

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES



DOCTORADO EN CIENCIAS SOCIALES CON
ORIENTACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE

TESIS DOCTORAL

HACIA UN SISTEMA DE GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA PARA LOS
USUARIOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY. UN ESTUDIO
DE FACTORES SOCIOAMBIENTALES.

PRESENTA

MTRA. GABRIELA MONFORTE GARCÍA

COMITÉ TUTORAL

DIRECTOR: DR. EDGAR GONZÁLEZ GAUDIANO

CODIRECTORES: DR. ISMAEL AGUILAR BENITEZ

DR. JIMMY LUIS LOAIZA NAVIA

Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias
Sociales con Orientación en Desarrollo Sustentable

MARZO 2013

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la Universidad Autónoma de Nuevo León y en particular al Instituto de Investigaciones Sociales por haberme permitido realizar mis estudios doctorales en tan prestigiada institución.

Al Tecnológico de Monterrey Campus Monterrey por haber depositado su confianza en mí, apoyándome de manera incondicional a lo largo de todo este proceso.

A mis asesores que fueron mis referentes y guías durante el largo camino para la realización de esta investigación.

A todas las instituciones y entidades, públicas y privadas, que colaboraron conmigo en la realización de este importante proyecto de investigación, ya que gracias a su ayuda ésta es una realidad: Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM); Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); Secretaría de desarrollo sustentable del gobierno del Estado de Nuevo León; Comisión Nacional Forestal (CONAFOR); Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Centro del Agua para América Latina y el Caribe (CAALCA) y Centro de Calidad Ambiental del Tecnológico de Monterrey (CCA)

A los lectores por sus valiosas recomendaciones para enriquecer y mejorar el estudio realizado.

A mi familia por su paciencia principalmente a Osmar y a Max por su amor y su apoyo.

Y a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir esta maravillosa experiencia.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	1
CAPÍTULO 1. LA CRISIS DEL AGUA A NIVEL NACIONAL Y LOCAL	5
1.1 Introducción	5
1.2 Situación del recurso hídrico a nivel nacional.....	10
1.2.1 Disponibilidad del recurso hídrico.....	11
1.2.2 Aspectos ambientales, sociales y económicos del agua.....	16
1.2.3 Calidad del recurso hídrico.....	22
1.3 Gestión del recurso hídrico en México.....	26
1.3.1 Marco jurídico, marco institucional y políticas públicas.....	29
1.3.2 Aspectos limitantes de la gestión del agua en México.....	37
CAPÍTULO 2. EL MARCO TEÓRICO: MECANISMOS DE GESTIÓN DEL AGUA	43
2.1 Valoración ambiental.....	43
2.1.1 Agua como bien económico.....	47
2.1.2 Agua como bien público y bien privado.....	52
2.1.3 Métodos de valoración del agua.....	54
2.2 Gestión del agua.....	57
2.2.1 Aspecto ambiental.....	59
2.2.2 Aspecto social.....	61
2.2.3 Nueva Cultura del Agua.....	63
2.2.4 Ejemplos de estilos de gestión a nivel internacional y nacional.....	65
2.3 La tarifa como incentivo económico.....	74
2.3.1 Estimación del valor de la tarifa.....	75
CAPÍTULO 3. EL MARCO CONTEXTUAL: LA PROBLEMÁTICA HÍDRICA DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN	79
3.1 Introducción.....	79
3.2 La cuenca del río San Juan.....	82
3.2.1 Descripción de la cuenca del río San Juan.....	82
3.2.2 Condiciones actuales del recurso hídrico en la cuenca.....	87
3.2.2.1 Uso de suelo.....	87

3.2.2.2 Aguas superficiales.....	88
3.2.2.3 Aguas subterráneas.....	89
3.2.2.4 Calidad de las aguas.....	90
3.3 El Área Metropolitana de Monterrey.....	92
3.3.1 Antecedentes de la Ciudad de Monterrey	92
3.3.1.1 Desarrollo económico y urbano.....	96
3.3.2 La gestión del agua en el área metropolitana de Monterrey.....	102
3.3.2.1 El organismo operador.....	104
3.3.2.2 Marco legal.....	108
3.3.2.3 Demanda, sobre-explotación, contaminación y equidad.....	110
CAPÍTULO 4. CASO DE ESTUDIO: OBJETIVO Y DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA	115
4.1 Planteamiento	115
4.1.1 Problema.....	115
4.1.2 Hipótesis.....	116
4.1.3 Objetivos.....	117
4.1.3.1 Objetivo General.....	117
4.1.3.2 Objetivos específicos.....	117
4.2 Selección del método de análisis.....	118
4.2.1 Métodos cuantitativos y cualitativos.....	119
4.2.2 Ventajas y desventajas	120
4.2.3 Grupos de enfoque.....	121
4.3 Metodología.....	124
4.3.1 Caracterización de la zona de estudio.....	125
4.3.1.1 Identificar las fuentes de información.....	126
4.3.1.2 Información recopilada.....	126
4.3.1.3 Procedimientos para la caracterización del área de estudio.....	127
4.3.2 Identificación de las variables de sustentabilidad.....	128
4.3.2.1 Temas de análisis	129
4.3.2.2 Participantes a los grupos de enfoque.....	131
4.3.2.3 Aplicación de la metodología de grupos de enfoque.....	132
4.3.3 Obtención del perfil de los usuarios domésticos.....	134

4.3.3.1 Recopilación y acondicionamiento de la información para el análisis.....	134
4.3.3.2 Análisis estadístico de la información.....	141
4.3.4 Construcción de escenarios.....	146
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	150
5.1 Diagnóstico de la zona de estudio.....	150
5.1.1 Ubicación de la zona de estudio.....	150
5.1.2 Condiciones actuales	151
5.1.2.1 Condición de aguas subterráneas	155
5.1.2.2 Condición de aguas superficiales.....	156
5.1.2.3 Calidad de las aguas.....	157
5.2 Resultados de la evaluación teórico-documental.....	158
5.2.1 Ambiental.....	158
5.2.2 Social.....	161
5.2.3 Financiero.....	163
5.2.4 Cultural.....	164
5.3 Grupos de discusión.....	166
5.3.1 Especialistas académicos.....	167
5.3.2 Especialista técnicos.....	173
5.3.3 Tomadores de decisiones.....	180
5.4 Perfil del usuario doméstico.....	186
5.4.1 Análisis del consumo en 2000 y 2010.....	187
5.4.2 Relación entre consumo y ubicación municipal.....	193
5.4.3 Relación entre consumo y cantidad de habitantes.....	197
5.4.4 Relación entre consumo y nivel escolar.....	199
5.4.5 Relación entre el consumo y la fracción del salario que representa la tarifa.....	202
5.4.6 Relación entre consumo y tarifa.....	205
5.5 Propuesta de una estructura tarifaria.....	209
5.6 Análisis a partir de los escenarios.....	215
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	222
CONCLUSIONES.....	235

BIBLIOGRAFÍA.....	239
ANEXOS.....	255

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación Media Anual (Periodo 1941-2006).....	12
Figura 2. Grado de presión sobre el recurso hídrico.	15
Figura 3. Evolución del marco jurídico e institucional.....	30
Figura 4. Disposiciones normativas e institucionales vigentes.....	33
Figura 5. Regiones Hidrológico-Administrativas.....	39
Figura 6. Valor Económico del Agua.	51
Figura 7. Ciclo Hidrológico.....	58
Figura 8. Características de gestión en España, Holanda y Chile.....	69
Figura 9. Ubicación geográfica del estado de Nuevo León.....	80
Figura 10. Superficie de los municipios del Área Metropolitana de Monterrey.....	80
Figura 11. Subcuencas y delimitación municipal.....	84
Figura 12. Acuíferos y cuencas que conforman la zona de estudio.....	87
Figura 13. Cambio del uso de suelo en porcentaje anual.....	88
Figura 14. Condición de los acuíferos seleccionados.	90
Figura 15. Población total para el AMM.....	97
Figura 16. Tasa en el crecimiento poblacional hasta 2030.....	98
Figura 17. Densidad de población.....	98
Figura 18. Empleos Generados en Nuevo León.....	99
Figura 19. Exportaciones Manufactureras Estatales vs. Nacionales.....	100
Figura 20. Población económicamente activa en el año 2005.....	100
Figura 21. Ingreso Promedio Mensual en el año 2011.....	101
Figura 22. Tasa de Crecimiento Anual del PIB de Nuevo León, Nacional y E.U.A.....	101
Figura 23: Porcentajes de consumo por sector y por fuente de origen.....	111
Figura 24. Tendencia de consumo industria.....	111
Figura 25. Tendencia de consumo comercial.....	111
Figura 26. Tendencia de consumo doméstico.....	112
Figura 27. Tendencia de consumo público.....	112
Figura 28. Metodologías para la construcción de escenarios.....	119
Figura 29. Asignación de ingreso por nivel de bienestar.....	140
Figura 30. Condiciones para el planteamiento de los escenarios.....	148

Figura 31. Ubicación general.....	150
Figura 32. Regiones hidrológicas.....	150
Figura 33. Cuencas hidrológicas.....	150
Figura 34. Subcuencas hidrológicas.....	150
Figura 35. Acuíferos.....	151
Figura 36. Ubicación regional.....	151
Figura 37. Hidrografía.....	152
Figura 38. Coeficiente de escurrimiento.....	153
Figura 39. Edafología.....	154
Figura 40. Cambio de uso de suelo.....	154
Figura 41. Precipitación.....	154
Figura 42. Temperatura.....	154
Figura 43. Nivel estático del agua.....	155
Figura 44. Volumen de agua concesionado.....	155
Figura 45. Balance hídrico.....	155
Figura 46. Balance hídrico de los acuíferos del AMM.....	155
Figura 47. Balance de las principales subcuencas de la cuenca del río San Juan.....	156
Figura 48. Cambio porcentual promedio per-cápita en litros al día para cada municipio respecto a su propio consumo.	188
Figura 49. Cambio porcentual promedio per-cápita en litros al día por municipio respecto al consumo promedio.	189
Figura 50. Cambio en el consumo por registro.....	191
Figura 51. Consumo de agua en el 2000.....	192
Figura 52. Consumo de agua en el 2010.....	192
Figura 53. Nivel de bienestar 2.....	194
Figura 54. Nivel de bienestar 3.....	194
Figura 55. Nivel de bienestar 4.....	195
Figura 56. Nivel de bienestar 5.....	195
Figura 57. Nivel de bienestar 6.....	196
Figura 58. Nivel de bienestar 7.....	196
Figura 59. Resultados de consumo contra cantidad de habitantes.....	197
Figura 60. Resultados del consumo de agua contra el nivel de bienestar.....	198
Figura 61. Cantidad de personas promedio en función del nivel de bienestar.....	199

Figura 62. Modelo de regresión entre consumo promedio de agua y200 escolaridad promedio.	200
Figura 63. Modelo de regresión entre ingreso promedio y escolaridad promedio.....200	200
Figura 64. Modelos de regresión entre las variables consumo y200 escolaridad/ingreso por municipio.	200
Figura 65. Población para la cual la tarifa representa una fracción menor203 al 1 y al 2% del ingreso.	203
Figura 66. Elasticidades estimadas.....205	205
Figura 67. Modelos econométricos para el nivel de bienestar 2 con la tarifa de 2000.....207	207
Figura 68. Acciones para la reducción en el consumo.....216	216
Figura 69. Cambio en el consumo de agua para los sectores comercial y218 servicios públicos del año 2000 al año 2010.	218
Figura 70. Proyecciones de consumo en m ³ para todos los sectores para219 los años 2015 y 2020.	219
Figura 71. Eficiencia física de algunos organismos operadores nacionales221 y de los Estados Unidos.	221

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.....	255
Anexo 2.....	261
Anexo 3.....	263
Anexo 4.....	265
Anexo 5.....	267
Anexo 6.....	269
Anexo 7.....	271
Anexo 8.....	276
Anexo 9.....	278
Anexo 10.....	281
Anexo 11.....	283
Anexo 12.....	284
Anexo 13.....	286
Anexo 14.....	287
Anexo 15.....	289
Anexo 16.....	293
Anexo 17.....	302
Anexo 18.....	315
Anexo 19.....	317

Presentación

La condición de escasez del recurso hídrico en las zonas urbanas aunada a la necesidad de disponer del líquido para el desarrollo y mantenimiento del estilo de vida de los habitantes de las grandes urbes, hace cada vez más complejo el proceso de gestión, lo que incrementa el nivel de deterioro ambiental y pone en riesgo la permanencia del ciclo hidrológico.

En esta investigación se planteó el objetivo de mostrar, a través de un estudio de caso, el efecto del componente social en la gestión sustentable del agua. Sin embargo y con el propósito de establecer el marco contextual para el análisis del componente social en la sustentabilidad del recurso, se revisaron de manera general los componentes ambiental y económico. A partir de este estudio se elaboró una propuesta para la gestión sustentable del agua en el área metropolitana de Monterrey (AMM), con base en aspectos derivados del análisis del consumo urbano, específicamente el sector domiciliario, y sus implicaciones en el ciclo hidrológico. Dado el horizonte de tiempo para la realización de esta investigación no fue posible profundizar en el deterioro ambiental de la cuenca y su impacto en el ciclo hidrológico; a su vez, no se analizó con detalle el consumo urbano de los sectores industrial y servicios, tampoco se estimaron los costos ambiental y social del actual estilo de gestión comparado con la propuesta de gestión sustentable que surgió del estudio del caso; sin embargo, se sientan bases para atender tales aspectos de la gestión en futuros proyectos de investigación. A continuación se describen los contenidos por capítulo.

El capítulo 1 muestra un breve panorama de la situación actual del recurso hídrico a nivel nacional, resaltando la condición de estrés y deterioro que se presenta en los estados del norte del país, con un particular énfasis en el Estado de Nuevo León. Se mencionan también

las características actuales de gestión, destacando las áreas de oportunidad vistas desde el enfoque de diversos autores expertos en el tema.

En el capítulo 2 se plantea el reto de la disponibilidad del agua a nivel urbano. Se define el concepto de gestión sustentable y se explica cómo a partir de este estilo de gestión se pueden establecer los fundamentos teórico-metodológicos para conseguir un manejo eficiente, un uso racional y un respeto al medio ambiente, además de mantener la equidad entre los usuarios. También se plantea de manera general el debate de la valoración del agua, la gran dificultad teórica para el establecimiento de su valor tarifario y las bases de un manejo sustentable desde los ejes ambiental y social.

En el capítulo 3 se hace una descripción del área de estudio mediante un análisis histórico, desde la ubicación geográfica y las condiciones de la cuenca hasta la manera en que se realiza el proceso de gestión del agua en el AMM, incluyendo las características del organismo operador y detallando la estructura tarifaria actual. A partir de dicho análisis, se identifican las áreas de mejora que sirvieron de base para el diseño de la propuesta de gestión sustentable.

En el capítulo 4 se presenta la metodología de análisis del caso de estudio la cual consistió en hacer una revisión documental para evaluar las condiciones y disponibilidad del agua en la cuenca, así como para identificar a las variables que propician la gestión sustentable, a partir de la participación de especialistas y expertos en temas de gestión del agua en el AMM mediante el método de grupos de enfoque. Se elaboró el perfil de los usuarios domésticos, a partir del análisis estadístico del consumo registrado por SADM en los años 2000 y 2010, con apoyo de información demográfica obtenida a partir de los censos de población y vivienda para los años 2000 y 2010. Finalmente, se construyeron escenarios para la

comparación de las proyecciones del consumo de agua bajo las condiciones actuales contra el consumo, bajo el supuesto de la gestión sustentable que resultó del estudio del caso. Las comparaciones se realizaron a partir de proyecciones utilizando métodos de pronósticos para los años 2015 y 2020.

En el capítulo 5 se muestran de manera detallada los resultados del análisis los cuáles pueden resumirse de la siguiente manera:

- 1) El diagnóstico de la cuenca muestra síntomas de sobre explotación.
- 2) Respecto a las variables de sustentabilidad identificadas por los grupos de discusión destacan: el control sobre el agua no contabilizada; el control de avenidas cuando hay lluvias torrenciales además del aprovechamiento del agua de lluvia; la protección de zonas de recarga; el incremento del re-uso de aguas tratadas; el cambio cultural mediante un programa de educación ambiental; el establecimiento de un mercado permanente para la conservación de modo que la sustentabilidad se vuelva rentable políticamente y el control de la corrupción.
- 3) Del análisis del consumo y el perfil de los usuarios se encontró un incremento en el consumo per-cápita promedio equivalente al 38% de la década de 2000 a 2010; se encontró también que el consumo depende del ingreso, del nivel educativo y de la ubicación de la vivienda; la combinación óptima de factores para un menor consumo es un mayor nivel educativo y un ingreso que no alcance niveles suntuosos. También se encontró que la tarifa escalonada induce el ahorro y que el valor tarifario actual es tan bajo que no incentiva el consumo responsable.
- 4) Finalmente, se llevó a cabo la estimación del consumo bajo el escenario sustentable contra el escenario asumiendo las condiciones actuales y se encontró que el ahorro

es tal que podría abastecerse a la totalidad de la población del año 2020 con la misma dotación que se suministró a la población en el año 2010.

En el capítulo 6 se presenta un análisis de los resultados y las conclusiones de la investigación mismas que giran en torno a las siguientes ideas:

La gestión actual es eficiente desde el aspecto financiero con una amplia cobertura del servicio de agua potable; sin embargo, no es sustentable debido a que el volumen de agua disponible en la cuenca está disminuyendo y los incentivos que se manejan para inducir el ahorro como el programa cultura del agua y la estructura tarifaria no han sido efectivos. Asimismo, es necesario intensificar los esfuerzos para el control del agua no contabilizada y por otra parte incentivar el uso del agua residual tratada.

Capítulo 1: La crisis del agua a nivel nacional y local

“Si bien es cierto que el ciclo global del agua es renovable y que las moléculas de agua no se desintegran sino que sólo cambian de estado, la cantidad y calidad del agua dulce sí están disminuyendo en muchas regiones y localidades debido a que los ecosistemas acuáticos están siendo profundamente alterados y, con ellos, el ciclo del agua”
(Carabias y Landa, 2005, p. 32).

1.1 Introducción

Sólo 0.007% del agua del planeta se encuentra disponible para uso directo de los seres humanos representando un total de 4,200 km³. Esta cantidad dividida entre 6,000 millones de habitantes representa un volumen de 700 m³ por persona por año. Esta cifra no refleja la disponibilidad real del agua para todos los habitantes del planeta, debido a que el agua se distribuye asimétricamente por condiciones geográficas: es decir, la presencia del agua depende de la altitud, latitud y clima, entre otros factores ambientales y no por las necesidades que pudieran tener los habitantes de una región en función de las características de los espacios territoriales seleccionados para establecer los conglomerados de población, determinados con frecuencia por diversas razones históricas, políticas y económicas. Cerca de 75% de la población dispone de sólo el 20% del total del agua y se estima que para 2025 el 80% de los habitantes del planeta vivirán bajo condiciones de alta y muy alta escasez del recurso (Toledo, 2002). Las causas de la disminución en la disponibilidad del recurso han sido el incremento en la demanda debido al crecimiento poblacional, el empleo de ineficientes sistemas de riego agrícola, la

contaminación de las fuentes de agua y, la modificación del ciclo hidrológico debido al deterioro de los ecosistemas y el cambio climático. Los factores mencionados repercuten en mayor o menor grado en las diferentes regiones del planeta, por lo que es un hecho que la disponibilidad del agua va a disminuir en general en el corto y mediano plazos.

Un análisis de las condiciones particulares de México en torno a este problema permite inferir que — además de los factores mencionados que afectan la disponibilidad del agua a nivel mundial — existen evidencias de que el recurso hídrico en este país no es gestionado de manera eficiente. La distribución del recurso ha estado determinada más por compromisos históricos y respondiendo a factores económicos y políticos, que con base en criterios de equidad social y en la propia capacidad del medio ambiente que asegure una sustentabilidad ecológica.

El material documental revisado para esta investigación muestra la serie de problemas que enfrentan las diferentes regiones del país para satisfacer una demanda cada vez mayor por parte de los usuarios, así como las crecientes dificultades para mantener la calidad del recurso. También son notorios los efectos que ocasiona la sobreexplotación del recurso con su concomitante deterioro de los ecosistemas, así como el agotamiento y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Ejemplos de esta degradación pueden verse en: La Laguna, Coahuila, donde la extracción ha sido tal que una parte de las aguas que actualmente se obtienen de la zona están contaminadas con arsénico, debido a que la extracción está llegando al nivel de las aguas fósiles. En la zona centro del país, principalmente en el Distrito Federal, está ocurriendo un progresivo hundimiento de suelo por el agotamiento de los mantos acuíferos. En Chiapas y Guerrero se presentan fuertes problemas sanitarios por la contaminación debida a aguas negras que se vierten en las

aguas superficiales y que se traducen en graves problemas de salud que implican pérdida de la estabilidad familiar y disminución en la productividad.

Lo anterior muestra la falta de entendimiento sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas acuáticos y la falta de instrumentos apropiados que estimulen el manejo sustentable del agua, lo cual está ocasionando que los cuerpos de agua se sobreexploten, azolven, contaminen y desvíen, provocando severos daños a los ecosistemas y a su biodiversidad y, por ende, representando un freno para el desarrollo (Carabias y Landa, 2005).

Es un hecho que el medio ambiente, incluyendo el agua, ha sido históricamente tratado con una visión utilitarista donde incluso los propios recursos de que disponemos para satisfacer nuestras necesidades y mejorar la calidad de vida de la población, han sido manejados por torpes intereses de corto plazo, sin pensar en conservarlos de manera sustentable manteniendo la integridad de los ecosistemas de los que dependen. A favor de esta postura Arrojo (2008) menciona que el problema del agua no es de cantidad sino de gestión. En la medida en que los objetivos de la gestión del agua sean la protección al medio ambiente, la reducción de la pobreza y la equidad se estará avanzando hacia la sustentabilidad. Por su parte, Barkin (2006) y Daly (2005), desde el enfoque económico, señalan que se ha hecho muy poco sobre la determinación real de valor a los recursos ambientales, y sobre la planeación de la asignación de los recursos ambientales en función de la capacidad de regeneración y de mantenimiento de la naturaleza, cuando estos dos aspectos deberían ser un punto de partida de los procesos de gestión del recurso. Adicionalmente, Pacheco y Vega (2001) comentan que algunos instrumentos de política pública, tales como los incentivos económicos, se enfrentan a problemas procedurales,

institucionales o estructurales que en conjunto limitan la efectividad de su adopción, por lo cual los autores apelan a fortalecer la participación de la ciudadanía.¹

Los comentarios anteriores llevan implícita la convicción de que el problema actual del agua requiere de ser atendido desde un enfoque multidisciplinario; es decir, se necesita de las ciencias naturales para comprender los mecanismos de interacción entre los recursos y los seres vivos que permiten la estabilidad y permanencia del ecosistema, pero también de las ciencias sociales que ayuden a comprender los mecanismos a través de los cuales los seres humanos interactúan entre ellos y con su medio ambiente, así como las situaciones que determinan la toma de decisiones. Sin embargo, la articulación de ambas áreas de conocimiento ha sido un proceso lento e inacabado y obstruido recurrentemente por intereses económicos, a pesar de que cada vez son más evidentes los perniciosos efectos de este modo de actuación. Como lo indican los autores citados, es necesario proponer una gestión del recurso hídrico manteniendo como objetivo fundamental la conservación del medio ambiente en el largo plazo con base en una participación ciudadana cada vez más y mejor informada de las implicaciones de estas decisiones en la calidad de vida de la población en el presente y en el futuro próximo.

En México la gestión del recurso hídrico durante muchos años estuvo en manos de una administración central. Esta situación cambió a partir de 1989 con la creación de la Comisión Nacional del Agua que impulsó la figura de los comités de cuenca, cuyo objetivo es crear un espacio de participación de todos los actores involucrados en los procesos de

¹ Los instrumentos de política pública pueden clasificarse como sustantivos cuando afectan los procesos de otorgamiento de bienes y servicios, y procedurales cuando influyen en las políticas ambientales a través de procesos cooperativos y de consenso (Pacheco y Vega, 2001).

asignación, consumo y utilización del recurso. Este propósito está orientado a conseguir una gestión multiobjetivo con base en la participación ciudadana².

Otro aspecto que tiene una participación importante en el proceso de gestión sustentable del agua es la asignación del valor de uso del recurso, toda vez que la estimación de las tarifas actualmente sólo considera el valor contable de bombeo, almacenamiento, traslado, purificación y con suerte de amortización y mantenimiento. Sin embargo, la hipótesis que en este proyecto se plantea es que la apropiada estimación del valor de uso del agua contribuye a su gestión sustentable, debido a que pone de manifiesto el costo social, económico y ambiental que implicaría el agotamiento de las fuentes naturales de agua, no sólo por la pérdida misma del vital recurso, sino por la severa afectación de la infinidad de servicios ambientales vinculados con ellas.

A fin de sentar las bases de las características biogeográficas y administrativas concernientes al objeto de estudio, en este capítulo se muestra un breve panorama de la situación actual del recurso hídrico a nivel nacional resaltando la condición de estrés y deterioro que se presenta en los estados del norte del país, con un particular énfasis en el Estado de Nuevo León. Se mencionan también las características actuales de gestión, destacando tanto los problemas como las áreas de oportunidad, vistas desde el enfoque de diversos autores expertos en el tema.

² Los procesos de gestión del agua vistos desde un enfoque sistémico involucran elementos distinguibles entre los cuales existen relaciones funcionales en un ambiente permeable, donde se definen los insumos y productos del sistema que representan el principal estímulo de las relaciones entre todos los elementos del sistema a través de un comportamiento dinámico en el tiempo que armoniza los fines para cada componente del sistema (Tortajada *et al.*, 2004).

1.2 Situación del recurso hídrico a nivel nacional

En México en 1917 se establece en la Carta Magna que el agua es propiedad de la nación. No obstante, es reciente el reconocimiento formal de su importancia y relevancia como elemento vital y para el desarrollo. En 2007, la Comisión Nacional del Agua la reconoce como un factor relevante tanto de la política de desarrollo social como de la política económica; además, admite sin ambigüedades que los problemas de disponibilidad y calidad condicionan seriamente las posibilidades de desarrollo de algunas regiones del país, por lo que se inscribe como un elemento de seguridad nacional.

Pese a este reconocimiento, son serias las deficiencias en el actual mecanismo de gestión del recurso, provocando una serie de problemas que obstruyen la sustentabilidad del desarrollo. Apoyando esta idea, Suárez y Birrichaga (1997) mencionan que en México existen retos que se derivan, en parte, de tendencias históricas existentes en términos de un patrón característico de subdesarrollo económico y social aplicado durante varias décadas, así como de la forma predominante de gestión empírica y desarrollo inadecuado de los recursos hídricos. Por su parte, Carabias y Landa (2005) coinciden en la serie de problemas vinculados a las deficiencias en los mecanismos de gestión, que están provocando que la escasez del recurso hídrico ponga en riesgo la estabilidad nacional.

Mencionan que la problemática del agua en México se origina por:

- a) un déficit de conocimientos sobre el manejo sustentable de los cuerpos de agua;
- b) la medición deficiente de las condiciones actuales de los acuíferos y la falta de instrumentos adecuados de medición;
- c) la ausencia de políticas que favorezcan el cuidado de los cuerpos de agua;

- d) los inadecuados mecanismos de regulación de las concesiones para la agricultura, que no favorecen el ahorro del agua subterránea ni su uso eficiente;
- e) la deficiente regulación del deterioro de la calidad de los cuerpos de agua; y
- f) una normatividad inadecuada para la conservación de los ecosistemas acuáticos.

Los problemas mencionados se reflejan en las estadísticas presentadas por la CONAGUA (2009) mostrando que en tan sólo 56 años la disponibilidad *per cápita* en México haya cambiado de 18,035 metros cúbicos por habitante por año a 4,416 metros cúbicos por habitante por año. Ello muestra que aunque el agua suele considerarse como un recurso renovable, la gestión inadecuada y los problemas ya mencionados han provocado que se convierta en un bien escaso.

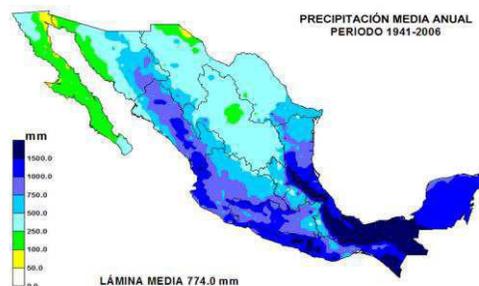
1.2.1 Disponibilidad del recurso hídrico

México es un país con una gran diversidad de ecosistemas debido a la gran gama de condiciones climatológicas que varían desde los climas muy húmedos y lluviosos que dan origen a las selvas tropicales en el sur y sureste, hasta los muy secos presentes en las zonas semiáridas y áridas del norte. En México, la precipitación media anual histórica es de 773.5 mm con diferencias notables a nivel regional. Mientras la precipitación media anual en la Región Frontera Sur es de 2 265.1 mm, en el centro y norte el recurso es escaso y en la península de Baja California apenas llega a 202.5 mm. Poco más del 70% del agua de lluvia en el país se evapotranspira y regresa a la atmósfera.³ El resto escurre por los ríos y

³ Evapotranspiración: Cambio de estado físico del agua que se encuentra contenida en los tejidos vegetales en forma líquida a estado gaseoso por efecto de la radiación solar (CONAGUA, 2009).

arroyos o se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos (CONAGUA, 2009). En la figura 1, se muestra la precipitación media anual en la República Mexicana.

Figura 1. Precipitación Media Anual (Periodo 1941-2006)



Fuente: Integrado con información de la Subdirección General Técnica. Conagua (2009).

En los ríos de México escurren aproximadamente 400 km³ de agua anualmente, incluyendo las importaciones de otros países y excluyendo las exportaciones. Aproximadamente, 87% de este escurrimiento se presenta en los 39 ríos principales cuyas cuencas ocupan el 58% de la extensión territorial continental. Una gran parte del agua de estos escurrimientos converge en los principales lagos naturales de las diferentes regiones del país con un volumen aproximado a los 10,000 km³. Otra parte es secuestrada en grandes embalses y represas; hay alrededor de 4,000 presas en México, cuya capacidad de almacenamiento suma alrededor de 150 km³ (CONAGUA, 2009). Aunque la intención de la construcción de esta infraestructura ha sido propiciar el desarrollo y crecimiento del país, propósito que se ha cumplido en la mayoría de los casos, la contraparte de este gran esfuerzo ha sido la inexorable destrucción de ecosistemas y de un gran número de comunidades indígenas que han visto alteradas sus tradiciones y medios de subsistencia, al haber tenido que ser desplazadas de sus territorios de origen.

Otra parte de los escurrimientos de agua se conduce al subsuelo por la infiltración a través de las capas superficiales del suelo para recargar los acuíferos subterráneos, estimándose un volumen del orden de 77 km³/año, del cual se aprovechan aproximadamente 28 km³/año (CONAGUA, 2009). Este volumen corresponde al 36.4% de la recarga total. Si bien esta cifra no muestra ser un dato extremo, la realidad es que prácticamente el 100% de los acuíferos de la zona centro y norte del país se encuentran sobreexplotados⁴.

Debido a las condiciones climáticas y a la escasez de aguas superficiales en la mayor parte del territorio nacional, el agua subterránea ha sido fundamental para el suministro a los diferentes usuarios, ya sea en zonas áridas donde representa la fuente de abastecimiento más importante o en las diferentes ciudades del país que recurren a ella para cubrir sus crecientes requerimientos. Esta situación se agrava debido a que la mayor cantidad de población y de actividades económicas se concentran en la región centro-norte donde se tiene la menor disponibilidad natural de agua.

Por otra parte, cabe destacar que el sector agrícola que consume 77% del gasto total de agua a nivel nacional, emplea el bombeo intensivo del agua subterránea para la agricultura de riego contribuyendo de manera importante a la sobreexplotación de 104 de los 653 acuíferos con que cuenta el país (CONAGUA, 2009). En el sector agrícola existen retos que es urgente resolver; en primer lugar, las técnicas empleadas para la agricultura de riego tienen una eficiencia de apenas 46%, que significa que 54% del agua empleada regresa al ciclo hidrológico sin ser aprovechada para el fin que fue destinada. Un problema importante de esta situación es que se desconoce con precisión la proporción de esta agua subutilizada que regresa a la fuente original y en qué condiciones de calidad lo hace. Por

⁴ Un acuífero se considera sobreexplotado cuando la extracción supera a la recarga al menos en 10% (CONAGUA, 2009).

otra parte, la regulación vigente para el sector agrícola no establece acciones para incentivar la cultura del ahorro toda vez que cuando se otorga una concesión, el agricultor debe por ley utilizar todo el volumen de agua concesionado, pues de no hacerlo podría perder dicha concesión, con el agravante de que la energía eléctrica se encuentra subsidiada para esta función lo que constituye un incentivo económico negativo para su conservación (CONAGUA, 2011).

Aunado a la extracción excesiva de los acuíferos, el proceso de recarga natural se ve afectado por factores tales como la deforestación, el incremento de zonas de cultivo y pastoreo y el aumento de la mancha urbana. Todo ello modifica la permeabilidad del suelo alterando los procesos de infiltración natural, como consecuencia disminuye aún más la disponibilidad de las aguas subterráneas. Otro aspecto no menos importante relacionado con el cambio en la permeabilidad del suelo, son los desastres causados por las avenidas de agua en la época de lluvia intensa que implican graves pérdidas humanas y materiales, así como serios impactos en los ecosistemas.

Respecto a la distribución del agua disponible, la Comisión Nacional del Agua es la responsable de administrar las aguas nacionales. Para ello calcula el balance hídrico que incluye los valores medios nacionales de precipitación, evapotranspiración, infiltración y escurrimiento, además de los volúmenes de agua que entran y salen del país a través de cuencas compartidas con otros países (Estados Unidos, Guatemala y Belice). Todo lo anterior genera un volumen estimado de disponibilidad natural media total, si bien cabe aclarar que no todo este volumen está disponible, debido a la imposibilidad de captarlo todo para uso humano.

La manera en que la CONAGUA designa los volúmenes de agua concesionados para los diferentes sectores y usuarios es la siguiente: después de conocer la disponibilidad media total, estimada con la totalidad de los valores históricos, descuenta los volúmenes mínimos necesarios para mantener el equilibrio del medio natural haciendo las asignaciones en el mes de noviembre de cada año; los volúmenes otorgados tienen vigencia de un año (CONAGUA, 2009). En el territorio nacional en promedio se utiliza 16% del volumen de disponibilidad natural media de agua; sin embargo, en la porción norte se utiliza más del 40%, lo que es considerado por la Organización de las Naciones Unidas, como una fuerte presión sobre el recurso hídrico, y que implica que éste se convierta en un limitante del desarrollo (CONAGUA, 2007) ⁵. La figura 2 muestra los grados de presión sobre el recurso hídrico para las 13 regiones hidrológico administrativas que conforman la República Mexicana.

Figura 2. Grado de presión sobre el recurso hídrico (2005).

Grado de presión sobre el recurso hídrico, 2005					
Región Hidrológico Administrativa	Disponibilidad natural media total (hm ³)	Volumen total de agua concesionado (hm ³)	Grado de Presión (%)	Clase de presión	
I	Península de Baja California	4 423	3 819	86	Fuerte
II	Noroeste	8 213	6 608	80	Fuerte
III	Pacífico Norte	25 075	10 342	41	Fuerte
IV	Balsas	28 336	10 474	37	Media fuerte
V	Pacífico Sur	32 226	1 268	4	Escasa
VI	Río Bravo	12 477	9 038	72	Fuerte
VII	Cuencas Centrales del Norte	6 846	3 779	55	Fuerte
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	37 021	13 340	36	Media fuerte
IX	Golfo Norte	23 286	4 549	20	Moderada
X	Golfo Centro	102 551	4 751	5	Escasa
XI	Frontera Sur	158 160	1 986	1	Escasa
XII	Península de Yucatán	29 646	1 872	6	Escasa
XIII	Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	3 934	4 686	119	Fuerte
Total Nacional		472 194	76 508	16	Moderada

Nota: Grado de presión sobre el recurso hídrico = 100*(Volumen total de agua concesionado / Disponibilidad natural media de agua)
Fuente: Subdirección General de Programación. CONAGUA.

Aunque la región sur y sureste no presentan problemas de escasez de agua, los problemas recurrentes en esta zona tienen relación con la pérdida de la calidad que la hace apta para

⁵ El grado de presión sobre el recurso hídrico se calcula dividiendo el volumen total de agua concesionado entre la disponibilidad natural media (CONAGUA, 2007).

el consumo humano y para el mantenimiento del ecosistema; aunque aquí la carencia no es un problema, la falta de conocimientos y de responsabilidad para el cuidado del agua se traduce en un problema de salud y productividad, además del deterioro del medio ambiente.

Los datos anteriores permiten inferir que la crisis del agua está llegando a niveles críticos en la República Mexicana, lo que aunado al problema de la crisis financiera mundial pone a México en una posición muy complicada para alcanzar el crecimiento necesario para mantener su estabilidad. Es urgente tomar acciones y crear compromisos entre el gobierno, la iniciativa privada y la sociedad a través de una gestión integral y sustentable del agua que permita encauzar acciones en beneficio del ambiente y la sociedad.

1.2.2 Aspectos ambientales, sociales y económicos del agua

El agua es fundamental por numerosas razones. A nivel biológico como elemento esencial para la vida; a nivel ambiental como componente fundamental del ciclo hidrológico al que se vincula la supervivencia de plantas, animales y del ecosistema en general; a nivel social como un medio para la procuración de la salud humana y para conseguir los estándares básicos de bienestar y dignidad; a nivel económico como insumo que participa en la productividad industrial y de servicios. Aunque es posible enlistar de manera independiente los efectos o beneficios del agua en los diferentes sectores, deben tomarse en cuenta las interacciones entre ellos. Por ejemplo, no podría pensarse en la producción de alimentos sin considerar la naturaleza biológica de las plantas y animales y sus requerimientos como seres vivos; si se piensa en la industria turística sería difícil no

relacionarla con hermosos paisajes o atractivas playas para los cuales el agua es un elemento fundamental (Monforte y Cantú, 2009).

El crecimiento económico y las políticas de desarrollo en prácticamente todas las regiones de nuestro país es desorganizada e incluso contradictoria, adolece de planeación de mediano y largo plazos y no respeta los criterios básicos de un ordenamiento ambiental territorial que permitiría aprovechar mejor el potencial productivo regional con visiones de sustentabilidad. Esto es, la enorme riqueza natural y cultural disponible no ha sabido aprovecharse para el bienestar equitativo de los habitantes de este país, ni tampoco como legado ambiental para las futuras generaciones ya que, como resultado de políticas, programas y estrategias que no atienden el interés público y sin reparar en las capacidades naturales de cada región para soportar determinado tipo de desarrollo, se ha provocado el deterioro crónico de diversas regiones llegando incluso al agotamiento de recursos y, en consecuencia, a la depauperización y migración de grandes contingentes de población.

Para avanzar en la dirección de una gestión sustentable, además de la planificación y regulación, deben llevarse a cabo, acciones en otros planos; por ejemplo, en materia de educación ambiental con la finalidad de sentar mejores bases para la formación de una ciudadanía participativa y bien informada que intervenga de manera organizada en el aprovechamiento racional de los recursos, así como para contribuir socialmente a establecer mejores estrategias de desarrollo. Otro plano complementario y sustantivo para los fines de esta investigación, es el diseño de instrumentos económicos que disuadan de conductas de desperdicio del recurso e incentiven acciones positivas de ahorro y buen uso. A reserva de ampliar esta información en los capítulos posteriores, entre los instrumentos

que han sido aplicados para la gestión ambiental en América Latina y el Caribe se encuentran:

- Instrumentos fiscales y financieros específicos
 - Cargos
 - Cargos por efluentes y emisiones
 - Cargos por uso
 - Cargos a insumos y al producto
 - Cargos administrativos
 - Impuestos diferenciados
 - Tarifas de acceso a áreas de conservación.
 - Ayudas financieras y subsidios
 - Sistema de depósitos reembolsables
 - Incentivos al cumplimiento
- Instrumentos de mercado
 - Cuotas o derechos negociables
- Instrumentos asociados a los derechos de propiedad y de uso (Brzovic, 1998).

Actualmente, el incentivo económico que ha comenzado a emplearse para el cuidado y conservación del medio ambiente es el pago por servicios ambientales. Este instrumento fue creado básicamente para la conservación del suelo y constituye un enfoque alternativo a los métodos tradicionales de conservación ambiental. En su aplicación se ha observado que la voluntad de pago de los usuarios aumenta si se logra demostrar que se han logrado ganancias positivas, creando confianza en quienes proveen los servicios y en la medida en que se entienda mejor la dinámica de subsistencia de quienes reciben el pago.

Un ejemplo de esta estrategia de conservación para el recurso hídrico es en la protección de cuencas hidrográficas; por ejemplo, los usuarios aguas abajo pagan a los dueños de fincas aguas arriba por adoptar usos del suelo que limiten la deforestación, la erosión del suelo y los riesgos de inundaciones y derrumbes, así como por un manejo del agua tal que evite la contaminación en la parte alta de la cuenca con la intención de que en la parte baja se reciba agua en mayor cantidad y de mejor calidad (Wunder, 2006).

Los instrumentos económicos pueden llegar a ser muy útiles para contribuir a un uso de los recursos ambientales más equitativo y respetuoso del ambiente, sobre todo porque ponen de manifiesto los costos de un mal manejo ambiental. Sin embargo, desde los enfoques dominantes aquellos impactos negativos derivados de la actividad económica y del crecimiento que son llamados externalidades negativas, suelen subestimarse y ser aceptados simplemente como un costo socio-ambiental ampliamente distribuido, que hay que pagar en beneficio del desarrollo.⁶ Por tanto debe tenerse presente que impactos ecológicos como la pérdida de biodiversidad por la contaminación del agua, la destrucción de manglares o arrecifes por la construcción de infraestructura turística, el agotamiento de acuíferos por la disminución de la infiltración debido al cambio de uso de suelo en los procesos de urbanización; o impactos en la salud como el incremento de enfermedades respiratorias, gastrointestinales e incluso efectos teratogénicos en la población a resultas de la contaminación, son ejemplos de que las externalidades no son cosa menor.

El hecho de tratar los recursos ambientales como productos mercadeables hace que el deterioro ambiental se vea sólo como un efecto colateral del desarrollo, cuando la

⁶ Según Romero (1994), una externalidad económica puede ser entendida como el efecto negativo o positivo de variables económicas ajenas al productor o consumidor de un bien.

prevención de este problema debería ser consustancial al desarrollo mismo. Lo anterior podrá llegar a suceder en el momento en que se asuma que sin recursos no hay desarrollo. Un punto también muy controversial es pensar que la tecnología podrá llegar a resolver todas las externalidades relacionadas con el desarrollo; sin embargo, las evidencias muestran que la tecnología no sólo no ha sido capaz de evitar la pérdida de la biodiversidad, el agotamiento y la contaminación de los cuerpos de agua o el cambio climático, sino que hay intereses económicos que obstruyen el desarrollo tecnológico apropiado y su aplicación en decisiones de política pública.

Desde el enfoque social, Amemiya (2006) establece al agua como un factor de equilibrio que forma parte de los códigos de los derechos humanos, lo cual es un signo de voluntad política para la promoción del ejercicio de ese derecho, aunque establecer la importancia del agua en los códigos morales o institucionales no es suficiente si no se toman las acciones para llevarlos a la práctica. Como decíamos, en México, el derecho al agua está tipificado en la constitución del 1917 como propiedad de la nación, pero los hechos concretos son que si bien por ley todos los mexicanos tenemos derecho al agua, no todos los mexicanos tienen acceso al agua potable ni a un servicio de saneamiento de calidad.

Datos de CONAGUA (2009) muestran que 89.2% de la población tenía servicio de agua potable y 77% de alcantarillado, lo que indicaba que aproximadamente 10.6 millones de personas no contaban con agua potable y 22.9 millones de personas carecían de servicios de alcantarillado. Cabe aclarar que la población que carece de estos servicios en su mayor proporción son personas que viven en zonas rurales, ya que sólo el 70% de la población rural cuenta con servicios de agua potable y 39.7% de alcantarillado. Estos datos muestran la inequidad con la que se maneja el recurso. Se aduce que la responsabilidad del

suministro de agua potable y alcantarillado recae desde 1981 sobre los municipios y estos apelan a la falta de recursos económicos para justificar la falta de construcción de infraestructura para atender principalmente las necesidades de caseríos dispersos y alejados de los núcleos de población como ocurre en numerosas comunidades rurales.

Una propuesta tendiente a resolver el problema financiero y que en algunos lugares ya se ha puesto en marcha es la participación privada de organismos operadores. Sin embargo, existe una serie de problemas que no se han resuelto o lo han hecho sólo de manera parcial, como son la falta de liquidez del negocio. Es decir, las inversiones en infraestructura son muy fuertes y la capacidad de recuperación de la inversión es muy baja debido a que las tarifas establecidas en su mayoría sólo cubren los gastos de manejo y administrativos, pero no los costos de mantenimiento y mucho menos de amortización de la infraestructura.

Por otro lado, el manejo privado del agua parte de un problema legal de origen, ya que se trata de un bien público al que todos tenemos derecho, por lo que al privatizarse el servicio de distribución será manejado como un bien privado. Así, para establecer las tarifas con la finalidad de volverlo un proyecto rentable, tenderán a fijarse a través de la ley de la oferta y la demanda, lo que puede llegar a ser difícil de operar debido a que, por un lado, las personas ejercen su derecho de tener acceso al agua y, por otro, que el precio del agua se ha politizado de tal manera que suele emplearse con fines electorales fijando fuertes subsidios en el cobro del servicio. Ello, a su vez, trae como consecuencia un servicio de mala calidad por la falta de recursos, deteriorando la imagen social de los organismos operadores, lo cual redundará en una muy baja proporción de usuarios que pagan el servicio, convirtiéndose esto en una espiral negativa de difícil solución.

Debido a que en nuestro país la zona centro y norte tienen climas que van de semidesérticos a desérticos y la ocurrencia de lluvia es temporal, las presas han sido la base del desarrollo económico y social permitiendo abastecer de agua a la población para todo tipo de usos desde los consuntivos, como la irrigación de grandes extensiones de tierras de cultivo y el abastecimiento de agua para uso urbano, hasta los usos no consuntivos, como la producción de energía. La política hidráulica de 1926 establecía como prioridad nacional la construcción de grandes obras de infraestructura, si bien fue soslayado el efecto de estas construcciones en el medio ambiente y en las comunidades rurales e indígenas. A la par de los beneficios asociados con el desarrollo, la captura del agua que fluye por los ríos en grandes embalses ha provocado la ruptura del equilibrio de dichos afluentes al retener enormes volúmenes de agua. La salud de los ecosistemas río abajo se ve ampliamente alterada observándose el deterioro tanto en la flora y fauna natural del cuerpo de agua, como los efectos de este deterioro en las comunidades indígenas y rurales que vivían de los recursos que les proveían dichos afluentes, agotando sus posibilidades de subsistencia y provocando su migración a otras comunidades o viéndose en la necesidad de formar parte de los cinturones marginados de las grandes ciudades. Aún más, el daño trasciende el límite temporal ya que al verse alterado el ciclo hidrológico, en muchos casos el flujo de agua se reduce a niveles de agotamiento dejando sin el recurso incluso al grupo beneficiado con la obra hidráulica.

1.2.3 Calidad del recurso hídrico

La pérdida de la calidad del agua disminuye su disponibilidad, de modo que ésta es una de las causas de la escasez del recurso. La afirmación de que la crisis del agua no es un

problema de escasez sino de gestión conlleva que los procesos correspondientes no deben implicar solamente el almacenamiento, la distribución y la administración, sino que también debe atenderse la calidad del recurso.

Calidad del agua significa la condición para que pueda ser utilizada para usos concretos; por ejemplo, para consumo humano debe estar libre de microorganismos, sustancias químicas o radiactivas, además con olor, color y sabor aceptables. De igual manera, existen criterios de calidad para uso industrial en los diferentes sectores, así como para uso agrícola y recarga de acuíferos. La calidad del agua de consumo humano se controla por la norma oficial mexicana NOM 127-SSAI-1994, aunque los límites permisibles de esta norma no siempre son cumplidos. Carabias y Landa (2005) señalan que en México el monitoreo de la calidad se basa en características físicas y químicas de tipo inorgánico, pero no se cumple con el monitoreo microbiológico. Para este contaminante se detectan principalmente microorganismos fecales que se reproducen muy rápido en ambiente cálido, por lo que no son útiles como indicadores de calidad; también menciona que en el marco jurídico existen muchas áreas de mejora ya que deben actualizarse los criterios microbiológicos incluyendo cepas nuevas y más representativas de los problemas de salud, así como incluir indicadores de contaminación industrial y desechos industriales al drenaje.

Un aspecto muy importante para determinar la calidad del agua son los sistemas de medición y monitoreo. Dentro de la estructura orgánica de la CONAGUA se encuentra la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua, y es la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua la que establece las bases para que cada gerencia regional elabore su programa regional de monitoreo. Sin embargo, nuevamente Carabias y Landa (2005) denuncian que se carece de los instrumentos con la precisión necesaria para llevar a cabo de manera

eficiente el proceso de medición, por ejemplo, la contaminación difusa que afecta principalmente a las aguas subterráneas difícilmente es monitoreada y controlada. Este problema debe ser atendido de manera prioritaria si se desea conseguir una gestión sustentable.

Como ya se dijo, el agua de mala calidad repercute fundamentalmente en la salud humana y en el deterioro de los ecosistemas acuáticos, donde el daño puede llegar incluso a ser de gran magnitud. Entre los principales contaminantes del agua en el país se encuentran: las heces fecales, sustancias de origen orgánico, y sustancias como el arsénico, fluoruro, fosfatos y nitritos, de origen inorgánico, siendo estos dos últimos los causantes del proceso de eutroficación. De las trece regiones hidrológico-administrativas del país, ocho de ellas presentan valores promedio de DBO⁷ superiores a 30 mg/L lo que indica contaminación; y con respecto a la escala de DQO⁸, todas las regiones exceptuando las Cuencas Centrales del Norte y la del Pacífico Sur, de la cual no se dispone información, presentan valores promedio superiores a 40 mg/L lo que también indica contaminación (CONAGUA, 2009).

Por otra parte, Schmidt (2005) menciona que 60% de la población es afectada por enfermedades relacionadas con la mala calidad del agua. Carabias y Landa (2005) apoyan esta idea añadiendo que la principal causa de problemas de salud en México es el empleo de aguas residuales sin tratamiento, que son utilizadas en el riego de cultivos siendo los más afectados aquellos que son consumidos en crudo.

Un aspecto que debe tomarse en cuenta para aliviar la presión sobre el recurso es el uso de aguas residuales tratadas, esta práctica juega un papel muy importante en el

⁷ La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), parámetro que mide la cantidad de oxígeno que consume la descomposición biológica de la materia orgánica (CONAGUA, 2009).

⁸ La demanda química de oxígeno (DQO), parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos (CONAGUA, 2009).

abastecimiento de agua sobre todo en regiones que presentan fuerte escasez. El tratamiento de aguas residuales consiste en extraer los desechos que se mezclan con el agua procedentes de los sectores industrial o urbano, además de aplicar un control sanitario a las mismas. Carabias y Landa (2005) consignan que en México 94% del agua que se suministra a la población mínimamente recibe tratamiento de desinfección. Por su parte, la CONAGUA (2009) reporta que hasta 2007, en las 1,710 plantas en operación en el país sólo se trató el 38.3% del agua recolectada del sistema de alcantarillado para recibir el tratamiento que mejore su calidad antes de ser utilizada o de retornar a las fuentes de agua y espera que para 2025 esta proporción llegue a 90%. Sin embargo, aunque se alcance la meta establecida por la CONAGUA o incluso sea superada llegando hasta el 100%, el problema aún no estaría resuelto ya que una fracción importante de las aguas residuales que se producen no son recolectadas; lo grave de esta situación es que ni siquiera se tiene información del espectro de contaminantes que pueden estar presentes en ellas. Un ejemplo de esta situación es la contaminación difusa de las aguas que provienen del sector agrícola, las cuales arrastran entre otras cosas compuestos organoclorados altamente tóxicos, en cantidades tales que en muchas ocasiones no pueden ser registrados por los instrumentos de medición y afectan tanto a las aguas subterráneas como a las superficiales y pueden ocasionar serios daños a la salud humana y a la vida de los ecosistemas.

Amemiya (2006) sostiene que tanto el abastecimiento de agua potable como el tratamiento de aguas residuales, son factores que contribuyen a la sustentabilidad del recurso hídrico, por lo que urge resolver el déficit del sistema de tratamiento de aguas residuales originado, entre otros factores, por problemas de financiamiento para la instalación de infraestructura y operación, ya que con las tarifas que pagan los usuarios no se cubren ni

siquiera los costos de almacenamiento y distribución menos aún los costos del tratamiento. Adicionalmente, se requiere también atender el manejo de los lodos de tratamiento, los que si no se tratan y confinan siguiendo la normatividad establecida representan un potencial problema de salud.

1.3 Gestión del recurso hídrico en México

Por todo lo anterior, es muy importante revisar los mecanismos de gestión que sentarán las bases para detener o revertir los procesos de agotamiento del recurso. Ello porque como ya se ha dicho, el agua es un recurso estratégico para la estabilidad, el desarrollo, el crecimiento y la subsistencia de la nación, que ha comenzado a escasear en algunas regiones del país y la expectativa es que esta tendencia se mantenga por el crecimiento urbano desorganizado y por los daños causados al ciclo hidrológico.

Atendiendo a esta necesidad, en la actualidad los países tanto desarrollados como en desarrollo están instituyendo mecanismos de gestión integral de cuenca. La gestión integral de cuenca tiene como objetivo llegar a un nivel de especificidad que pueda resolver los problemas más particulares de cada uno de los usuarios involucrados en el proceso, pero que además no se resuelvan de manera unilateral; es decir, se busca llegar a un proceso de construcción de consensos en donde todos los actores involucrados puedan participar efectivamente de la toma de decisiones (Monforte *et. al.*, 2012).

El concepto de gestión integral del agua por cuenca hidrológica ha ido evolucionando. Inicialmente había sido entendido como *el conjunto de actividades conducentes al manejo de los recursos hídricos*. Sin embargo, al agregar el elemento integral y bajo el principio de sustentabilidad esta definición se ha modificado para verse como una estrategia mediante

la cual se unifican los intereses de los diversos usuarios para diversos usos del agua y la sociedad en su conjunto, con el objetivo de reducir los conflictos entre ellos que surgen por la escasez y vulnerabilidad del recurso, pero tendiente a lograr un equilibrio adecuado entre el desarrollo económico, el crecimiento de la población, el uso racional del recurso y la conservación ambiental incluyendo al agua (Dourojeanni *et. al.* 2002). Posteriormente, dicho concepto al analizarse bajo la óptica de una cuenca hidrológica, ha incorporado el marco de operatividad del proceso de gestión que comprende *la interrelación e interdependencia entre los sistemas físicos y bióticos y el sistema socioeconómico formado por los usuarios de las cuencas, ya sean habitantes o interventores externos de las mismas* (Dourojeanni *et. al.* 2002)

Según Tortajada (2004), el sistema de gestión del agua comprende los siguientes enfoques: el sistémico, ya que se presenta un conjunto de relaciones entre entidades que desarrollan procesos administrativos, de control del recurso, y servicios de uso público y privado con entidades consumidoras y entidades relacionadas a usos complementarios del recurso (naturales, financieros, humanos, institucionales); el cibernético, porque se generan productos o resultados como consecuencia de intercambios de información y otros recursos entre los elementos involucrados; y finalmente, el dinámico, donde las variables de estado y variables de flujo presentan una tasa de intercambio de elementos de una manera no lineal ni causal, sino recursiva, con presencia de fenómenos de retardo y oscilación.

Con relación al anterior mecanismo de gestión, Dourojeanni *et. al.* (2002), mencionan que México ha sido pionero en Latinoamérica en el diseño e implementación de una estructura de participación multisectorial para la gestión del recurso hídrico a través de los llamados

Consejos de Cuenca. Para ello, el Gobierno inició dando un paso a la descentralización del poder de gestión del agua al crear las Gerencias Regionales en las cuales los procesos de gestión estaban más enfocados a problemas locales. La figura de los Consejos de Cuenca facilita la coordinación de las políticas y programas hidráulicos entre los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) y permite armonizar los objetivos y metas tanto de las autoridades de gobierno como de los diferentes usuarios del agua.

En el marco de la administración pública mexicana, los Consejos de Cuenca responden a los siguientes objetivos generales:

- (i) lograr el equilibrio entre oferta y demanda del agua en la cuenca para sus diversos usos;
- (ii) el saneamiento de las cuencas, acuíferos y cuerpos de agua para prevenir, detener o corregir su contaminación;
- (iii) la conservación, preservación y mejoramiento de los ecosistemas de las cuencas con los que el agua forma sistemas naturales indivisibles;
- (iv) el uso eficiente y sustentable del agua en todas las fases del ciclo hidrológico; e
- (v) impulsar una cultura del agua que considere a este elemento como un recurso vital y escaso, difundiendo su valor económico, social y ambiental, y alentando la participación de la sociedad en su cuidado y uso sustentable (Chávez, 2008).

En virtud de lo anterior, queda de manifiesto que el proceso de la gestión integral de cuenca debe ser un trabajo colaborativo, multidisciplinario, en el que participen tanto las entidades de gobierno, así como todos los usuarios de todos los sectores; sin embargo, el componente ambiental generalmente no tiene un representante como tal, sino que es la normatividad la que señala tanto los límites de extracción, como la calidad necesaria del

agua para el mantenimiento del ecosistema. El hecho de que no haya un representante que abogue por el ecosistema transfiere la responsabilidad a los usuarios de los otros sectores el mantenimiento de la conservación del medio ambiente. Arrojo (2008) añade que dejar morir el ecosistema equivale a un suicidio colectivo, ya que esto implica perder la posibilidad de utilización del recurso no sólo de las generaciones futuras sino de las mismas generaciones actuales. El uso sustentable del recurso significa antes que cualquier otra cosa que el ecosistema siga vivo.

1.3.1 Marco jurídico, marco institucional y políticas públicas

Para tener una mejor perspectiva del sector hídrico en México es necesario conocer el marco legal e institucional que rige el manejo del agua. La figura 3 muestra la evolución de la política hidráulica mexicana y los estilos de desarrollo a través del tiempo; es importante resaltar que entre los años de 1950 a 1974 se fomentaba un desarrollo productivista, estableciendo las condiciones necesarias para la máxima expansión en infraestructura hidráulica, aumentando en un 500% la capacidad de almacenamiento de agua en presas y represas. A partir de 1971, con la promulgación de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (primera ley en el ámbito de la conservación ambiental), hasta la fecha el crecimiento en la construcción de presas disminuyó hasta el 40% (Rendón, 2011).

Figura 3. Evolución del marco jurídico e institucional.

Marco Jurídico			Marco Institucional	
Año	Ley	Características	Institución	Comentarios
1888	Ley sobre Vías Generales de Comunicación	Regula el aprovechamiento de aguas por concesión.		
1910	Ley sobre Aprovechamiento de Aguas de Jurisdicción Federal	Clasifica las fuentes de abastecimiento, regula los usos del agua y formaliza el régimen de concesiones.		
1917	Artículo 27 Constitucional	Establece la propiedad nacional sobre las aguas.		
1926	Ley sobre Irrigación de Aguas Federales	Fomenta las obras de riego consideradas de utilidad pública y se establece el “fondo nacional de irrigación” para financiarlas.	Comisión Nacional de Irrigación	Dependiente de la Secretaría de Agricultura y Fomento, cuyo objetivo es promover y construir obras de irrigación.
1929	Ley de Aguas de Propiedad Nacional	Redefine de las aguas y bienes federales, así como la posibilidad de establecer vedas, suspensiones y expropiaciones por causa de utilidad pública.		
1936	Nueva Ley de Aguas de Propiedad Nacional	Adiciona precisiones respecto a preferencias de uso, duración de concesiones, extinción, caducidad, organización de usuarios y recursos de impugnación de particulares contra actos de autoridad, entre otras.		
1946	Ley de Riegos	Amplía la regulación de las obras de riego, establece las causas de utilidad pública e institucionaliza la constitución de los distritos nacionales de riego.	Secretaría de Recursos Hidráulicos	Funciones: atender la dirección, organización, control y aprovechamiento de los recursos hidráulicos nacionales y la construcción de obras de riego, drenaje, abastecimiento de aguas potables y defensa contra

				inundaciones.
1947	Ley Reglamentaria del Párrafo Quinto del Artículo 27 Constitucional en materia de Agua del Subsuelo	Primer ordenamiento que reglamenta el agua subterránea, ratificando la libertad de su alumbramiento y en caso necesario establecer vedas y reglamentaciones.	Diversos planes y comisiones de estudio de 1947 a 1976, a nivel sectorial y regional.	Para plantear metas y estrategias para ordenar el uso y aprovechamiento del agua de diversas cuencas hidrológicas.
1948	Ley Federal de Ingeniería Sanitaria	Promueve la intervención financiera y técnica del Gobierno Federal en la planeación, proyección y ejecución de obras de agua potable y alcantarillado.		
1956	Ley de Cooperación para Dotación de Agua Potable a los Municipios,	Apoya la celebración de convenios con los ayuntamientos, para que la federación apoye el financiamiento de las obras de agua potable hasta por un 50%.	Juntas federales de agua potable y alcantarillado, sistemas de administración directa y comités municipales.	Para apoyar a la federación en la detección de necesidades de infraestructura.
1956	Nueva Ley Reglamentaria del Párrafo Quinto del Artículo 27 Constitucional en Materia de Agua del Subsuelo, que deroga a la de 1947.	Incluye aspectos que reservan el uso del agua de vapor para generación de fuerza motriz y energía eléctrica, estableciéndose preferencia para su uso a la Comisión Federal de Electricidad.		
1971	Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental	Primera ley en materia ecológica.		

1972	Ley Federal de Aguas	Apoya el desarrollo de la tecnología; organización, funcionamiento y financiamiento de la construcción y operación de obras federales de riego y de agua potable; evita especulaciones y acaparamientos; propicia el uso de agua residual; define la propiedad nacional de las aguas subterráneas; previene inundaciones y contaminación de las aguas.		
1973	Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas	Establece los máximos tolerables de contaminantes para las descargas de agua residual a cuerpos distintos del alcantarillado.		
1976			Comisión del Plan Nacional Hidráulico	Su objeto formular y mantener actualizado un Plan Nacional Hidráulico de la República Mexicana, constituye un esfuerzo muy importante de planeación sectorial.
1976			Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos	Surge de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y se redistribuyen algunas competencias, destacan facultades de agua potable asignadas a la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas y sobre acuicultura al Departamento de Pesca.

Fuente: Elaboración propia a partir de Rendón (2011).

En la figura 4 se muestra la evolución del marco jurídico e institucional de la política hidráulica mexicana que es vigente hasta la fecha de realización de esta investigación.

Figura 4. Disposiciones normativas e institucionales vigentes.

	Marco Jurídico		Marco Institucional	
Año	Ley	Características	Institución	Comentarios
1982	Ley Federal de Derechos	Establece cuotas por uso o aprovechamiento del agua, por uso o goce de zonas federales, por descarga de aguas residuales a cuerpos receptores nacionales, tipo de cuerpo receptor, contaminantes y su grado de concentración.		
1983	Leyes estatales en materia de agua potable	Se establecen diversas disposiciones que apoyan la regulación de la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.	Organismos operadores	Se entregan, mediante decreto presidencial, a los gobiernos de los estados y a los ayuntamientos todos los sistemas de agua potable y alcantarillado que operaba la federación.
1986			Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	Encargado de realizar investigación, desarrollar, adaptar, y transferir tecnología, prestar servicios tecnológicos y preparar recursos humanos calificados para el manejo, conservación y rehabilitación del agua, a fin de contribuir al desarrollo sustentable del país.
1989			Comisión Nacional del Agua	Autoridad única en materia de Agua, órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos que tiene la misión de administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad para lograr el uso sustentable del recurso. A partir de 1994 se integró a la Secretaría de Medio

				Ambiente y Recursos Naturales y Pesca, actualmente Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
1989			25 consejos de cuenca, 6 comisiones de cuenca y 38 comités técnicos de agua subterránea (Cotas)	Surgen a partir de la creación de 13 regiones hidrológico administrativas que obedecen a la política de descentralización del sector y a la necesidad de que sean los mismos actores los que participen en la toma de decisiones.
1991	Reforma la Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas Federales de Infraestructura Hidráulica	Establecer los mecanismos para la recuperación parcial de las inversiones en obras de infraestructura.		
1992	Ley de Aguas Nacionales	Objetivos: administración integral del agua; mayor participación usuaria y privada en el financiamiento, construcción y operación; fortalecimiento de la seguridad jurídica sobre los aprovechamientos y el desarrollo integral sustentable del agua, sus bienes y sus servicios.		
1994	Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	Precisa el alcance y sentido de las disposiciones de la ley.		
2000			Consejo Consultivo del Agua	Tiene como objetivo impulsar el cambio estratégico necesario del sector, así como promover, coordinar y dirigir el esfuerzo de la sociedad para lograr la cultura del manejo y uso eficiente del

				agua en el país.
Otras Leyes	Ley de Ingresos de la Federación	Establece anualmente los presupuestos de ingresos, contribuciones de agua y los criterios generales que permiten recuperar el costo de operación, conservación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica federal.		
	La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	Reglamenta los procesos de descarga de agua residual a cuerpos receptores nacionales y locales, regula y obliga el control en la construcción de obras que puedan representar riesgos de contaminación de los recursos naturales y define las diversas atribuciones de las instancias federal, estatal y municipal.		
	La Ley de Metrología y Normalización	Fija los procedimientos para emitir normas en materia hidráulica y para verificar su cumplimiento.		
	La Convención de 1906 y el Tratado de Límites y Aguas de 1944, firmados por México y los Estados Unidos	Fundamentan la distribución de las aguas internacionales de los ríos Colorado, Bravo y Tijuana.		

Fuente: Elaboración propia a partir de Rendón (2011).

Como lo establece la Constitución en el artículo 27, el agua de los ríos, lagos y acuíferos es propiedad de la Nación y corresponde al Poder Ejecutivo su administración. La Ley de

Aguas Nacionales tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento del agua, así como el control y la preservación de su cantidad y calidad, para lograr su desarrollo integral sustentable, y faculta a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) como autoridad responsable de la administración del recurso. En cuanto a la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, según lo dispuesto en el Artículo 27 Constitucional, sólo podrá realizarse por los particulares mediante concesiones que otorgue el Ejecutivo Federal a través de la CONAGUA (CONAGUA, 2007).

Con relación a las políticas públicas vigentes el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 es el documento rector de la política pública que establece los objetivos y estrategias nacionales para cada uno de los cinco ejes de política pública que lo componen, así como un conjunto de metas asociadas a ellos. Los ejes son:

1. Estado de derecho y seguridad.
2. Economía competitiva y generadora de empleos.
3. Igualdad de oportunidades.
4. Sustentabilidad ambiental.
5. Democracia efectiva y política exterior responsable (CONAGUA, 2007).

En congruencia, el Programa Nacional Hídrico incorpora los objetivos, estrategias y metas que se establecen en el Plan Nacional de Desarrollo en relación con el manejo y preservación del agua. De igual forma, retoma los conceptos, planteamientos y metas que se establecen en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012. En el capítulo 6 del Programa Nacional Hídrico se indica cómo se vinculan las estrategias de este programa con las estrategias del Plan Nacional de Desarrollo. Es

importante destacar que cada estrategia del Programa está asociada al menos con una estrategia del Plan Nacional de Desarrollo (CONAGUA, 2007).

1.3.2 Aspectos limitantes de la gestión del agua en México

El Presidente de la República como Jefe del Ejecutivo Federal establece en la presentación del Plan Nacional Hídrico que el “objetivo central del Gobierno es el Desarrollo Humano Sustentable, es decir, que todos los mexicanos tengamos una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras” (CONAGUA, 2007. p. 7). Para cumplir este objetivo será necesario que los ciudadanos se rijan por un sistema que promueva la equidad social y económica, así como el uso y protección racional de los recursos naturales.

Para el caso específico del recurso hídrico, la estrategia que busca alcanzar el objetivo de sustentabilidad ambiental es la gestión integral por cuenca hidrológica (GICH), lo cual implica tomar decisiones técnicamente factibles, ecológicamente protectoras, socialmente aceptables, económicamente eficientes y políticamente viables (Collado, 1999). Como lo menciona Castro (2008), ello requiere tener en cuenta las interrelaciones entre los diferentes componentes ambientales y la vinculación de ellos con el desarrollo social y económico a nivel de la cuenca hidrológica. El ciclo hidrológico del agua la relaciona fuertemente con el suelo y con la flora de una región, razón por la cual de manera inicial la gestión integral por cuencas hidrológicas debe atender estos tres componentes de manera integral sin dejar de fuera la interrelación de todos ellos con los núcleos de desarrollo urbano que son finalmente los que ejercen mayor presión en las decisiones de gestión.

No obstante, Collado (1999) menciona que en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos no hay una referencia explícita al manejo integral de cuencas, aunque en el

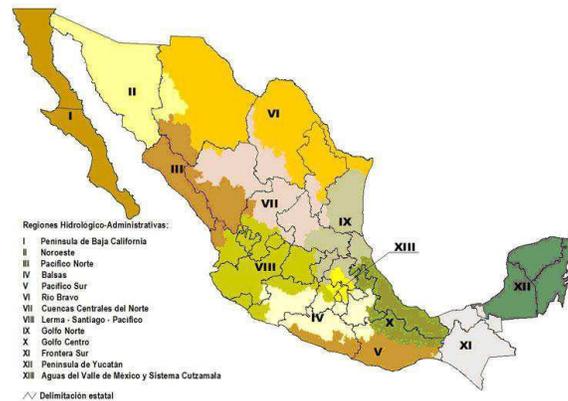
tercer párrafo del artículo 27 se expresa la necesidad de regular los elementos naturales susceptibles de apropiación con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. También se menciona que se requieren ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, fomentar la agricultura, ganadería y silvicultura, y evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Las disposiciones de ordenamientos jurídicos como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley Forestal, la Ley Agraria, la Ley de Distritos de Desarrollo Rural y la Ley de Planeación atienden con detalle las necesidades de protección del medio natural de que es objeto su legislación, pero presentan una poca o nula coordinación entre ellas, por lo que los problemas para llevar a cabo una Gestión Integral por Cuenca Hidrológica (GICH) no es estructural, sino por omisión. Sin embargo, podría subsanarse mediante la elaboración de un Programa de Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas (Collado, 1999).

Lo anterior nos lleva a ver que existe un área de oportunidad a nivel legislativo y de políticas públicas para que se den las condiciones necesarias que propicien la viabilidad de la gestión integral por cuencas hidrológicas. Es importante resaltar que desde la creación de la CONAGUA, que inició el proceso de descentralización en el manejo del recurso, se conformaron 13 regiones hidrológico-administrativas en que se dividió el país, como se

muestra en la figura 5, y los consejos de cuenca como núcleos de una participación incluyente de todos los actores por región o cuenca hidrológica.

Figura 5. Regiones Hidrológico-Administrativas



Fuente: Subdirección General de Programación. (CONAGUA, 2007).

Sin embargo, a pesar de ello la gestión del agua aún no ha alcanzado los niveles deseados que permitan conseguir la sustentabilidad del recurso. Dourojeanni *et al.* (2002) menciona que algunos de los obstáculos más importantes que deben superar los consejos de cuenca para poder cumplir con sus objetivos son:

- a) la falta de experiencia por parte de los usuarios del agua para organizarse, coordinarse y tomar decisiones;
- b) la falta de experiencia por parte de los diferentes actores gubernamentales;
- c) la dificultad para integrar, ejecutar, dar seguimiento, evaluar y reformular planes y programas;
- d) la ausencia de un sistema público de información; y
- e) la carencia de mecanismos de financiamiento.

Como ya se mencionó, la estructura legislativa mexicana ha sentado las bases para ejercer un proceso de gestión sustentable a nivel de cuencas hidrológicas, aunque en muchos casos

no ha sido posible operacionalizar sus elementos normativos y administrativos debido a la falta de reglamentos que establezcan el vínculo entre cada uno de los componentes del sistema y la manera de hacerlos aplicables bajo la óptica de cada institución. Tomando en consideración que en cada una de las cuencas hidrológicas definidas por la CONAGUA se encuentran insertos núcleos poblacionales donde la dinámica de crecimiento y consumo de recursos impacta de manera sustantiva al equilibrio de la cuenca hidrológica es importante atender los aspectos relacionados a la gestión urbana y en la medida que los problemas de asignación de agua a las grandes urbes pueda ir resolviéndose existirá una mayor posibilidad de atender con éxito la gestión integral por cuenca. ¿Por qué es importante la gestión urbana como un actor más de la cuenca hidrológica aún y cuando el consumo de agua para este sector no es el más grande, apenas el 23% del consumo total de agua?, debido al poder político y económico que representa este sector y aunque el sector agrícola es un sector muy protegido por la federación, el sector urbano políticamente tiene un mayor poder de decisión, por tal razón esta investigación se va a enfocar en la gestión urbana como un componente fundamental de la gestión integral del recurso.

Chávez (2008) señala otro ángulo del problema al mencionar que los consejos de cuenca para alcanzar sus objetivos se enfrentan a la falta de conocimientos sobre el ciclo hidrológico, a la falta de información para sustentar las decisiones, a diferentes niveles de corrupción presentes en los ámbitos gubernamentales y a los intereses políticos en torno a los cuales gira el proceso de gestión.

Otro aspecto que Morales (2001) comenta es que la inversión en el sector ha sido subsidiada y que la tendencia es que disminuya en los sectores federal, estatal y municipal al igual que el otorgamiento de créditos. Lo anterior es muy serio, porque como ya se

señalaba, las utilidades de organismos operadores no consiguen pagar el costo total de producción de agua ya que los derechos, aunque están establecidos en la ley, no se han podido cobrar en su totalidad en particular para agua doméstica y comercial. Así, la tarifa de venta a usuarios no se relaciona con su costo real, además de que se encuentran permanentemente afectados por injerencias políticas y sociales.

De acuerdo con los postulados propuestos por la economía ambiental, un principio humano es que todo aquello que no tiene un valor económico tiende a ser despreciado, desperdiciado, subvalorado y descuidado. En pocas palabras, el valor de un bien que puede llegar a ser incluso de importancia vital no consigue percibirse socialmente en ausencia de una valoración económica. Sustentado en esta idea, el valor del agua (representado por la tarifa) sería consustancial a la gestión del recurso, a partir de dos vertientes analíticas: el valor de uso en todos los ámbitos en los que tiene participación y el valor de cambio que básicamente es un valor monetario estimado a partir de los costos de extracción, almacenamiento, tratamiento, traslado y mantenimiento de infraestructura.

El componente de la tarifa correspondiente al valor de uso no ha sido estimado sistemáticamente debido a que desde el enfoque económico neoclásico es poco relevante y sólo cobra importancia en momentos de escasez, y aún el valor de cambio que sí es calculado presenta una serie de problemas en su estimación. A este respecto, Morales (2001) menciona que en México algunas de las causas de la problemática de la asignación de precio al agua, derivan de que los datos de la producción y distribución son estimados; es decir, no se conocen los valores reales, toda vez que se carece de mecanismos para hacer una macro-medición del recurso, tampoco se tiene registro de la totalidad de los pozos

perforados ni de su gasto. Es más, los flujos de ríos y canales para riego también son estimados.

No obstante lo anterior, en esta investigación se intentará proponer una estructura tarifaria que proponga recuperar el valor de cambio por el servicio del agua urbana y una aproximación a su valor de uso al construir un sistema de tarifas en bloque que pueda discriminar el valor del agua en función del tipo de usuario, el sector y el nivel de consumo, además de incentivar la conservación ambiental del recurso.

Partiendo de que la gestión urbana del agua es un ingrediente más de la gestión integral del agua en esta investigación se propone construir una propuesta tarifaria para asignar un valor más justo al agua, con base en principios de equidad social y de conservación de la integridad del ecosistema y su ciclo hidrológico, en el contexto espacial de referencia constituido por la cuenca del río San Juan particularmente aplicado a la zona urbana del Área Metropolitana de Monterrey. Ello tiene también la intención de que la propuesta pueda servir como un medio de acceso a información oportuna y confiable para orientar la participación social en la toma de decisiones respecto a la asignación y conservación del recurso hídrico como componente sustantivo de la gestión sustentable del agua.

Capítulo 2. El marco teórico: Mecanismos de gestión del agua

En este capítulo se plantea el reto de la disponibilidad del agua a nivel urbano ante la inminente escasez del recurso en las principales ciudades del país. El concepto de gestión sustentable pretende sentar las bases teórico-metodológicas para conseguir un manejo eficiente; un uso racional; un respeto al medio ambiente, proveedor y receptor del recurso después de transitar por su uso urbano, además de mantener la equidad entre los usuarios. Por lo tanto, a continuación se plantea de manera general el debate de la valoración del agua; la gran dificultad teórica para el establecimiento de su valor tarifario, así como también las bases de un manejo sustentable desde los ejes ambiental y social.

2.1 Valoración ambiental

Desde el punto de vista humano, la naturaleza puede ser tratada desde dos concepciones, la utilitarista donde es considerada como un recurso natural para satisfacer necesidades humanas y la conservacionista donde la naturaleza es en sí misma el origen y el sustento de la vida más allá de la vida humana. Entre estas dos concepciones oscila lo que podría llamarse la estrategia de manejo de la naturaleza (Monforte et al., 2012).

A partir del enfoque utilitarista la naturaleza es considerada como materia prima para la producción de bienes y servicios a favor del desarrollo; entendiéndose en esta perspectiva como desarrollo el despliegue de capacidades en los ámbitos social, intelectual, cultural, económico entre otros, pero reconociendo que en el modelo de desarrollo dominante el crecimiento económico ocupa un lugar central (Monforte et al., 2012).

Desde el ámbito económico, el uso de la naturaleza ha estado en la línea de ser considerada como fuente inagotable de materia prima para su transformación en beneficio del desarrollo (Gutiérrez y González, 2010). Aunado a lo anterior, el aumento de la población y la transformación de la producción hacia un uso intensivo de los recursos naturales, propició una interacción desfavorable que derivó por una parte, en conflictos sociales por el dominio y control de los mismos y por otra parte, en la contaminación, escasez, deterioro e incluso agotamiento de algunos recursos naturales.

La economía ambiental surge de manera formal en 1970 como una necesidad de atender a una serie de avisos de que el desarrollo, basado en un medio ambiente con capacidad infinita de recursos, en determinado momento llegaría a poner límites al crecimiento. Esto ya lo había manifestado Malthus en 1803 en su teoría de los rendimientos decrecientes, argumentando que el incremento de la población demanda mayor producción de alimentos lo que incorpora tierras cada vez menos fértiles, aumentando los costos de producción y disminuyendo el rendimiento agrícola. Las señales de que las cosas no marchaban bien se acentúan en los inicios y mediados del siglo XIX al observar los efectos de la revolución industrial y de la revolución agrícola con relación al deterioro por la contaminación y al agotamiento masivo de recursos debido a su sobre explotación (Chang, 2001).

A partir de la indiscutible realidad de la escasez, la economía ambiental se plantea el objetivo de poner un valor económico a los recursos que se volvieron escasos a través de incorporar las externalidades mediante un proceso fundamentado en las teorías de Pigou.⁹ Este autor en 1920 establece que las externalidades deben ser internalizadas mediante la

⁹ Externalidades son todos los efectos involuntarios en el bienestar de las personas y empresas que se pueden traducir en costos privados pasados a la sociedad ocasionados por la falta de adecuación al bienestar social (Chang, 2001).

fijación de impuestos al contaminador¹⁰. Por su parte, Coase hace lo propio al proponer en 1960 una privatización extrema, al señalar que los bienes públicos padecen de un mayor deterioro que los bienes privados.¹¹ La idea de Coase es apoyada por Hardin (1986), quien en su obra “La tragedia de los comunes” manifiesta que el incremento de la población pone en riesgo la existencia de los bienes comunes. Los costos del mantenimiento de los espacios comunes no son voluntariamente absorbidos por los individuos en forma privada, porque no se visualiza un beneficio económico en el corto plazo y porque el costo del deterioro en el largo plazo es incierto y muchas veces no es estimado. Evitar el deterioro de los bienes comunes depende de la conciencia y de la responsabilidad de los individuos, pero es muy arriesgado dejar la supervivencia de la naturaleza en manos de la fortuita y volátil moral de los seres humanos.

Por otra parte, desde el punto de vista conservacionista entre los años setenta y ochenta del siglo pasado se consolida la economía ecológica la cual se construye sobre la idea de que la naturaleza tiene un valor en sí misma. A diferencia de la economía ambiental, la economía ecológica propone al proceso económico como un sistema abierto donde la materia prima, los desechos y la energía interactúan más allá del sistema económico y

¹⁰ Piguó señaló que cuando no hay competencia perfecta, lo que suele ser la gran mayoría de las ocasiones, se producen externalidades que se traducen en costos privados afectando el bienestar social por lo que su propuesta se basa en establecer un impuesto, responsabilidad del Estado, hacia la entidad que produce la externalidad (Chang, 2001).

¹¹ Coase, bajo el mismo enfoque de Piguó, establece una variante a esta tesis debido a que defiende la idea de que no siempre paga el que produce la externalidad, sino que se llega a una negociación entre el contaminador y el afectado, por lo cual lo más importante es establecer el derecho de propiedad de los recursos naturales, derivándose como solución la privatización de la totalidad de los bienes naturales (Chang, 2001).

como tal debe ser estudiado, entendido y respetado para conseguir el equilibrio entre el medio externo y el sistema económico.

Desde este enfoque, los problemas que han originado la crisis ambiental son el resultado de no haber alcanzado el equilibrio entre las utilidades, la materia y la energía (Foladori, 2001). Martínez-Alier (2003) menciona que la economía ecológica ve las economías desde el punto de vista del “metabolismo social”, porque están incrustadas en las instituciones sociales y en la percepción social de los flujos físicos y de los impactos ambientales.

Para los economistas clásicos, el valor de un bien depende del trabajo acumulado en él (Pineda, 2006); este es un concepto de valoración objetivo y estático porque independientemente de quién lo valore, bajo las mismas condiciones, la cantidad de trabajo acumulado será la misma. Mientras para los neoclásicos, el valor de un bien depende de la utilidad marginal, es decir de la utilidad generada por el consumo de una unidad adicional (Pineda, 2006). Este concepto de valor es de carácter subjetivo, por estar en función de las preferencias personales y de los beneficios que el observador percibe en él, además de ser un concepto dinámico por verse influenciado por el nivel de saciedad o de saturación del consumidor y por la disponibilidad o escasez del bien a través del tiempo.

Desde otro enfoque, para los conservacionistas suscritos a la ecología profunda el medio ambiente vale por sí mismo es decir, tiene un valor de no uso o valor de existencia independientemente del valor que represente para los seres humanos. Para este efecto, se estudian diferentes procesos de toma de decisiones “en un contexto de conflictos distributivos, valores inconmensurables e incertidumbres irresolubles” (Martínez-Alier, 2004, p. 46). El concepto de inconmensurabilidad, también es llamado de “comparabilidad débil de valores”, porque ningún valor tiene la capacidad de imponerse sobre los otros, es

decir, se admite la irreductibilidad entre los distintos tipos de valor, por lo que es posible alcanzar una decisión razonada por medio de deliberaciones apropiadas que den cuenta de los factores en juego, no sólo los económicos.

Finalmente, los utilitaristas otorgan al medio ambiente un valor de uso que puede ser directo, por ejemplo, para el consumo; o indirecto que beneficia a los individuos en general o a ciertos grupos de ellos, aunque no tengan conciencia de ello. Esto es precisamente lo que es llamado comparabilidad fuerte de valores que consiste en la internalización de las externalidades en el sistema de precios, cuya expresión más usual es el análisis de costo-beneficio (Martínez-Alier, 2004).

En este marco, hablar particularmente del valor del agua es un tanto difícil debido a que el agua tiene muchas funciones relacionadas con la existencia humana. Se podría hablar del valor del agua en los contextos biológico, químico, ecológico, simbólico y religioso, entre otros; sin embargo, el ámbito que ha ejercido mayor influencia, incluso a la misma accesibilidad del agua, ha sido el económico, razón por la cual es importante entender el rol que juega el agua en la esfera económica, así como la manera en que esta área del desarrollo humano ha contribuido a la problemática actual del agua en el planeta.

2.1.1 Agua como bien económico

Para hablar del valor del agua es preciso partir de la polémica en torno al valor económico del agua. En principio, como ya se mencionó, desde el enfoque utilitarista son susceptibles de ser valorados económicamente aquellos artículos que son capaces de satisfacer necesidades o producir bienestar (felicidad); sin embargo, limitar al agua a ser solamente un artículo que satisface necesidades humanas es síntoma de una gran miopía, ya que el

agua no solamente tiene una funcionalidad económica como tal, sino que tiene una participación fundamental en procesos que dan origen a la vida y permiten su permanencia.

Un artículo visto desde el punto de vista económico es aquel que se puede comerciar, que puede sufrir transformaciones para producirlo con el menor costo de modo que el excedente del consumidor sea lo mayor posible y que a su vez se maximice el valor económico total, en muchas ocasiones esto se consigue favoreciendo las economías de escala a costa de propiciar un desperdicio (Nicholson, 2005).

Otro concepto que suele ser sobre dimensionado es la función de producción, que desde el punto de vista económico es una función de optimización con fundamento en la teoría de la utilidad marginal donde el objetivo es la maximización de las utilidades por cada unidad de insumo que entra a proceso (Nicholson, 2005). Sin embargo, esta idea intenta extrapolarse a ámbitos como el social y el ambiental en los que el concepto es llevado hasta el máximo de utilización asumiendo que los insumos que forman parte de la función de producción, y esto es porque son susceptibles de ser medidos, son los únicos y más importantes a considerar suponiendo que todas las demás variables permanecen constantes ignorando la existencia de una red de interacciones entre los factores que son conocidos (medidos) y también entre los que no se pueden medir o son desconocidos (Loewenstein, 2000).

Con relación a lo anterior, Hanemann (2005) menciona como ejemplo, que en el ámbito de la salud pública podría construirse una función de la disminución de enfermedades gastrointestinales en términos de la utilización de una unidad adicional de agua en cuestiones de higiene; en el ámbito ecológico podría construirse una función que estimara la recuperación del ecosistema en función de no extraer de un río una unidad adicional de

agua. En los casos mencionados, es claro que el concepto de función de producción estaría sobre utilizado debido a que no sería posible mantener bajo control a las variables secundarias en el ámbito de la salud pública o en el ámbito ecológico al equipararla con un proceso productivo.

Dado lo anterior, Hanemann (2005) señala que las consecuencias de manejar al agua como cualquier artículo comerciable son en gran medida las causas de su deterioro afectando no solamente al propio recurso agua, sino a otros recursos que dependen estrechamente de ella. La aplicación de los conceptos económicos a las complejas características que tiene el agua como un bien económico se convierte más en parte del problema que en parte de la solución. Por ejemplo, el agua presenta la característica de movilidad por ser un flujo y por tener una alta capacidad de cambiar a estado gaseoso que lo hace difícil de contener provocando un manejo costoso; otra característica, es la accesibilidad variable ocasionada por la temporalidad y por su distribución en las diferentes regiones o países, situaciones que provocan la necesidad de contenerla y almacenarla incrementando los costos de manejo. Por otra parte, se presenta la variabilidad en la calidad debida a los diferentes componentes que el agua difunde y transporta, situación que puede requerir de muy diversos procesos de depuración y potabilización, aumentando nuevamente los costos de producción. En contraparte está su carácter de componente esencial para la vida, lo que la convierte en un derecho humano por lo que debería ser accesible en cantidad¹², calidad y precio a todo ser humano independientemente de los costos anteriormente mencionados

¹² La Organización Mundial de la Salud (OMS)(2009) considera que la cantidad adecuada de agua para consumo humano (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) es de 50 l/hab-día. A estas cantidades debe sumarse el aporte necesario para la agricultura, la industria y, por supuesto, la conservación de los ecosistemas acuáticos, fluviales y, en general, dependientes del agua dulce. Teniendo en cuenta estos parámetros, se considera una cantidad mínima de 100 l/hab-día.

(Véase Arrojo, 2007). Si a lo anterior agregamos otras características como su carácter simbólico y religioso, además de las necesidades del caudal ecológico que suele ser ignorado y poco estimado, hacen del agua un bien económico de gran complejidad que debería ser tratado bajo condiciones diferentes a otros bienes económicos.

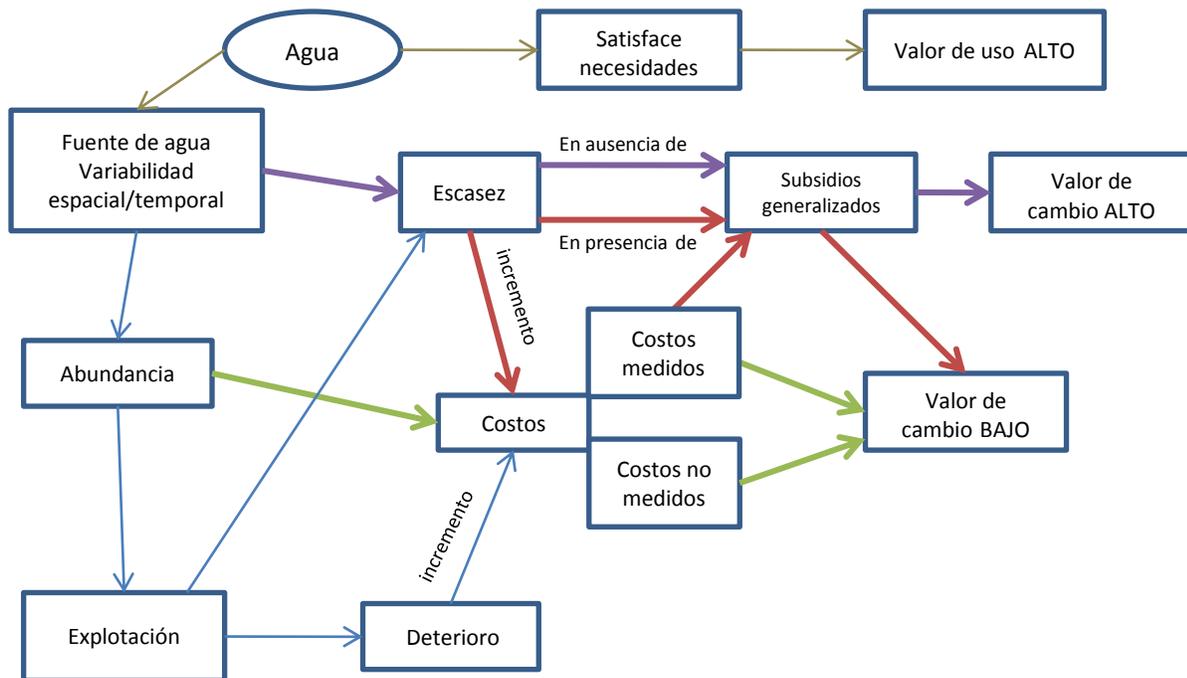
Pineda (2006) señala que existe la creencia de que el valor económico de un bien equivale a su precio en el mercado, que el valor económico se origina del concepto de escasez¹³, de modo que si el bien es escaso incrementará su valor económico por efectos de la competencia por su adquisición. Sin embargo, menciona que esta simplificación no es correcta, el valor económico no es el precio en el mercado; el valor económico es una medida de la satisfacción o la generación de felicidad que un bien produce al ser humano, independientemente de la disponibilidad del bien que, en el caso del agua, estaría asociada a todas las funciones que desempeña en el ámbito económico como en el no económico.

Por otra parte, el precio de mercado está vinculado a la escasez; este valor se relaciona directamente con la demanda que a su vez se ve afectada por la disponibilidad de modo que un bien escaso con alta demanda aumenta su precio en el mercado, efecto que era señalado desde 1776 por Adam Smith en la paradoja del valor del agua y los diamantes; sin embargo, el agua no cumple con esta propiedad ya que aún en momentos de escasez típicamente no aumenta su valor de mercado.

La figura 6 muestra la complejidad del agua al ser considerada como un bien económico, así como los efectos que el manejo económico ocasiona en el deterioro del recurso.

¹³ Escasez es la relación entre la cantidad existente de una cosa y los usos que puede darle el individuo (Nicholson, 2005).

Figura 6. Valor económico del agua.



Fuente: elaboración propia partir de los autores revisados

En suma, el agua tiene un muy alto “valor de uso” debido a la gran cantidad de funciones que desempeña como componente de la materia viva, en el mantenimiento de los ecosistemas, en los procesos de producción de alimentos, en usos urbanos, en procesos productivos, en usos recreativos, etc. La teoría económica señala que bienes con un alto valor de uso en abundancia tendrán un bajo valor de cambio y viceversa; es decir, un bien aún con bajo valor de uso pero en condiciones de escasez el valor de cambio aumenta.

Como ya se mencionó, en el caso del agua el valor de cambio no se ajusta a las propiedades establecidas por la teoría económica ya que su valor de cambio se mantiene bajo aún en condiciones de escasez, lo anterior puede deberse a lo siguiente:

- a) La aplicación de subsidios generalizados provocan que el precio del agua no sea influenciado por los cambios en la disponibilidad;

- b) el cálculo de su costo de manera parcial ya que solamente se consideran los costos de producción, manejo y administración sin incluir los costos ambientales y sociales;
- y
- c) finalmente, el efecto originado por considerar el agua como un bien público.

2.1.2 Agua como bien público y bien privado

Las características que tiene el agua al ser esencial para la vida, formar parte de la naturaleza y participar como insumo en muchos procesos, detona la controversia sobre el considerar al agua como un bien público o como un bien privado. Desde los años 50's se presentaba esta discusión. Samuelson (1954) afirmaba que los economistas distinguían los bienes de mercado convencionales llamados bienes privados de los bienes de interés público o de uso común llamados bienes públicos, los cuales pueden ser identificados como aquellos en los que su consumo no propicia rivalidad entre los consumidores y cuando son consumidos no excluyen de consumirlos a otros consumidores, características que sí se presentan en los bienes privados. Sin embargo, el agua presenta características en ambos contextos.

El problema para el agua, al formar parte de ambas categorías, radica en lo siguiente:

- Cuando el agua es tratada como un bien común o público, disminuye la responsabilidad de los usuarios de mantenerla en buen estado al carecer de sentido de pertenencia para el usuario propiciando efectos negativos como el desperdicio, mal uso y contaminación (Véase Hardin, 1986). Su cuidado y administración son responsabilidad del gobierno con recursos del Estado y los beneficios o perjuicios de su correcta o incorrecta gestión se vierten sobre toda la comunidad. Para los

países en los que la participación ciudadana en la toma de decisiones es escasa o nula, esta dinámica llega a desfavorecer enormemente a la comunidad y también al propio recurso.

- Por el contrario, cuando el agua es tratada como un bien privado entra en la dinámica de un bien económico bajo las leyes del mercado. Al ser tratada como “insumo” se busca comerciar con ella intentando conseguirla al precio más barato y en la mayor cantidad, sin importar las consecuencias ambientales, de disponibilidad futura, etc. Por otro lado, cuando juega el rol de “producto” se busca venderla al precio más caro con la intención de maximizar utilidades para el productor, sin importar la existencia de sectores de la población que carecen de la capacidad económica para competir por ella, propiciando por una parte un desequilibrio social y por otra parte una sobreexplotación del recurso (Chang, 2001).

No obstante lo anterior, en la conferencia de Dublín en 1992 se estableció que el agua es un bien económico, generando una polémica que aún no termina con posturas tanto a favor como en contra. En este sentido, por ejemplo, Baumann, Hanemann y Boland (1998) afirman que el agua no es diferente a ningún otro bien económico, por lo cual sí debe ser considerado como tal. Por su parte y en divergencia total, Barlow y Clarke (2002) consideran al agua como un bien universal por lo cual toda especie tiene derecho a ella y no debe ser tratada como un bien privado. También mencionan que es un derecho humano por lo que debe existir una responsabilidad colectiva.

Tal antagonismo ha impedido generalizar las estrategias de rescate del recurso a nivel internacional. Existen países como España que han implantado un estilo de gestión del recurso estableciendo la importancia del agua desde tres enfoques: el agua vida, el caudal

ecológico y el agua para usos económicos, aunque los esfuerzos para generalizar a nivel internacional esta concepción de manejo del agua han sido insuficientes para detener los procesos de agotamiento y contaminación (Arrojo, 2008).

2.1.3 Métodos de valoración del agua

Retomando la idea de asignación de valor a un bien, donde el sacrificio máximo “expresado en el dinero” que cada consumidor está dispuesto a hacer para adquirir un objeto proporciona una medida de la utilidad del objeto, de modo que la medida de valor es lo que el artículo vale para el individuo, no lo que cuesta, haciendo de este modo una distinción entre la demanda y el costo. Por otra parte, la valoración no se expresará exclusivamente a través de un intercambio monetario, sino que podrá ser formulada a través de una compensación mediante el intercambio de otro bien. Cuando la asignación de valor a un bien se hace a través de un acuerdo social, puede decirse que se ha hecho una determinación del valor económico socialmente objetiva, por lo que se considera que la asignación es económicamente válida (Nomen, 2005).

El concepto anterior puede ser aplicado a los productos no mercadeables, como ocurre con numerosos bienes y servicios ambientales, debido a que aunque el artículo no pueda ser vendido en el mercado es posible establecer una medida económica de la satisfacción que el bien es capaz de producir a través de la cantidad monetaria que la persona estaría dispuesta a intercambiar por él, si ese intercambio fuera posible; o también podría verse como la cantidad que una persona estaría dispuesta a recibir para perder ese bien o sustituirlo por otro (Hanemann, 2005).

Las ideas anteriores dan origen a los diferentes métodos de valoración económica del agua entre los cuales están:

- Método del costo de viaje. En este caso el valor del bien se estima mediante el valor del tiempo utilizado para el desplazamiento y permanencia en el lugar (costo de oportunidad de utilizar el tiempo en otra actividad), más los costos del traslado, de entrada, de estadía, y otros como la compra de artículos alusivos, es como si el bien valiera lo que la gente estaría dispuesta a pagar para disfrutar de él.
- Método de los precios hedónicos. La valoración se hace mediante la estimación de las diferencias de precios de los bienes con características ambientales positivas o negativas, en relación a un bien semejante que no presente dicha característica.
- Método de valor residual. Consiste en calcular el residual del valor total de un producto, cuando se conoce el costo de los insumos excepto el del bien que se está valorando por este método.
- Método de costos de recuperación. Se estima mediante los gastos para recuperar una zona dañada ya sea, por ejemplo, por la tala de árboles en un bosque, por la contaminación de tierra, de agua o de aire, por la explotación de cualquier recurso perteneciente a un ecosistema como alguna especie animal, por la caza furtiva o de alguna especie vegetal, por la sobre utilización de la agricultura o la ganadería, etc.
- Método de valoración contingente. Es un método experimental porque el valor se estima mediante lo que los individuos dicen que estarían dispuestos a pagar por un beneficio, restauración o preservación de un bien ambiental (Pérez, 2010).

Foladori (2001) menciona que hay muchas críticas para estos métodos, ya que en principio son estimaciones subjetivas y como tal no pueden representar un valor constante para

todos los individuos que los valoran y, por otra parte, sólo se incluyen en la valoración los elementos que para el juicio del valorador son importantes, quedando excluidos de él, en la mayoría de los casos, aspectos ambientales y sociales.

En Estados Unidos de Norte América desde mediados de los años 80, todos los proyectos de agua que se realizan deben incluir una valoración de los componentes no mercadeables y de las consecuencias que el proyecto representará sobre el medio ambiente (Hanemann, 2005). Este tipo de valoración es parcial y difícilmente puede llegar a ser exhaustiva a corto, mediano y largo plazos midiendo las consecuencias del proyecto, -sobre todo en lo que se refiere al impacto en el ecosistema-, debido a las grandes limitaciones existentes en los instrumentos de medición y las limitaciones en las estimaciones y proyecciones del impacto; finalmente, también es parcial, porque típicamente se trata de una evaluación económica, en la que el objetivo principal será obtener el máximo beneficio económico, ejemplo de esto es el canal Todo Americano¹⁴.

El caso mexicano es más grave aún, debido a que ni siquiera este tipo de análisis valorativo del deterioro ambiental es factible, ya que como lo señala Barkin (2006), un problema serio en el sector del agua en México es la falta de recursos, de conocimientos, de tecnología y de disposición política para la identificación, valoración y control del impacto ambiental que ejerce el actual estilo de gestión en los recursos hídricos del país. También menciona que, a pesar de las reformas institucionales, la gestión actual no es capaz de ofrecer servicios de agua adecuados a la población y los acuíferos y ecosistemas continúan degradándose.

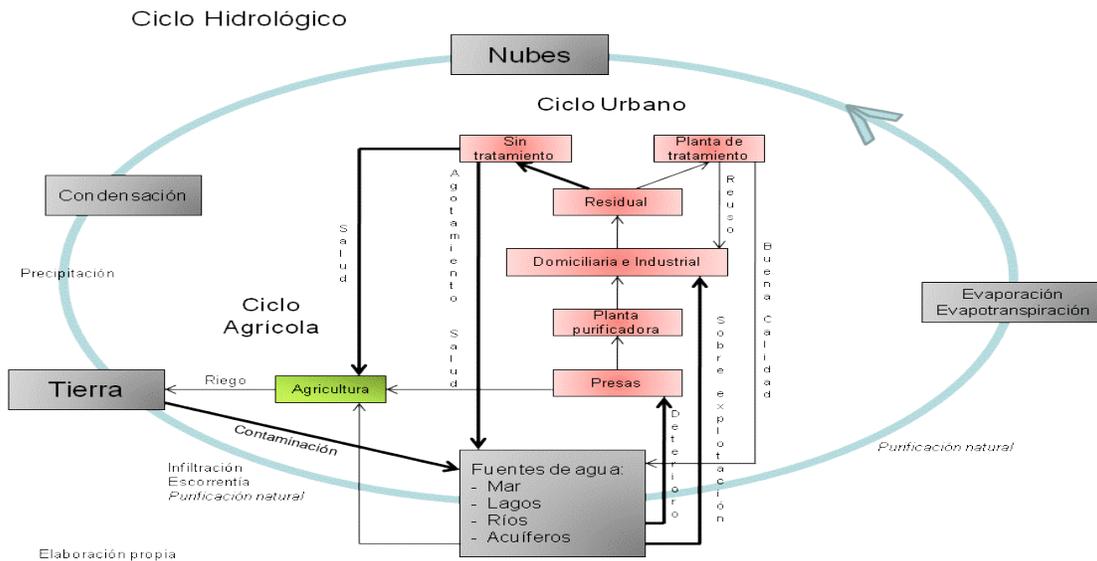
¹⁴ El canal se encuentra ubicado de forma paralela a la línea fronteriza con México y como actualmente no dispone de ningún tipo de revestimiento se produce infiltración subterránea que beneficia los mantos freáticos ubicados del lado mexicano con un volumen de agua de aproximadamente 80 millones de m³ al año, agua que es considerada la de mejor calidad al noroeste del valle. De llegar a revestirse el canal y evitar esta infiltración, el volumen retenido representa el 11% del volumen de agua subterránea que se extrae mediante pozos en el lado mexicano, concretamente en la zona adyacente al canal (Contreras, 2010).

Por lo anterior, es imprescindible hacer un análisis de las propuestas de gestión sustentable que hacen los académicos e investigadores de los mecanismos de la gestión del agua en México, señalando las áreas de oportunidad que pudieran dar paso a un proceso de mejora.

2.2 Gestión del agua

Se entiende como gestión del agua a la administración de la serie de procesos que se llevan a cabo para su utilización y consumo, desde la extracción de la fuente de origen hasta el momento en el que las aguas de desecho regresan a la fuente completando el ciclo de utilización. Se puede hablar de una gestión del agua sustentable cuando el estilo de administración propicia la optimización del uso del recurso y minimiza el deterioro del medio ambiente de forma tal que no se ponga en riesgo la permanencia del ciclo hidrológico a través del tiempo, además de favorecer la equidad social (Carabias y Landa, 2005). La figura 7 muestra la interacción entre el ciclo hidrológico y los ciclos urbano y agrícola del agua.

Figura 7. Ciclo Hidrológico



Fuente: elaboración propia a partir de los autores revisados

En México, la gestión del agua está centralizada en la CONAGUA, siendo la responsable de la administración de la totalidad del agua a través de la vigilancia de las agencias locales de agua que son dependientes de los gobiernos municipales, y aunque éstas a su vez tienen la encomienda de perfeccionar sus estructuras de gestión para brindar un servicio de calidad aún no se ha conseguido operar de una manera sustentable (Carabias, 2006). Sin embargo, el marco institucional persigue incrementar la eficiencia en el manejo del recurso al abrir la posibilidad de la participación de empresas paraestatales y privadas y al definir el perfil del manejo urbano del agua, el cual se sintetiza en los siguientes lineamientos (Pineda, Salazar y Buenfil, 2010)

- 1) Fortalecimiento de la autonomía de los organismos operadores.
- 2) Democratización en la toma de decisiones con la inclusión de la participación ciudadana.
- 3) Creación de los mecanismos para el uso eficiente de la recaudación.

- 4) Definición de los valores tarifarios evitando la influencia de intereses políticos.
- 5) Profesionalización del servicio a la par de salarios justos que induzcan alta eficiencia administrativa.

No obstante lo anterior, Barkin (2006) menciona que aún con los esfuerzos institucionales la gestión del recurso hídrico en México todavía se caracteriza por ser ineficiente e inequitativa para la sociedad y para el medio ambiente, y que los procesos de gestión actuales tienden a asegurar el suministro para la población y para las actividades productivas (el objetivo es satisfacer la demanda). Algo que es importante resaltar es la ubicación geográfica de los núcleos urbanos más importantes en zonas de baja disponibilidad y captación del recurso, lo que propicia que la gestión se oriente básicamente en hacer esfuerzos para la transferencia de agua entre las cuencas de las regiones con mayor disponibilidad de agua a las regiones con baja disponibilidad y alta demanda, sin considerar los efectos ambientales y sociales de estas transferencias, y sin tomar en cuenta el riesgo de provocar un agotamiento crónico del recurso en el largo plazo, ejemplos de esto son los casos del Distrito Federal y el de la ciudad de Aguascalientes.

2.2.1 Aspecto ambiental

Como ya se mencionó, el estilo de gestión del agua en México busca satisfacer la demanda del recurso a toda costa reemplazando las fuentes agotadas por nuevas fuentes, una gestión centrada en la oferta, pese a los efectos sobre la sociedad y sobre el medio ambiente. Lo anterior aunado a la ausencia de una gestión sistemática de los ecosistemas donde se encuentran las zonas de recarga de las cuencas hidrológicas, incrementa los problemas de contaminación y agotamiento del recurso.

Mathews (2005) menciona que la gestión del agua será sustentable ecológicamente cuando se tomen en cuenta: los requerimientos del ecosistema, la influencia de las actividades humanas en el régimen de flujo y la incompatibilidad entre las necesidades humanas y las necesidades del ecosistema, de modo que pueda llegarse a un equilibrio en favor de ambos. Lo ideal es que lo anterior se consiga a través de un trabajo colaborativo entre todos los sectores sociales, soportado mediante la ejecución de experimentos de gestión del agua que permita crear una base de conocimiento para la toma de decisiones sobre el diseño e implantación de un plan adaptativo de administración. A su vez, Zúñiga (2001) señala que para conseguir el manejo integral de la cuencas hidrológicas debe fomentarse la capacitación a nivel técnico y científico impulsado redes de agua y promoviendo planes de manejo de cuenca, con una visión holística hacia un enfoque ecosistémico.

Para Biswas (2001), otro aspecto de la sostenibilidad radica en la calidad del agua, menciona que no se puede pensar en una gestión sustentable si ésta no considera aspectos relacionados con la calidad del recurso. En este sentido, es importante considerar no solamente la calidad de agua para el consumo humano, sino el deterioro ambiental ocasionado por la contaminación de las aguas por desechos urbanos. En México se presentan fuertes problemas de deterioro en la calidad del recurso, debido en parte a la falta de información sobre el estado de los acuíferos, a la falta de instrumentos para hacer diagnósticos confiables y además, al uso de tecnologías de saneamiento insuficientes, anticuadas e ineficientes (Carabias, 2006). Dicha condición de desinformación y la necesidad de una mayor coordinación institucional también se representativa de la gestión en el norte del país, donde los conflictos alcanzan una trascendencia internacional (Castro-Ruiz y González-Avila, 2012)

2.2.2 Aspecto social

Desde el ámbito social, Boland (1993) indica que la equidad es otro aspecto que propicia la sustentabilidad, y se dará en la medida en que todos los usuarios paguen la parte proporcional al costo del servicio de agua que reciben. Es importante recalcar que el acceso al agua de calidad es un derecho humano, independientemente de la capacidad de pago de los individuos, razón por la cual es muy importante manejar un esquema de subsidios cruzados¹⁵ que permita que todos los usuarios efectúen un pago justo, pero accesible a su poder adquisitivo. Sin embargo, aunque los subsidios cruzados representan uno de los principales mecanismos de equidad Hantke-Domas y Jouravlev (2011) mencionan que es una herramienta imperfecta debido a la dificultad de discriminar entre los usuarios que son objeto de la ayuda. Por otra parte, se enfrentan a las siguientes dificultades: en el caso en el que los subsidios a la oferta sean ejercidos por el gobierno esto representa el riesgo de ocultar los costos reales del servicio propiciando del desperdicio entre los usuarios; por otra parte, cuando los subsidios se aplican a volúmenes bajos de consumo igualmente incentiva el desperdicio debido a la creencia de que esa proporción de agua es gratuita. En ese sentido del organismo operador debe establecer con claridad la estructura subsidiaria de modo que pueda percibirse por los usuarios como un beneficio para los segmentos de menores ingresos.

Adicionalmente, la equidad social no ha sido alcanzada en México porque no todos los habitantes con menores ingresos tienen acceso a los subsidios debido a que viven en comunidades rurales o de las zonas marginadas, donde no disponen del servicio por no

¹⁵ “Los subsidios cruzados implican cobrar tarifas por debajo de los costos a un grupo de usuarios (usualmente domésticos) y tarifas por encima del costo a otros (frecuentemente a usuarios industriales y al comercio). Con el objetivo de favorecer el acceso de las familias de bajos ingresos a los servicios” (Yepes, 2003, pág. 1).

estar conectados a la red de distribución. De ahí que el servicio se brinda a través de pipas repartidoras, en el mejor de los casos, pagando el agua a un precio mucho mayor que el precio que pagan las personas ubicadas en las zonas urbanas (usualmente con mayor poder adquisitivo). Esta inequidad es el reflejo de la falta de reglamentos para una verdadera participación ciudadana en la toma de decisiones y de utilizar al agua como un instrumento político favoreciendo a los sectores con mayor influencia. A lo anterior se añade el incumplimiento de las leyes por la falta de reglamentos claros para ejercerlas¹⁶ y por problemas de corrupción (Collado, 1999).

El aspecto financiero es otro ingrediente importante para llevar a cabo una gestión sustentable del recurso. En México la inversión en infraestructura se ejerce a través de una responsabilidad compartida entre la Comisión Nacional del Agua y los gobiernos municipales; sin embargo, la necesidad de fuertes inversiones, tanto para la modernización de las redes vigentes como para la creación de nuevas redes, limita a la mayoría de los organismos operadores a brindar un servicio, al menos, suficiente ante la escasez de recursos financieros (Barkin, 2006).

Desde esta perspectiva, en México los sistemas de agua no pueden ser sustentables económicamente porque las tarifas solamente incluyen los costos de manejo y administrativos; adicionalmente, no se efectúan los pagos de la totalidad del padrón de usuarios, ya sea porque no se encuentran registrados (tomas clandestinas), porque no se

¹⁶ Collado (1999) denuncia los problemas a nivel legislativo e institucional existentes en México para el caso particular de la Gestión integral por cuencas hidrológicas. En la normatividad mexicana aunque existe un *Programa de Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas*, y existen leyes e instituciones que establecen la relación entre suelo y agua no se concretan en programas o reglamentos que vinculen cada uno de los recursos de manera explícita, ni se establece una *coordinación* entre las leyes para el manejo integral de ambos recursos. Situación similar se presenta para el caso de la Gestión Urbana Sostenible. Por su parte Biswas (2001) apoya la idea anterior señalando que si los marcos legales e institucionales no son los apropiados para las condiciones nacionales y/o regionales, es probable que el uso de los instrumentos de gestión sea limitado.

tienen los equipos de medición del consumo o simplemente porque el usuario no efectúa los pagos de su consumo¹⁷ (Aguilar-Benítez y Saphores, 2009).

Aunado a lo anterior se encuentra el problema, tal vez más grave aún, de las fugas en las redes de distribución, además de los problemas con diseños de redes ineficientes, contruidos con materiales inadecuados y mano de obra deficiente potenciados por la falta de capacitación y entrenamiento técnico y administrativo (Barkin, 2006).

2.2.3 La Nueva Cultura del Agua

Internacionalmente la tendencia en la gestión del recurso es seguir los principios de la Nueva Cultura del Agua, la cual se fundamenta en un modelo de desarrollo sustentable integral con la intención de conseguir una apropiación social del agua considerando su disponibilidad limitada, el valor ambiental y su importancia social fundamentada en principios de equidad, solidaridad, sustentabilidad ecológica, social, económica y una toma de decisiones democrática (Arrojo, 2007).

Arrojo (2007) propone cuatro ejes centrales de la nueva cultura del agua:

- El eje social, representado por el concepto agua-vida defendiendo el derecho humano al agua.

¹⁷ En una entrevista realizada al Director General de la CNA Ing. José Luis Luege Tamargo (2008), mencionó que la ley de aguas aprobada en 2004 no se ha podido aplicar, ya que hay importantes rezagos en materia de medición de consumos.

- El eje ambiental, expresado a través del caudal ecológico mediante un concepto más amplio que es el derecho universal al agua; es decir el derecho que los seres humanos tenemos de ella no se impone al derecho de la naturaleza.
- El eje económico, considerando al agua no sólo como una materia prima sino como un recurso que es una fuente de desarrollo. Desde el enfoque económico es válido hacer uso de todos los recursos para la optimización en su gestión tanto económicos como tecnológicos.
- El eje político, libre de intereses individuales y demagógicos, propiciando una valoración realista con base en no sólo los costos administrativos y de manejo, sino también a los costos ambientales y sociales con una verdadera participación ciudadana.

Sin embargo, Barkin (2006) menciona que la Nueva Cultura del Agua deja algunos aspectos de la gestión del recurso a la deriva; por ejemplo, no considera de qué manera el sector público asegurará que cada agencia contribuya al objetivo global, ni fija una postura respecto a la privatización. Es decir, aunque el mercado genera incentivos para aumentar la eficiencia en el uso del agua a nivel productivo, no se debe pensar que el mercado por sí mismo será capaz de resolver problemas éticos, de equidad, de salud pública, de derecho al agua, de saneamiento, de educación, etc. Dadas las posturas anteriores, queda abierta la opción de regular la administración del agua desde la perspectiva pública o desde la perspectiva privada.

La defensa del sector privado como principal gestor del agua es orquestada por el Banco Mundial, las multinacionales como Evian, Suez, Mitsubishi, Price Waterhouse Coopers, Générale des Eaux/Vivendi Water y otras a través del Consejo Mundial del Agua, quienes

validan y hacen públicas sus decisiones en el Foro Mundial del Agua¹⁸. Sin embargo existen fuertes críticas a las resoluciones y acuerdos que se han tomado desde este foro, en el sentido de que tienen un fuerte sesgo hacia la privatización, dejando de lado el reconocer el acceso al agua como un derecho humano básico (FMA, 2012).

Sin embargo y como menciona Arrojo (2007), más allá del enfoque público o privado, la nueva cultura del agua es un cambio de paradigma que solamente se va a dar a través de un cambio cultural, que surgirá a partir de una conciencia social sobre la recuperación del medio ambiente. Es importante crear conciencia respecto a la relación entre la permanencia del ecosistema y la permanencia de la vida humana, ya que mientras esto no suceda difícilmente los esfuerzos de sustentabilidad alcanzarán su objetivo.

2.2.4 Ejemplos de estilos de gestión a nivel internacional y nacional

La problemática del agua a nivel mundial ha sido abordada desde diferentes enfoques. Aunque en los apartados anteriores se han sentado las bases para una gestión sustentable la práctica de la gestión es un proceso complejo con fuertes interacciones económicas políticas y sociales que influyen el rumbo de la gestión y no siempre resulta en beneficio de todas las partes.

A continuación se resaltan los elementos generales de la gestión del recurso que han sido exitosos en países europeos como Holanda y España y en América Latina a través del caso Chileno.

¹⁸ El Foro Mundial del Agua es una reunión trienal en la que participan jefes de estado y de gobierno, representantes técnicos y ministeriales de diversos países, empresas y ONG's de diversa índole para discutir diferentes temas en relación con el agua,

En Holanda el proceso de gestión es llevado a cabo por la Junta de Agua, la cual es considerada como la más antigua institución democrática; es una institución pública descentralizada ejerciendo tareas como la gestión del agua local y regional y operando de manera independiente, pero supervisadas por las provincias. Los elementos básicos del proceso de gestión de agua son:

- Democracia legítima. Las tareas se llevan a cabo con base en la participación de las categorías interesadas, el número de representantes para cada categoría en la asamblea es establecido por las provincias tomando en cuenta los intereses que tienen en la ejecución de las tareas y la contribución de los costos pagados por cada categoría.
- Independencia financiera. Las Juntas de Agua financian sus actividades enteramente a partir de los impuestos individuales, todos los costos de inversión son recuperados por estos impuestos. Los impuestos se fijan con base en principios basados en los beneficios del uso del recurso y en el daño o deterioro causado al recurso como producto de su utilización¹⁹.
- Integración de la Administración y la Ley Pública. El gobierno central provee un marco legal nacional y política estratégica; el gobierno de cada provincia supervisa la Junta de Agua; cada Junta de Agua, con base en la Constitución y en la Ley de Juntas de Agua, tiene poder legislativo para hacer leyes y tomar decisiones con

¹⁹ Los principios con base en los cuales se define el pago de impuestos son: *el principio del beneficio*, quien se beneficie de sus actividades, también contribuye al financiamiento de éstas. *El principio el que contamina paga*, de acuerdo a la Ley de Contaminación de Agua Superficial (1970). *El principio del costo de recuperación*, establece la obligación de recuperar los costos que están relacionados con el servicio de agua. *El principio de solidaridad*. La infraestructura física es el resultado de un balance democrático que involucra todos los intereses individuales en dos niveles: impuestos al sistema de agua (pagado por terratenientes, propietarios de edificios y hogares), e impuestos al tratamiento y purificación (pagado por hogares y compañías) (Lazaroms y Poos, 2004)

respecto al presupuesto, cuentas anuales, impuestos, control, nivel del agua, licencias y planeación de la gestión del agua.

Por su parte, en España el proceso de gestión es llevado a cabo a través de la participación ciudadana y de las comunidades autónomas en colaboración con el gobierno nacional como un elemento fundamental para conseguir los objetivos. El aspecto económico también ha sido clave, ya que el apoyo de la Comunidad Europea representó para España la mayor inyección de recursos que les ha permitido mejorar sus procesos e infraestructura. En octubre de 2006 se hizo una propuesta legislativa para establecer lo siguiente: una garantía legal mínima de 60 litros de agua al día por persona²⁰, el desarrollo de un urbanismo sostenible²¹ y establecer el derecho de todo ciudadano español a un medio ambiente que garantice un desarrollo adecuado.

Lo puntos anteriores serán asequibles gracias a que en los últimos años la gestión del agua en España se sustenta en la filosofía de la Nueva Cultura del Agua que se apega a los siguientes principios:

- Aspecto social. El agua vida es un derecho de todo ciudadano a un precio asequible, no gratuito. Además el gobierno español desincentiva el mal uso y el derroche del recurso a través de su sistema tarifario.
- Caudal ecológico. Se refiere al agua necesaria para el mantenimiento de los ecosistemas a través del control de la contaminación y la protección de las partes altas de las cuencas.

²⁰ Es importante aclarar que no se impide el consumo de un volumen mayor a los 60 litros de agua, aunque todo consumo mayor a ello va a ser objeto de un cargo económico (Ministerio del Medio Ambiente, 2006).

²¹ Estableciendo que para la construcción de nuevos desarrollos inmobiliarios sólo se autorizará si se garantiza la cobertura de ese mínimo legal de abastecimiento de agua (Ministerio del Medio Ambiente, 2006).

- Aspecto político. Reorientación de la política del agua conforme a la legislación europea tomando en consideración el valor económico, el valor social y el valor ambiental del agua, con el objetivo de garantizar su disponibilidad y su calidad.
- Aspecto técnico. Con relación a la tecnología, España es uno de los países líderes en innovación en tecnologías del agua, lo que esto les ha permitido aumentar su eficiencia, re-usar las aguas de desecho y desalinizar el agua de mar.

A su vez, Balanyá *et al.* (2005) resaltan que el caso español es exitoso gracias a la amalgama de la empresa pública con la participación ciudadana con un énfasis hacia la sustentabilidad desde un enfoque técnico-económico con criterios de carácter social y medioambiental.

Por su parte, en Chile el rol regulador y normativo del Estado está centralizado en el organismo denominado Dirección General de Aguas, un organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas, es un ente no sectorial lo cual le permite desempeñarse con gran independencia. La contaminación del agua la atiende el Servicio Nacional de Salud, además existen de otros organismos que realizan proyectos sectoriales de aprovechamiento de aguas. También están definidos otros actores, básicamente usuarios, que se dedican a la gestión y repartición del agua de cada cuenca.

No obstante lo anterior, la ausencia de una gestión integrada genera problemas como: la gestión en tramos de ríos y no de cuencas; interferencias entre el uso de aguas subterráneas y superficiales, gestión independiente de la calidad y de la cantidad de agua; análisis sectorial del uso de recursos como suelo, agua y cobertura vegetal dificultando planes de acción para resolver problemas complejos. A su vez, la falta de interacción entre

los sectores dificulta el aprovechamiento y control de los recursos y la integración deficiente de políticas de oferta y demanda.

Por otra parte, existe un mecanismo de participación de usuarios quienes se encargan de la administración y distribución de las aguas, e integran los siguientes grupos: Juntas de Vigilancia, Asociaciones de canalistas, Comunidades de aguas, Comunidades de obras de drenaje.

La prestación del servicio es fundamentalmente privada teniendo este carácter 35 de los 46 organismos operadores. Parte del financiamiento se realiza a través de un sistema tarifario en el cual se establecen cobros por servicio e infraestructura mas no por el costo propio del agua que se extrae o se surte. La figura 8 muestra un resumen de los estilos de gestión de los tres países revisados.

Figura 8. Características de gestión en España, Holanda y Chile.

País	Tipo de administración	Aspecto social	Aspecto ambiental	Aspecto económico
Holanda	Pública descentralizada operando de manera independiente supervisada por las provincias.	Democracia legítima, categorías de participación: hogares, terratenientes, inquilinos, propietarios de construcciones e industria.	Protección ambiental prioritaria incentivada a través de impuestos.	Financiamiento a través de impuestos estableciendo los siguientes principios: del beneficio, el que contamina paga, de recuperación y de solidaridad.
España	Comunidades autónomas que colaboran con el gobierno.	Agua derecho ciudadano a precio asequible no gratuito. Alta participación ciudadana.	Importancia del caudal ecológico y el mantenimiento del ecosistema como productor del recurso.	Financiamiento por parte de la comunidad europea ha facilitado que sean pioneros en tecnología.
Chile	Estado centralizado, instituciones	Participación de usuarios organizados a través de Juntas de	Dificultades para una integración	Financiamiento por parte del Estado para obras públicas

	gubernamentales sectorizadas, administración fundamentalmente privada.	vigilancia, Asociaciones de canalistas, Comunidades de aguas, Comunidades de obras de drenaje. El agua es gratuita	sectorial eficiente a favor de la conservación ambiental.	fundamentalmente riego. Sistema tarifario hacia el servicio y la infraestructura a través de una tarifa de eficiencia
--	--	--	---	---

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores consultados.

En los ejemplos anteriores puede observarse que a nivel internacional no existe un estilo de gestión unificado, que independientemente del tipo de administración, ya sea pública o privada, la sustentabilidad del recurso podrá conseguirse siempre que el estilo de gestión esté soportado en principios éticos, de responsabilidad con el entorno y con la sociedad. En la medida que la cultura del cuidado de los recursos permee a los ámbitos social y económico la manera de proceder será naturalmente sustentable.

Para el caso mexicano, aunque la administración del recurso está centralizada en la CNA, los gobiernos municipales a través de los organismos operadores tienen la libertad de operar con sus propios preceptos bajo la observancia de la Ley de Aguas Nacionales.

A continuación se presentan los casos de Aguascalientes y Saltillo. En ambas localidades, los gobiernos municipales han concesionado la gestión de sus aguas a agencias internacionales.

El área metropolitana de la ciudad de Aguascalientes en el estado del mismo nombre está ubicada en una región semiárida en el centro del país. Perteneciente a la región hidrológico administrativa Lerma-Santiago-Pacífico y por las características hídricas de la región, el agua que se utiliza para cubrir las necesidades de los habitantes de la región se obtiene a partir de los acuíferos; sin embargo, la sobre-explotación ha deteriorado las fuentes llegando casi a la desecación. Una manifestación del problema es la serie de hundimientos y grietas presentes (Barkin, 2006).

El organismo operador que brinda el servicio a la zona trabaja en sociedad con una filial de la compañía Veolia; sin embargo, tal parece que la experiencia acumulada en el manejo del recurso por esta compañía no ha representado una ventaja hacia los usuarios en el ámbito de la calidad en el servicio, los costos de las tarifas y el cuidado y protección al medio ambiente, ya que como el estilo de gestión se basa en la satisfacción de la demanda los acuíferos han sido sometidos a una sobreexplotación que está provocando severos daños en el medio ambiente, poniendo en riesgo la sustentabilidad del recurso en la región. Barkin (2006) menciona que el área metropolitana de Aguascalientes será una de las primeras en sufrir una crisis por el agua, limitando de esta manera el crecimiento económico y el desarrollo social de la región.

Por otra parte, la zona metropolitana de la ciudad de Saltillo en el estado de Coahuila se encuentra ubicada en la zona semidesértica del norte del país, forma parte de la cuenca del Río Bravo y de la subcuenca del Río San Juan. De igual manera que en el caso de Aguascalientes, por sus características hidrológicas la única fuente de abastecimiento de agua para la región son los acuíferos que, en este caso, también se encuentran sobreexplotados. El crecimiento industrial y poblacional en la zona, han ejercido una fuerte presión sobre las fuentes de agua de modo que actualmente la región se encuentra en alto riesgo de suspensión del suministro del recurso (CONAGUA, 2010).

La gestión del recurso corre a cargo de una compañía de capital mixto conformada por el 51% de participación de una compañía municipal de agua y el 49% de participación para la compañía InterAgBar que es filial de Aguas de Barcelona. Barkin (2006) afirma que la gestión llevada a cabo carece de capacidad para desarrollar investigación, de experiencia técnica y de confiabilidad en las fuentes de información; menciona también que este caso

ha sido polémico, ya que por una parte la compañía ha mejorado la calidad en el servicio y ha aumentado la cobertura, aunque por otra parte ha cometido violaciones a los términos de la concesión al aumentar las tarifas entre un 32 y 68% cuando lo estipulado era incrementos inflacionarios estimados en 11%; aún más, el congreso local ha expresado inconformidad con relación a la irregularidad en las transacciones financieras y los conflictos laborales entre trabajadores y directivos.

La situación anterior mantiene a la zona en riesgo respecto a la permanencia del servicio de agua además de ser claro que el estilo de gestión actual está muy lejos de conseguir la sustentabilidad del recurso.

Por otra parte, Soto (2008) en un estudio realizado menciona la existencia de infracciones contractuales en la alianza entre Aguas de Saltillo e InterAgBar, debidas a que la estructura de gobierno no es la adecuada, apuntan hacia una estructura de gobierno unificada; es decir, un servicio público como el modo óptimo para la provisión del líquido en Saltillo por las siguientes razones: las inversiones requeridas para el suministro son muy elevadas por la orografía y la distribución de la población en la ciudad, el clima es muy seco y existe mucha incertidumbre para pronosticar los tiempos de recarga de los acuíferos que suministran en agua a la región y que el 85% de los hogares están conectados a la red de distribución, esto es 6 de cada 10 usuarios reciben agua diariamente, mientras los 4 restantes disponen del servicio entre 7 y 2 días por semana.

La propuesta de un servicio público en Saltillo resulta la mejor opción debido a que reducirá ampliamente la necesidad de establecer mecanismos de supervisión y coercitivos que protejan la inversión y obliguen a las partes a actuar según lo estipulado y maximizar los beneficios derivados (Soto, 2008).

Otro caso interesante de ser mencionado es el Distrito Federal y su zona metropolitana, no solamente por las complejas características administrativas debido a que el organismo operador está conformado por cuatro compañías, sino por las no menos complejas condiciones que prevalecen en la región. En principio, se trata de la zona metropolitana más grande y más poblada de México; además, por ser la capital del país es un núcleo industrial, financiero y político. Otro aspecto que complica la gestión es el hecho de que la región es una zona sísmica, situación que propicia la presencia de fugas y eleva los costos de infraestructura y mantenimiento.

Para mejorar la gestión, la zona fue dividida en cuadrantes cuyo primer resultado de esto fue una mejora en la recaudación al construir un padrón actualizado e instalar medidores; sin embargo, a la fecha solamente tres cuartas partes de la población paga los servicios de agua dentro del año de la emisión del recibo (Barkin, 2006).

La estructura administrativa para llevar a cabo la gestión del recurso consiste en un organismo semiautónomo llamado Sistema del Agua de la Ciudad de México el cual tiene la responsabilidad de emitir los contratos y establecer las vigencias para los organismos operadores participantes, entre ellos un organismo internacional que por la complejidad del proceso vendió sus acciones, mientras que las tarifas y costos de conexión al servicio son fijados por la legislatura local (Barkin, 2006).

Los cambios en la estructura de gestión de la Ciudad de México ayudaron incrementando el padrón de usuarios y aumentando la recaudación; también se instaló parcialmente un sistema de identificación electrónico de fugas. Sin embargo, respecto al tema de la protección ambiental se ha hecho muy poco, aquí también la presión por satisfacer la demanda dificulta la acción sobre alternativas de manejo tendientes a la sustentabilidad.

2.3 La tarifa como incentivo económico

Por qué un instrumento económico puede ser un elemento de sustentabilidad. Para responder a la pregunta anterior, desde el enfoque económico ambientalista, Martínez-Alier y Roca (2003), García (2000) y Labandeira *et al.* (2007) entre otros autores, mencionan que los *incentivos económicos* pueden llegar a tener un efecto muy positivo en la conservación ambiental. Para el caso de la gestión del agua, *la tarifa*, según mencionan autores como Rogers (2005), Dalhuisen y Nijkamp (2001) y Pineda (2006), es considerada como un incentivo económico muy poderoso que puede promover equidad, eficacia, y sostenibilidad. Reducir el consumo tiene un efecto ambiental directo, de modo que si el precio que se paga por metro cúbico de agua es tal que tenga un efecto favorable en la disminución en el consumo esto disminuirá la presión ejercida sobre las fuentes dotadoras del recurso.

La racionalidad económica innata en lo seres humanos actúa de modo tal que las decisiones son tomadas de manera racional en torno a consumir menos en la medida en que el bien o servicio cuesta más.

Al respecto, Hanemann (2004) menciona que dadas las características especiales del agua, esta puede ser considerada como un bien público y también como un bien privado, por lo que cobra sentido considerar a la tarifa (precio del agua) como un componente de la gestión del recurso a favor de su gestión sustentable. Rogers (2005) añade que la política de precios (sistema de tarifas) propicia:

- (a) Reducción de la demanda
- (b) Aumento del agua en la fuente
- (c) Facilita la reasignación entre los sectores

(d) Mejora la eficacia directiva

(e) Mejora la sostenibilidad al reducir la demanda y la contaminación

(f) Aumenta la equidad

La equidad en esta investigación se ve desde el enfoque en el que cada familia debe pagar por el agua un monto proporcional de acuerdo a su capacidad de pago. Por otra parte, para que el costo ambiental pueda recibir el beneficio visto desde la racionalidad económica, la tarifa debe incluir el valor de la protección y del mantenimiento de la fuente así como los costos de oportunidad por el uso antrópico del agua.

Por su parte, Liu, Savenije y Xu (2002) consideran que la política del agua se debe formular en términos de una toma de decisión multiobjetivo, reconociendo la relevancia y la importancia de sus diferentes valores y las condiciones de su existencia en lugar y tiempo. Rogers (2005) menciona que no todos los objetivos que las tarifas pueden satisfacer deberán de ser la meta en la construcción de una tarifa, sino que deberán identificarse los objetivos más relevantes para cada situación.

Todas estas importantes ideas dan cuenta de que el tema de las tarifas es complejo y multifactorial, por lo que se requieren decisiones bien informadas y políticamente sensibles a las condiciones de cada contexto para establecer un sistema tarifario que no contribuya por sí mismo a generar más conflictos, sino por el contrario que funja como un incentivo económico para la sustentabilidad.

2.3.1 Estimación del valor de la tarifa

Hantke-Domas y Jouravlev (2011) mencionan que aunque la fijación de la tarifa es un problema representativo del sector el autofinanciamiento es el mecanismo ideal para la

sustentabilidad financiera debido a que cuando éste es solventado por los propios usuarios se establece una relación ingresos-servicio que genera incentivos a favor de una mayor eficiencia, y es un señal del costo real del servicio por lo que los usuarios internalizan esos costos en su decisión de consumo; por otra parte, el autofinanciamiento mitiga la vulnerabilidad del sustento económico al erario.

No obstante lo anterior, la tarifa no puede ser la vía del financiamiento debido a la imposibilidad de cobrar el costo real del servicio porque existen aspectos que son responsabilidad del gobierno, desde el ámbito político se evita ser los responsables del incremento de la tarifa y existe poca transparencia en el proceso de fijación de su valor (Hantke-Domas y Jouravlev, 2011). A la par, Pineda (2006, p. 15) señala que en “México el manejo de las tarifas en los organismos urbanos en México es totalmente inercial” y denuncia que:

- Faltan instrumentos para una correcta medición del abasto y consumo del agua.
- No se realizan estudios de recuperación de costos.
- La tarifa en ocasiones no cubre ni siquiera los gastos operativos, por ende no se incluyen en ella los costos de depreciación y crecimiento de la red.
- Existe un alto porcentaje de usuarios morosos, por lo que el gobierno ejerce fuertes subsidios.

Una manera de romper el círculo vicioso de una mala calidad en el servicio que se sanciona con baja recaudación que a su vez propicia un mal servicio, es establecer una tarifa justa que propicie un buen servicio que en consecuencia induzca a una elevada recaudación en donde todos ganen (Pineda, 2006).

Como ya se mencionó un buen manejo tarifario puede tener un efecto favorable en la gestión sustentable del agua sin embargo no se debe perder de vista que todo incentivo económico, para que realmente sea efectivo para dicho fin, deberá incidir en la gestión de la demanda. Respecto a este estilo de gestión la *Economic and Social Commission for Western Asia (WSCWA)* señala que los objetivos son racionalizar y controlar el uso del agua aumentando la eficiencia y la equidad.

Históricamente en México, la gestión se ha dirigido al abastecimiento del recurso, manifestándose en grandes esfuerzos de infraestructura y en el diseño institucional y de políticas públicas con el principal objetivo de cubrir las necesidades crecientes del vital líquido. Sin embargo, los esfuerzos que se hagan para satisfacer una demanda no acotada llevarán al país al agotamiento del recurso por lo que un cambio de enfoque hacia la gestión de la demanda podrá sumarse al esfuerzo de la sustentabilidad. En esta línea de ideas, Pineda, Salazar y Buenfil (2010) señalan que el crecimiento de la demanda no es proporcional al crecimiento de la población y enfatizan la necesidad de implementar un modelo completo de gestión del agua que considere el manejo de la demanda con base en el incremento de la eficiencia física y el establecimiento de políticas comerciales reguladoras de los patrones de consumo. De acuerdo a *Economic and Social Commission for Western Asia (WSCWA)* la relevancia de la sensibilización del usuario hacia un cambio en el patrón de consumo, esto es cuando los instrumentos económicos legislativos e institucionales se amalgaman con la conciencia hacia un uso racional, se estará más cerca de cumplir el objetivo de la sustentabilidad.

En la siguiente sección se describen las características del caso de estudio desde la ubicación geográfica y las condiciones de la cuenca hasta la manera en que se realiza el

proceso de gestión del agua en el AMM incluyendo las características del organismo operador y detallando la estructura tarifaria actual. El objetivo de dicho análisis es identificar las áreas de mejora que podrán servir de base para el diseño de la propuesta de gestión sustentable soportada por la propuesta tarifaria que constituye un producto de esta investigación.

Capítulo 3. El marco contextual: La problemática hídrica del Estado de Nuevo León

3.1 Introducción

El interés de estudiar al Estado de Nuevo León y particularmente a su capital, la ciudad de Monterrey y su área metropolitana, se debe a que el uso urbano del agua en esta región es representativo de un patrón recurrente en México. Además, porque el manejo técnico y la administración en dicha área es considerado como un modelo a seguir en la gestión urbana (ANEAS, 2006).

El estado de Nuevo León se localiza geográficamente en la zona noreste de la república mexicana en las coordenadas de longitud $98^{\circ} 26'$ este y $101^{\circ} 14'$ oeste y en las coordenadas de latitud $23^{\circ} 11'$ sur y $27^{\circ} 49'$ norte. Colinda al noreste con el estado de Tamaulipas; al suroeste con los estados de San Luis Potosí y Zacatecas y al norte con los estados de Coahuila, Tamaulipas y con el río Bravo siendo la zona limítrofe con el Estado de Texas perteneciente a los Estados Unidos de Norte América (CCA, 2010). La figura 9 muestra la ubicación de la zona de estudio.

Figura 9. Ubicación geográfica del estado de Nuevo León



Fuente: elaboración propia a partir de planos cartográficos.

La superficie territorial es de 6'455,500 hectáreas que representan el 3.28% de la superficie del país. El estado está dividido políticamente en 51 municipios con una población total de 4'653,458 habitantes. Monterrey, capital del estado y su área metropolitana, está conformada por nueve municipios: Monterrey, San Nicolás, Guadalupe, San Pedro, Santa Catarina, Apodaca, Escobedo, Juárez y García (delimitación conforme al Acuerdo de Conurbación del AMM de 1984). En ellos se aglutina aproximadamente 85% de la población total del Estado la cual asciende a 3'930,388 habitantes colocándose como la tercer área metropolitana más poblada del país (INEGI, 2011). La figura 10 muestra la extensión territorial de los municipios que conforman el AMM.

Figura 10. Superficie de los municipios del Área Metropolitana de Monterrey.

Estado	Municipio	Extensión	
		km ²	%
Nuevo León	Apodaca	246	0.08
	García	1,041	0.33
	San Pedro Garza García	84	0.03

	General Escobedo	167	0.05
	Guadalupe	117	0.04
	Juárez	249	0.08
	Monterrey	295	0.09
	San Nicolás de los Garza	59	0.02
	Santa Catarina	890	0.28
Total		3,148	100

Fuente: Centro Nacional de Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Nuevo León 2000. Delimitación conforme al Acuerdo de Conurbación del AMM de 1984.

En cuanto al clima, en Nuevo León predominan los climas semi-secos extremos con una temperatura promedio que oscila entre los 14°C en la Sierra Madre Oriental y los 24°C en las llanuras de Norteamérica (CCA, 2010). Respecto a la precipitación, su valor promedio anual es aproximadamente de 600mm, condiciones que provocan que la disponibilidad de agua per cápita se encuentre por debajo de los 2000 m³/año ocasionando una presión fuerte del recurso hídrico en la zona²² (CONAGUA, 2009).

Económicamente, la región es considerada como una de las más importantes del país por su desarrollo industrial y comercial con más de 12,000 unidades económicas. En el rubro de la contribución al PIB nacional también ocupa la tercera posición después del Distrito Federal y del Estado de México (INEGI, 2010).

Las razones anteriormente mencionadas convierten al estado de Nuevo León y particularmente a su área metropolitana, en una zona de gran interés para el estudio del manejo técnico y la administración del agua, así como también para identificar las áreas de mejora para llevar a cabo una gestión sustentable del agua.

²² Una presión mayor al 40% es considerada por la ONU como fuerte. El valor de presión para la región hidrológica del río Bravo, en la que se ubica el Estado de Nuevo León, es 72% (CONAGUA, 2007).

3.2 La cuenca del río San Juan

La cuenca del río San Juan pertenece a la Región Hidrológica Bravo-Conchos y la Región Hidrológica-Administrativa VI Río Bravo, con una extensión de 32,972 km² abarcando parcialmente los estados de Coahuila (40% de la cuenca), Nuevo León (57% de la cuenca) y Tamaulipas (3% de la cuenca) (CONAGUA, 2009).

La importancia de la cuenca del río San Juan radica en que en ella reside una población mayor a los 4 millones de personas y que el río San Juan es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua para los distritos de riego 026 Bajo Río Bravo (Tamaulipas) y 031 Las Lajas (Nuevo León). Además, de que forma parte de la cuenca mayor del Río Bravo, siendo por estas razones muy importante encontrar una estrategia de asignación óptima (CONAGUA, 2009).

3.2.1 Descripción de la cuenca del río San Juan

El clima dentro de la cuenca varía desde el muy seco hasta el semi-cálido en la porción central de la cuenca, con algunas regiones templadas sobre la sierra madre oriental: la temperatura media en la zona es de 22°C con una máxima de 50°C y una mínima de 2°C (CCA, 2010). La precipitación anual es de 659 mm con una evaporación media anual de 1812 mm, los escurrimientos vírgenes son de 1,954.1 hm³/año de los cuales 289.7 hm³/año son importaciones; 1,412.1 hm³/año se destinan a uso consuntivo y 119.2 hm³/año son exportaciones. La disponibilidad per cápita se encuentra por debajo de los 2000 m³/año (CONAGUA, 2009).

La cuenca del río San Juan está conformada por las subcuencas de los ríos: Pesquería, Santa Catarina, Pílon, Ramos, Salinas, San Juan y San Miguel. No obstante, en este estudio se

analizarán las características y condiciones de las primeras tres subcuencas mencionadas debido a que en ellas se encuentra ubicada la ciudad de Monterrey y su zona conurbada. A continuación se describen las subcuencas de interés conforme a datos de (CONAGUA, 2010), (INEGI, 2010) y (Némiga *et al.*, 2006):

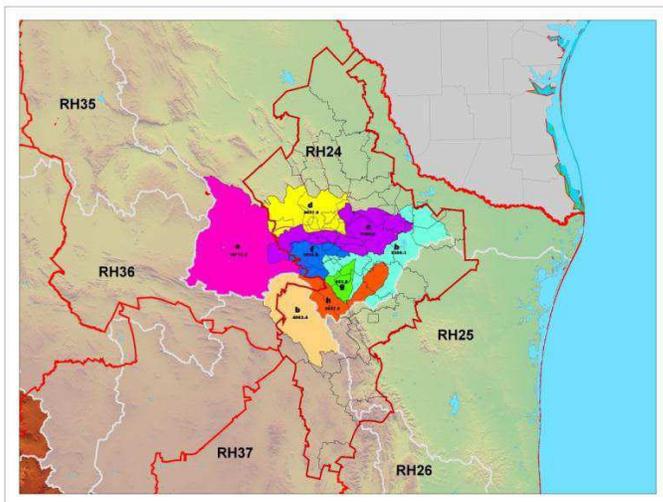
Subcuenca del río Pesquería que inicia en Coahuila y comprende la mayor parte del municipio de García, el norte de Santa Catarina, la parte sur de Escobedo, el norte del municipio de Monterrey, casi la totalidad de los municipios de San Nicolás de los Garza, Apodaca, Dr. González, Los Herreras y Pesquería, y parte de los municipios de Juárez, Cadereyta, Marín, Cerralvo, Los Ramones y China. Los tipos de uso de suelo y tipo de vegetación en esta zona son: 2.22% de bosques, 48.72% de vegetación arbustiva, 27.35% con actividad pecuaria y agrícola y 5.47% zona urbana.

Subcuenca del río Santa Catarina, una pequeña extensión de la parte alta pertenece a Coahuila, casi la totalidad del municipio de Santa Catarina, Guadalupe, Juárez, San Pedro Garza García, la parte centro de Monterrey, el noroeste de Santiago y una porción del Cadereyta y San Nicolás de los Garza. Los tipos de uso de suelo y tipo de vegetación en esta zona son: 24.69% de bosques, 44.63% de vegetación arbustiva, 11.65% con actividad pecuaria y agrícola y 14.34% zona urbana.

Subcuenca del río Pilón comprende los municipios de Rayones, Galeana, Montemorelos y General Terán. Aunque esta subcuenca no incluye ningún municipio que se encuentre dentro del AMM es importante mencionarlo porque hay que recordar que los límites políticos no son de interés para el estudio de la cuenca. Los tipos de uso de suelo y tipo de vegetación en esta zona son: 20.7% de bosques, 52.52% de vegetación arbustiva, 26.25%

con actividad pecuaria y agrícola y 0.52% zona urbana. La figura 11 muestra la delimitación de las subcuencas y de los municipios que conforman el AMM.

Figura 11. Subcuencas y delimitación municipal



Fuente: elaboración propia a partir de planos cartográficos. Subcuencas: Monterrey: azul réflex; Pesquería: morado; Pilón: rojo; Salinas: amarillo; San Juan: azul celeste; Ramos: verde.

Agua superficial

El río San Juan nace en el arroyo la Chueca, se alimenta de pequeños arroyos que bajan de la Sierra Madre Oriental, continúa hasta la presa La Boca, aguas abajo recibe las aportaciones de río Santa Catarina y Ramos, continua su curso en dirección Este alimentándose del arroyo Garrapatas y del río Pilón. En este punto cambia de dirección hacia el Noreste, donde se alimenta del río Pesquería para llegar a la presa el Cuchillo, baja al municipio de los Aldama, donde cambia nuevamente de curso para llegar hasta la presa Marte R. Gómez bajando de este afluente. Finalmente, vierte sus aguas en el río Bravo (CONAGUA, 2009).

Los aprovechamientos superficiales son contenidos en las presas: el Cuchillo con capacidad total de almacenamiento de 1,123 Mm³, Cerro Prieto con capacidad total de

almacenamiento de 300 Mm³, la Boca con capacidad total de almacenamiento de 39.5 Mm³ (SADM, 2011).

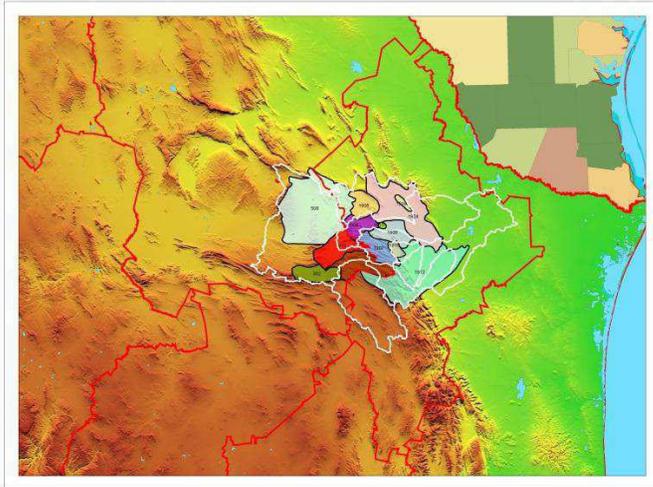
Agua subterránea

Los acuíferos de la cuenca del río San Juan que se enlistan a continuación, son considerados como los más importantes para este estudio debido a que la mayor proporción de sus extracciones se destina al uso urbano (D.O.F., 2009) y (CONAGUA, 2009).

- *Área Metropolitana de Monterrey.* Acuífero que se localiza en la porción centro occidental del estado de Nuevo León, ocupando una extensión aproximada de 2,193km². La extracción media anual de las captaciones activas asciende a 37.7 Hm³, de los cuales 0.92% se emplean para uso agrícola, 76.87% para uso público urbano, 21.78% es empleado por la industria, y 0.44% se utilizan en otros usos.
- *Campo Buenos Aires.* Se localiza al sur-sureste de la ciudad de Monterrey y cubre una amplia región de la parte este de la Sierra Madre Oriental con una extensión aproximada de este de 1,000 km². La importancia de este acuífero radica en que aporta aproximadamente el 40% del total del volumen de aguas subterráneas que llegan a la zona Metropolitana de Monterrey. La extracción media anual de las captaciones activas asciende a 62.4 Hm³, que se emplea en su totalidad para uso público urbano.
- *Acuífero Campo Mina.* Se localiza en la porción occidental del estado de Nuevo León, cubriendo una extensión territorial de aproximadamente 852.9 km², volumen de extracción anual de 35.2 Hm³, de los cuales 17.05% se utilizan para uso agrícola, 74.15% para uso público urbano y 8.81% es empleado por la industria.

- *Acuífero Campo Durazno.* Este acuífero se localiza en la porción occidental del estado de Nuevo León cubriendo una extensión territorial de aproximadamente 936.4 km², La extracción anual para ese año fue de 3.85 Hm³, de los cuales 2.82 Hm³/año corresponden al acuífero emplazado en calizas, mediante la explotación de 8 pozos y 1.03 Hm³/año corresponde al acuífero aluvial, donde se localiza la mayor cantidad de los aprovechamientos, sólo que éstos aportan caudales muy bajos, del orden de 1 a 4 lps y son para consumo industrial.
- *Acuífero Campo Topo Chico.* Se localiza en la porción central del estado de Nuevo León, cubriendo una extensión territorial de aproximadamente 24.8 km², se reporta un volumen de extracción de 3 Hm³/año. De uso exclusivamente industrial, el uso público urbano dejó de operar por problemas de calidad del agua.
- *Acuífero El Carmen – Salinas – Victoria.* Se localiza en la porción central del estado de Nuevo León, cubriendo una extensión territorial de aproximadamente 3,587.1 km². La extracción media anual de las captaciones activas asciende a 31.6 Hm³, de los cuales 53.08% se emplean para uso agrícola, 34.76% para uso público urbano, 3.48% es empleado por la industria, 5.53% se destina para uso pecuario y 3.16% se emplean en usos varios. La figura 12 muestra la delimitación de cuencas y acuíferos que son de interés para el estudio.

Figura 12. Acuíferos y cuencas que conforman la zona de estudio.



Fuente: elaboración propia a partir de planos cartográficos. Acuíferos: El Carmen Salinas Victoria: rosa; Campo Durazno: naranja; Campo Topo Chico: verde; Campo Mina: morado; Área Metropolitana de Monterrey: azul celeste; Campo Buenos Aires: azul réflex; Cañón del Huajuco: gris.

Es relevante hacer notar la no coincidencia entre los acuíferos y las cuencas hidrológicas y a su vez las divisiones políticas que se traslapan a nivel municipal y estatal razón por la cual la administración del uso y conservación del recurso es políticamente compleja.

3.2.2 Condiciones actuales del recurso hídrico en la cuenca

Retomando las subcuencas y los acuíferos que son representativos de la zona de estudio a continuación se describen sus condiciones actuales.

3.2.2.1 Uso de suelo

Para el caso de la subcuenca del río Pesquería, debido a que en ella se encuentra una gran parte de la Zona Metropolitana de Monterrey, el cambio en el uso de suelo es muy intenso siendo lo más representativo una pérdida de área agrícola y de pastizal de 1.95% anual y un incremento de asentamientos humanos de 3.15% anual. Para la subcuenca del río Santa

Catarina, el desarrollo urbano ha provocado que el cambio de uso de suelo se incremente a una tasa de 1.20% anual, con una pérdida de un 2.63% de área agrícola y de pastizal. Mientras que para la subcuenca del río Pilón, el cambio de uso de suelo ha sido más drástico con una pérdida de bosque de 2.51% anual, una pérdida de 2.33% anual de zona agrícola y de pastizal y con incremento de 5.07% anual de asentamiento humano (Némiga *et al.*, 2006), (Murillo, 2002) y CONAGUA, 2009).

En la Figura 13 se muestran los cambios de uso de suelo de las tres subcuencas más representativas del río San Juan.

Figura 13. Cambio del uso de suelo en porcentaje anual.

	Pérdidas agrícola y de pastizal	Pérdida de Bosques	Incremento Urbano
Sub. Pesquería	1.95%		3.15%
Sub. Santa Catarina	2.63%		1.20%
Sub. Pilón	2.33%	2.51%	5.07%

Fuente: Elaboración propia con datos de (Némiga *et al.*, 2006), (Murillo, 2002) y CONAGUA, 2009).

3.2.2.2 Aguas superficiales.

A partir de CONAGUA (2009) las condiciones de las aguas superficiales en la zona de estudio son las siguientes:

La disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca del río Pesquería es igual a 557.05 Mm³ lo cual lo coloca en estatus disponible; sin embargo, el grado de presión sobre los recursos hídricos para esta cuenca es de 40% lo que representa un fuerte presión con base en los criterios de sustentabilidad de los recursos hídricos que establece la ONU.

Para la cuenca del río Pilón, la disponibilidad media anual de agua superficial es de 0.00Mm^3 con un estatus de disponibilidad en déficit, por consiguiente el grado de presión para esta cuenca es de 100% lo que muestra una fuerte presión sobre el recurso.

Finalmente, la cuenca del río Santa Catarina tiene una disponibilidad media anual de agua superficial igual a 76.20 Mm^3 , lo cual indica que se encuentra en un estatus de disponibilidad; no obstante, el grado de presión es igual a 45.8% lo que indica que existe una fuerte presión sobre el recurso.

3.2.2.3 Aguas subterráneas

Respecto a las aguas subterráneas la información reportada por CONAGUA (2009) muestra las condiciones de los acuíferos de interés:

El acuífero Zona Metropolitana de Monterrey se encuentra sobreexplotado, debido a que cuenta con una disponibilidad de aguas subterráneas (DAS) negativa de 62.64 Hm^3 , lo cual representa el 86.07 % de la recarga total.

Por su parte, el acuífero Campo Buenos Aires se encuentra también sobreexplotado debido a que cuenta con una DAS negativa de 5.72 Hm^3 , lo cual representa el 10.0 % de la recarga total. Mismo fenómeno que ocurre con el acuífero Campo Mina que se encuentra sobreexplotado con una DAS negativo de 6 Hm^3 .

El mismo patrón ocurre con el acuífero Campo Durazno que se encuentra sobreexplotado debido a que cuenta con una DAS negativa de 3.48 Hm^3 , lo cual representa el 72.92% de la recarga total, a diferencia del acuífero Campo Topo Chico se encuentra sub-explotado debido a que cuenta con una DAS de 0.62 Hm^3 , y el acuífero El Carmen – Salinas – Victoria se encuentra con una DAS de 3.09 Hm^3 , lo cual representa el 25.10% de la recarga total, sin

embargo cabe aclarar que aún y cuando los últimos dos acuíferos no se encuentran en condición de sobre explotación la calidad del agua impide su utilización para fines domésticos, esta situación se describe en la siguiente sección. La Figura 14 muestra la condición de cada uno de los acuíferos relevante en la zona de estudio.

Figura 14. Condición de los acuíferos seleccionados.

Acuífero	Disponibilidad de Agua Subterránea	Condición
Zona Metropolitana de Monterrey	62.64 Hm ³ negativa	Sobreexplotado
Campo Buenos Aires	5.72 Hm ³ negativa	Sobreexplotado
Campo Mina	6.66 Hm ³ negativa	Sobreexplotado
Campo Durazno	3.48 Hm ³ negativa	Sobreexplotado
Campo Topo Chico	0.62 Hm ³	Sub-explotado
El Carmen – Salinas – Victoria	3.09Hm ³	Sub-explotado

Fuente: Elaboración propia con datos de (CONAGUA, 2009).

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayor parte de los acuíferos de la cuenca se encuentran sobre-concesionados, ya que los volúmenes de concesión exceden a la disponibilidad de agua subterránea.

3.2.2.4 Calidad de las aguas

Aguas superficiales.

Los escurrimientos de la subcuenca del río Pesquería presentan deterioro considerable en su calidad del agua debido a la actividad público-urbana e industrial que se llevan a cabo en la Zona Metropolitana de Monterrey. La subcuenca del río Santa Catarina presenta contaminación que se considera difusa, toda vez que no existen descargas registradas que pudieran ser las responsables. En la subcuenca del río Pílon no existe monitoreo de los cuerpos de agua, pero se presume que el problema puede estar presente debido existe una

intensa actividad agrícola en la parte baja de la cuenca (Návar, 2011) y (Diario Oficial de la Federación, 1989).

Aguas subterráneas

La calidad de las aguas subterráneas presenta las siguientes condiciones: Acuífero Zona Metropolitana de Monterrey se encuentra contaminado presentando concentraciones arriba de la norma para los siguientes contaminantes: conductividad eléctrica, fenoles, nitratos, dureza total, coliformes totales, cloruros, coliformes fecales, sólidos disueltos totales y sulfatos. Acuífero Campo Buenos Aires solamente presenta concentraciones por arriba de los límites máximos permisibles para conductividad el resto de los indicadores de contaminación se encuentran dentro de los límites que marca la norma de referencia. Acuífero El Carmen – Salinas – Victoria, el acuífero presenta concentraciones por arriba de los límites máximos permisibles para conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales. Para los acuíferos Campo Mina, Campo Durazno y Campo Topo Chico no se cuenta con información de calidad del agua (Cázarez *et al.*, 1011) y (Návar, 2011).

Del análisis anterior se puede observar que la condición del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan es de contaminación por exceder los límites establecidos por la norma, además de la sobreexplotación, aún y cuando esta condición no sea percibida por los habitantes de la región debido a los esfuerzos que realiza la CONAGUA y el organismo operador por abastecer de agua a todos los usuarios independientemente de la ubicación de las fuentes de agua. Sin embargo, para los alcances de esta investigación las condiciones observadas son suficiente evidencia de la necesidad de cambiar el estilo de gestión del agua que propicie un equilibrio en el ecosistema.

En la siguiente sección se hace un recuento del crecimiento industrial y comercial, así como de la expansión poblacional aunada a la demanda de recursos para sostener el desarrollo de la ciudad de Monterrey. También se resaltan los momentos en los que se ha subsanado la falta del agua mediante el trasvase de agua de otras cuencas haciendo pensar que el crecimiento de la ciudad está avalado por una abundancia del recurso que resulta ilusoria dada una realidad de escasez del recurso.

3.3 El Área Metropolitana de Monterrey

3.3.1 Antecedentes de la Ciudad de Monterrey

La ciudad de Monterrey fue fundada por Diego de Montemayor en 1596. En años posteriores se inicia la colonización y con ello el establecimiento de grandes haciendas cuya principal actividad económica era la ganadería. Gracias a la fertilidad de las tierras y a los vastos pastizales propicios para el pastoreo, la producción de carne y la industrialización de la piel y el cebo fueron de las primeras actividades económicas de la región. En 1637, las haciendas eran surtidas de los avíos necesarios siendo esto el comienzo de las primeras actividades comerciales (Cavazos, 1994).

Cavazos (1994) también menciona que la industria textil surge a partir de un subproducto de la ganadería: la lana. La ciudad crece en población por el ingreso de indígenas de diversas regiones que llegaban a trabajar la lana. Una de las industrias que más floreció entre los siglos XVIII al XIX fue el curtido de la piel la cual fue utilizada de múltiples maneras, incluso llegó a ser exportada a Europa.

La vida de los colonizadores y nativos de la región continuó con altas y bajas viviendo épocas de disputas e intensas guerras. Fueron tiempos difíciles, sin embargo a partir de

1820 la apertura del Puerto del Refugio en Matamoros y la re-fundación de la ciudad de Tampico, dio la posibilidad a la ciudad de Monterrey de convertirse en proveedor de mercancías a los pobladores de los Estados del centro y occidente del país. Aunado a su posición estratégica, la guerra separatista de los Estados Unidos en 1861 propició el cierre de los puertos del sur de los Estados Unidos por lo que las mercancías llegaban a Matamoros y eran transportadas a la frontera con fleteros de Monterrey que además, tenían el control de las aduanas lo cual les permitió acumular importantes capitales. Sin embargo, el auge del comercio sufrió una abrupta caída a partir de la terminación del conflicto en Estados Unidos en 1865 y a la entrada del ferrocarril en 1882 (Cavazos et al., 2008).

No obstante, los neoloneses no se derrotaron y aprovecharon la incipiente experiencia que habían acumulado desde 1844 hasta la fecha de la crisis, donde contaban ya desde esa época con aproximadamente 300 talleres, decidiendo invertir sus fortunas en la rama industrial. Entre los productos, que conjuntaban una numerosa lista, se encontraban: ladrillos, productos del trigo, textiles, cerillos, aceite, manteca, vidrio, cerveza entre otros muchos más, mismos que fueron presentados en 1880 en una exposición auspiciada por el gobierno local obteniendo un éxito tal que fueron llevadas al extranjero incrementando su difusión y comercialización (Flores, 2000).

Entre los años 1890 y 1910 se consolidaron las industrias que dieron gran impulso a la ciudad de Monterrey, incluso hasta la época actual. Como es natural, el auge industrial demandó una serie de recursos como energía y agua, por lo que hubo que dotar a la ciudad de la infraestructura necesaria para satisfacer la demanda de dichos recursos. En esos años el servicio de agua era suministrado a partir del manantial en la Estanzuela y de las galerías

en San Jerónimo además de las diferentes fuentes superficiales que aún eran abundantes (Torres y Santoscoy, 1985).

El progreso industrial continuó acompañándose de un acelerado crecimiento poblacional. En el año de 1930 la población era de 137,000 habitantes y 10 años después la cifra se incrementó en poco más de la tercera parte. Al término de la segunda guerra mundial el auge de la industrialización continuó y con ello el crecimiento de la ciudad y la demanda de servicios. En 1950 la población alcanzaba los 350,000 habitantes con 4,000 empresas que daba empleo a 90,000 trabajadores (Flores, 2000). A partir de la década de los 50's para satisfacer la demanda de agua tuvo que recurrirse a fuentes más lejanas como: las Galerías de la Huasteca (1950); las Galerías de Monteros (1952); los pozos de Mina (1954); los tunes de San Francisco (1957) y el manantial de la Cola de Caballo (1958); en estos momento ya se requería de mayor inversión y tecnología para obtener agua a partir de los pozos profundos de Monterrey (1955). Estas obras de infraestructura fueron realizadas por Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey dirigida por su nueva administración ya que desde 1945 pasó a manos del gobierno local (Torres y Santoscoy, 1985).

En la década de los 60's la población se había incrementado casi al doble, y con ello comienzan a aparecer los cinturones de miseria. La planeación de la ciudad era cada vez más compleja. En esta década se hace necesaria la construcción de la primera presa que dotaría de agua a la ciudad de Monterrey. Un aspecto visionario que daría mayor seguridad y confianza a la ciudadanía fue la instauración de la planta potabilizadora del agua proveniente de la presa de la boca que abasteciera de agua potable a todos los consumidores conectados a la red (Torres y Santoscoy, 1985).

En 1970 la población ya era de 850,000 habitantes y dada la expansión de su perímetro urbano los municipios periféricos fueron incorporados a la ciudad conformando de esta manera al Área Metropolitana de Monterrey. Esta fusión hizo que para 1980 la ciudad contara con 2'300,000 habitantes. En el ámbito industrial hacia finales de los 70's las exportaciones eran de 353 millones de dólares y ya en la década de los 80's se incorporaron a la planta productiva 7,000 empresas más. En 1986, las exportaciones de la ciudad representaron 1.9% de las exportaciones nacionales (Flores, 2000).

La bonanza económica continuó pero la escasez del agua se agudizó. Fue una época en la que el agua era muy apreciada. Para solucionar los problemas de escasez, que representaba una limitante del desarrollo, se tomó la decisión de obtener agua de fuentes más lejanas a pesar de los costos económicos y ambientales. En 1984 fue inaugurada la presa José López Portillo "Cerro Prieto" en el municipio de Linares Nuevo León con capacidad de 400 millones de metros cúbicos (Torres y Santoscoy, 1985). Los problemas de escasez se terminaron y nuevamente el consumo se disparó, como si no se tratara de una zona con estrés hídrico.

El gobierno del Estado y SADM previendo repetir un nuevo periodo de escasez como el padecido en los años 80's inaugura en 1994 la presa El Cuchillo con capacidad de almacenamiento de 1,800 millones de metros cúbicos. La asignación del agua de este embalse para el uso de los habitantes del Área Metropolitana de Monterrey trajo como consecuencias problemas de tipo interestatal, debido a que el agua retenida en la presa era destinada al distrito de riego 026 en el Estado de Tamaulipas. El problema fue resuelto con la intervención del Gobierno Federal al establecer un pago por derechos a los agricultores de la zona de riego y al comprometer al organismo a devolver en aguas tratadas el

equivalente a la cantidad de agua de primera mano que recibía la zona de riego (Aguilar-Barajas, 1999). Ver en el anexo 1 el convenio interestatal.

Como puede verse a través de la breve historia, la gestión del recurso hídrico en la zona ha tenido como principal objetivo crear las obras de infraestructura necesarias para satisfacer la demanda; es decir, el estilo de gestión ha estado centrado en la demanda. Aún y cuando SADM tiene bajo su control las variables para llevar a cabo una gestión eficiente del recurso, las buenas prácticas administrativas no han sido suficientes para satisfacer dicha demanda sin el aporte de fuentes más lejanas.

3.3.1.1 Desarrollo económico y urbano

El estado de Nuevo León es considerado uno de los Estados con mayor desarrollo económico a nivel nacional destacando, como ya se mencionó en el apartado anterior, por su importancia industrial y comercial en la región. Desde antaño y hasta la época actual la ciudad ha mantenido su extraordinario desarrollo, el cual queda de manifiesto en el comportamiento de una serie de indicadores económicos sin embargo este exacerbado desarrollo, por otra parte, ha significado la generación de una serie de alteraciones en el equilibrio ambiental que son manifiestas a través de la escasez de recursos como el agua (De la Garza, 2007).

El crecimiento de la ciudad puede verse desde dos ángulos: desde el crecimiento poblacional y desde el crecimiento económicos, es interesante observar que el crecimiento de la población está sucediendo a una tasa menor al crecimiento económico y esta coyuntura debe ser aprovechada a favor de establecer los límites para una ciudad que

actualmente ya se encuentra desbordada respecto a su capacidad para dotar de recursos a sus habitantes.

En la siguiente figura se muestra la tendencia de crecimiento poblacional a través de las proyecciones que realiza el Consejo Nacional de Población, que muestra la dinámica que se espera para el área metropolitana de Monterrey hasta 2030.

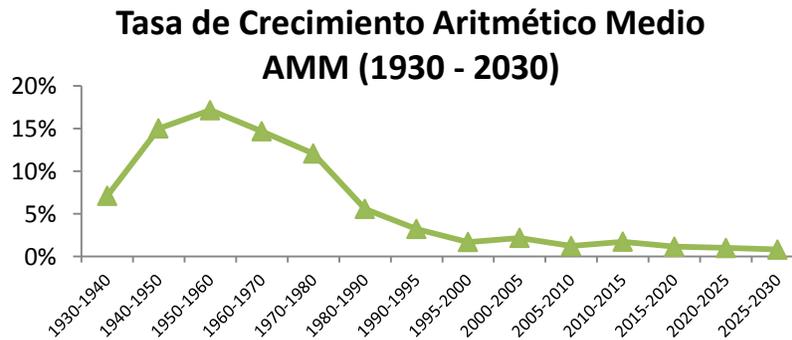
Figura 15. Población total para el AMM.

Año censal	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	Total						
Total ZMM	3 243 466	3 598 597	3 820 696	4 151 671	4 392 921	4 614 411	4 807 256
Apodaca	283 497	418 784	523 370	664 338	784 114	897 528	1 001 860
García	28 974	51 658	74 308	99 971	126 665	154 015	181 387
San Pedro Garza García	125 978	122 009	122 659	111 614	105 696	100 060	94 589
General Escobedo	233 457	299 364	357 937	415 436	469 646	519 767	564 471
Guadalupe	670 162	691 931	678 006	704 194	699 613	691 506	679 359
Juárez	66 497	144 380	216 638	296 428	376 329	455 131	530 955
Monterrey	1 110 997	1 133 814	1 135 550	888 115	1 090 749	1 061 163	1 026 517
San Nicolás de los Garza	496 878	476 761	443 273	430 229	403 670	378 602	354 605
Santa Catarina	227 026	259 896	268 955	313 573	336 439	356 639	373 513

Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda, 2005.

Sin embargo, como ya se mencionó la tasa de crecimiento poblacional va disminuyendo, tal como lo muestra la siguiente figura.

Figura 16. Tasa en el crecimiento poblacional hasta 2030.



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

La figura anterior representa los valores promedio de crecimiento para el AMM sin embargo sería muy conveniente realizar un análisis de factibilidad de crecimiento a nivel municipal ya que aunque a nivel agregado se observe un decremento en la tasa de crecimiento, existen algunos municipios como Juárez, General Escobedo y Apodaca con tasas de expansión muy altas, tal como se muestra en la figura 17.

Figura 17. Densidad de población

Municipio	Extensión km ²	Población 2005 (hab)	Densidad (hab/km ²)	Población 2010 (hab)	Densidad (hab/km ²)	Población 2030 (hab)	Densidad (hab/km ²)
Apodaca	246	418,784	1,702.4	523,370	2,127.52	1,001,860	4,072.60
García	1,041.00	51,658	49.6	143,668	138.01	181,387	174.24
San Pedro Garza García	84	122,009	1,452.5	122,659	1,460.23	94,589	1,126.06
General Escobedo	167	299,364	1,792.6	357,937	2,143.34	564,471	3,380.07
Guadalupe	117	691,931	5,913.9	678,006	5,794.92	679,359	5,806.49
Juárez	249	144,380	579.8	256,970	1,032.01	530,955	2,132.35
Monterrey	295	1,133,814	3,843.4	1,135,550	3,849.32	1,026,517	3,479.72
San Nicolás de los Garza	59	476,761	8,080.7	443,273	7,513.10	354,605	6,010.25
Santa Catarina	890	259,896	292.0	268,955	302.20	373,513	419.68

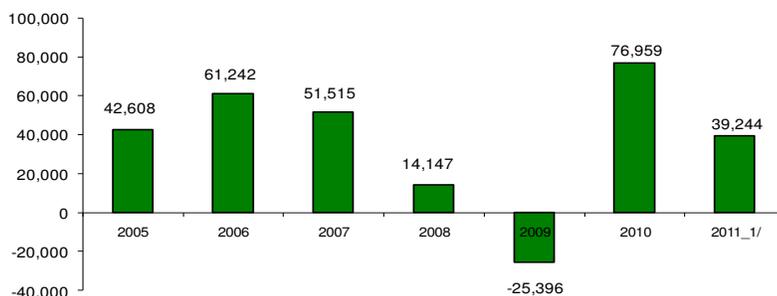
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI, 2011.

En la figura anterior se observa la proyección en la densidad de población por municipio hasta 2030, lo cual muestra que la expansión se va a focalizar en los municipios de Juárez, General Escobedo y Apodaca, por lo que esta región será la que demandará la mayor cantidad de recursos, entre ellos el agua.

Respecto al crecimiento económico, la Secretaría de Desarrollo Económico del estado de Nuevo León muestra a través de estudios estadísticos el gran auge de la ciudad de Monterrey mediante los siguientes indicadores de desarrollo:

Aún bajo las limitaciones ocasionadas por la crisis económica que se vive desde hace algunos años, Nuevo León está a la cabeza en generación de empleos habiéndose creado 39,244 en el año 2011 que representa el 12% de los empleos generados en todo el país. Lo anterior se traduce en un crecimiento anual de 5.6% en Nuevo León respecto a un 4.3% de crecimiento anual a nivel nacional. Particularmente, en el sector manufacturero el IMSS reportó un crecimiento del empleo de 7.8% en Nuevo León, comparado con el crecimiento en este renglón a nivel nacional que fue de 5.9%. En la siguiente figura se observa la dinámica de empleos generados en Nuevo León.

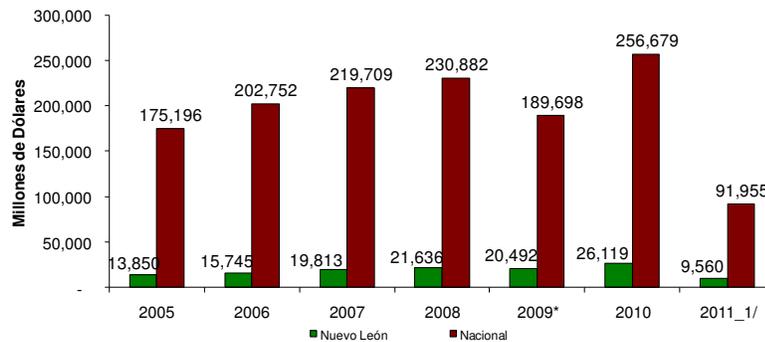
Figura 18. Empleos Generados en Nuevo León.



Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico, Gobierno del Estado de N.L. (2011)

También en el ámbito de la producción manufacturera, Nuevo León ha crecido a una tasa anual de 10%. En contraste, la producción manufacturera en México de 4.4%, y en Estados Unidos de 5.7%, como lo muestra la figura 19.

Figura 19. Exportaciones Manufactureras Estatales vs. Nacionales



Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico, Gobierno del Estado de N.L. (2011)

A manera de complementar la información anterior en la figura 20 se muestra la dinámica ocupacional de los nueve municipios del AMM, la cual deja de manifiesto la gran cantidad de recursos, entre ellos la energía y el agua, que son y necesarios para abastecer la planta productiva.

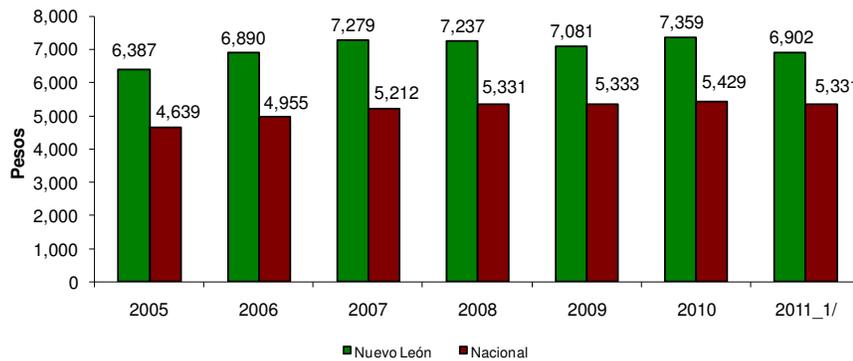
Figura 20. Población económicamente activa en el año 2005.

Municipio	Población Económicamente Activa			Población Ocupada (hab) en el Sector			
	Total	Ocupada	Desocupada	Primario	Secundario	Terciario	No Esp.
Apodaca	108,142	107,005	1,137	914	50,792	52,542	2,757
García	9,680	9,611	69	529	5,732	3,128	222
San Pedro Garza García	52,688	52,215	473	340	12,860	36,005	3,010
General Escobedo	85,003	84,088	915	565	39,068	42,231	2,224
Guadalupe	269,091	265,796	3,295	996	105,717	148,619	10,464
Juárez	23,115	22,855	260	525	10,933	10,725	672
Monterrey	452,924	447,484	5,440	1,393	146,170	280,866	19,055
San Nicolás Garza	200,812	198,339	2,473	630	73,711	115,398	8,600
Santa Catarina	90,411	89,444	967	484	42,206	43,970	2,784

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI, 2011.

Lo anterior es un síntoma positivo a nivel económico que se refleja en un bienestar para la sociedad al presentar una baja tasa de desocupación que a su vez se relaciona con mayores ingresos de sus habitantes como se observa en la siguiente figura:

Figura 21. Ingreso Promedio Mensual en el año 2011.

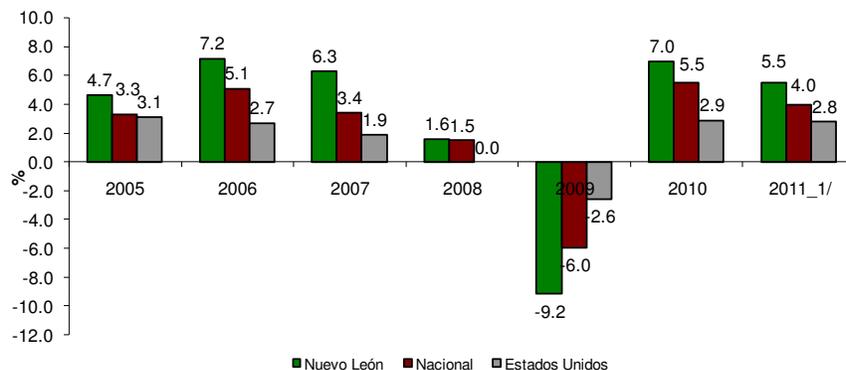


Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico, Gobierno del Estado de N.L. (2011)

Nuevo León supera al ingreso promedio nacional en 36%, tal como se muestra en la figura anterior, sin embargo este bienestar económico debe ir a la par de un bienestar social a través de una disminución en la desigualdad social y de un balance en el consumo y conservación de los recursos y los espacios para que el crecimiento y desarrollo puedan permanecer en el mediano y largo plazos.

En síntesis, los indicadores económicos anteriores se traducen un crecimiento en el PIB del estado de Nuevo León equivalente al 5.5%, que es superior al crecimiento del PIB nacional (4%) e incluso al PIB de los Estados Unidos de un 2.8% como se puede observar en la siguiente figura

Figura 22. Tasa de Crecimiento Anual del PIB de Nuevo León, Nacional y E.U.A.



Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico, Gobierno del Estado de N.L (2011)

Sin embargo, como ya se mencionó un crecimiento económico produce mayor bienestar a algunos sectores de la ciudad, si bien dicho crecimiento debe ser congruente con la disponibilidad de recursos.

Conforme lo señala la SDE (2012) aún se espera un crecimiento mayor al actual, en ese sentido la ciudad se está preparando en infraestructura para soportar una expansión adicional de los municipios del sector norte de la ciudad. No obstante, tal crecimiento incrementará los problemas derivados de contener a una población mayor a la que el espacio físico es capaz de abastecer de recursos para su mantenimiento y subsistencia. En el análisis diagnóstico se mostró que la cuenca ha sido ya rebasada en su capacidad de dotar del servicio de agua a la población actual.

A continuación se describen los mecanismos mediante los cuales se establece la gestión del agua en el AMM y se hará referencia a la tendencia que, los organismos encargados de abastecer del vital líquido a la ciudad, observan al llevar a cabo una gestión centrada en la demanda, independientemente de la disponibilidad y de la sustentabilidad de la cuenca.

3.3.2 La gestión del agua en el Área Metropolitana de Monterrey

Como se mencionó en el capítulo anterior, la gestión integral de cuencas hidrológicas a nivel internacional surge como respuesta a la necesidad de incorporar en la estructura de gestión no solamente el aspecto hidráulico del manejo del agua, sino la interacción dinámica de ésta con el ecosistema y con la gran diversidad de usuarios que la demandan. Con el surgimiento de la gestión integral de cuencas se incorpora el enfoque de usos múltiples, en busca de reducir los conflictos ocasionados por la escasez y la vulnerabilidad

del agua que se origina entre los distintos usuarios; además de tender hacia un equilibrio entre el desarrollo económico, la dimensión social y la conservación ambiental.

Dourojeanni et al. (2002) mencionan que México ha sido uno de los países de América Latina que más esfuerzos ha realizado en instaurar el estilo de gestión integral de cuencas hidrológicas a través de la figura de los consejos de cuencas. Sin embargo, aún existen áreas de oportunidad desde el ámbito de la legislación y la reglamentación que permitan su aplicación efectiva. Particularmente para el área metropolitana de Monterrey, manteniendo el espíritu de la gestión integral de cuencas, los procesos de manejo técnico y administración del recurso hídrico se centran en lo que Dourojeanni et al. (2002) llaman gestión sectorizada. Este estilo de gestión se identifica como aquel que está orientado a la coordinación de las inversiones para el aprovechamiento del agua, mediante la formulación y ejecución de proyectos de inversión y su posterior gestión, a través de regular las acciones para el manejo y administración del recurso para usos múltiples.

Monforte et al. (2012) mencionan las razones por las cuales la gestión que se realiza en el AMM puede ser considerada como sectorizada. En primera instancia, el organismo operador ha centrado su estrategia de manejo en alcanzar la mayor cobertura de servicio de agua potable y saneamiento para la ciudad. Por otra parte, el estilo de gestión que se lleva a cabo en el AMM a través de SADM en conjunción con la CONAGUA está orientado a:

- Coordinar las inversiones para el aprovechamiento del recurso hídrico y a las acciones de abastecimiento de agua potable, drenaje y saneamiento, con el fin de controlar la calidad de la misma, y
- Realizar acciones de optimización de recursos en el manejo conjunto del agua superficial y subterránea para su posterior asignación entre múltiples usuarios.

Es importante destacar que el organismo operador lleva a cabo de una manera muy eficiente los procesos de manejo técnico y administrativo lo cual le ha valido obtener un amplio reconocimiento a nivel nacional e internacional (véase SADM, 2011). Sin embargo, aunque de manera explícita el organismo establece un compromiso por llevar a cabo acciones tendientes hacia la sustentabilidad, en la práctica cotidiana vista a través de sus indicadores de eficiencia, existen aspectos en los ámbitos ambiental, financiero y de equidad, que no permiten considerarla como sustentable.

En la siguiente sección se describe al organismo operador desde sus orígenes hasta la fecha. También se abordan las acciones que ya se realizan a favor de la sustentabilidad, así como las que representan un área de oportunidad para conseguir el mismo fin.

3.3.2.1 El organismo operador

Como ya se mencionó anteriormente, el manejo técnico y la administración del agua para el sector urbano en el Área Metropolitana de Monterrey lo lleva a cabo Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM). Los orígenes del organismo operador datan de 1878 cuando se construyó el primer sistema de agua entubada en Monterrey. A inicios del siglo pasado, se comienza la construcción de un moderno sistema de agua potable y drenaje sanitario. En mayo de 1906, el Gobierno del Estado concede la prestación de los servicios y la ampliación de la infraestructura a la empresa canadiense *The Monterrey Water Works and Sewerage Company, Limited*, la cual empezó a dar el servicio en 1909 (Torres y Santoscoy, 1985).

Para 1945, dado que el servicio que ofrecía la compañía extranjera no fue el esperado, el Gobernador del Estado, el Lic. Arturo B. de la Garza dispuso la compra de la Compañía.

Posteriormente, por medio de un acuerdo Presidencial, en 1956 se expidió la Ley que da origen a la figura de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, con carácter de Institución Pública Descentralizada y personalidad jurídica propia, cuyos objetivos desde entonces han sido prestar el servicio público municipal de agua y drenaje a los habitantes de la Ciudad de Monterrey y municipios circunvecinos (Torres y Santoscoy, 1985).

Dado que SADM es un órgano de gobierno, se constituyó un Consejo de Administración con representación del Gobierno del Estado, del Ayuntamiento de Monterrey, de los usuarios y del sector privado a través de la Cámara de Comercio y la Cámara de Propietarios de Bienes Raíces. En 2000, se agregaría también, mediante modificación al Decreto de 1956, la Cámara de la Industria de Transformación, permaneciendo de esta manera hasta la fecha. Del mismo modo se mantiene hasta la fecha, la encomienda de continuar en la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento para brindar un servicio sin restricciones las 24 horas del día (SADM, 2011).

En su misión y visión, SADM establece llevar a cabo un manejo integral del agua para satisfacer las necesidades presentes y futuras de los usuarios, siendo en su mayoría usuarios domésticos, industriales, comerciales y servicios públicos urbanos; cabe aclarar que SADM no abastece de agua a los sectores agrícola y pecuario. También se compromete a garantizar los servicios de agua a la comunidad, buscando la mayor cobertura y calidad por medio de las mejores prácticas en materia de administración de recursos humanos, materiales y financieros. Además, define como parte de sus responsabilidades llevar a cabo las acciones requeridas, para satisfacer la demanda de los nuevos usuarios de los servicios a corto, mediano y largo plazos. De manera colateral, se lleva a cabo el programa “Cultura

del Agua”, cuyo objetivo es concientizar e incentivar a la ciudadanía a disminuir el consumo del agua (SADM, 2011).

Indicadores de eficiencia y reconocimientos nacionales e internacionales.

Bajo la óptica de diferentes instancias nacionales e internacionales, SADM es considerado como uno de los organismos operadores más eficiente del país (véase SADM, 2011), lo cual le ha valido recibir una serie de reconocimientos, entre ellos el otorgado por la *American Water Works Association* en 2006, por ser un organismo operador con altos niveles de eficiencia; sin embargo, hay factores que señalan algunas debilidades del organismo operador vistas desde el enfoque de sustentabilidad. Entre los indicadores de eficiencia se encuentran (Monforte et Al., 2012):

- Cobertura de agua potable: 99.54% de la población que habita en el AMM recibe el servicio de agua potable.
- Cobertura de drenaje sanitario: 99.4% de la población del AMM recibe el servicio de drenaje sanitario.
- Calidad del agua: 100% del agua distribuida por la red es apta para consumo humano cumpliendo con la Norma Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-1998.
- Eficiencia comercial²³: 98.95 % de los usuarios registrados en el padrón del organismo operador realizan el pago del servicio en tiempo y forma.
- Agua residual tratada: prácticamente el 100%.

Por otra parte, entre las debilidades manifiestas por los indicadores se encuentran (Monforte et al., 2012):

²³ La eficiencia comercial es la proporción del volumen total de agua que se cobra respecto al volumen total de agua facturado.

- Dotación de agua potable: 251 litros por habitante al día, cabe aclarar que este representa exclusivamente el consumo promedio para el sector domiciliario sin considerar los sectores industrial, comercial y servicios públicos.
- Eficiencia física²⁴: 70% en promedio en los últimos 10 años, lo que indica que el 30% del líquido se pierde en fugas.
- Volumen reutilizado de aguas tratadas: solamente el 4% del agua residual tratada es reutilizada en procesos industriales y para el riego de áreas jardinadas y campos de golf.

Como puede observarse el organismo operador presenta importante áreas de mejora que de atenderse podría estarse más cerca de una gestión sustentable del recurso hídrico.

Estudios comparativos con otros organismos operadores

Con relación al desempeño de SADM comparado con otros organismos operadores del norte del país, Cázares (2006)²⁵ señala que:

- Los costos de distribución fueron de los más bajos de los organismos operadores estudiados.
- Los costos de servicio al cliente y los costos de capacitación del personal, desarrollo institucional, planeación y programas de cultura del agua muestran valores abajo del promedio de los organismos analizados.

²⁴ La eficiencia física es la proporción del volumen total de agua facturado respecto al volumen total de agua potabilizada (SADM, 2010).

²⁵ Enrique Cázares (2006) "Análisis Comparativo de Costos y Tarifas de Agua Potable entre Organismos Operadores de los Servicios de Agua y Drenaje en la Frontera México-EUA". En este estudio se comparan los Organismos Operadores de las ciudades de Tecate, Nogales, Piedras Negras, Ensenada, Nuevo Laredo, Matamoros, Reynosa, Saltillo, Hermosillo, Chihuahua, Mexicali, Ciudad Juárez, Tijuana y Monterrey, a partir de los siguientes indicadores: tarifas, costos e índice tarifario (Cázares, 2006).

- Su eficiencia comercial es prácticamente igual a la eficiencia comercial ideal²⁶.

Por otra parte, se encontraron algunos resultados que representan áreas de mejora:

- Los costos administrativos son relativamente altos comparados con el ideal.
- Su eficiencia física es baja, de 70%.
- Sus costos integrales reales están 18.8% arriba de sus costos integrales ideales.
- Se tiene un subsidio al drenaje sanitario y al tratamiento de aguas residuales a través de la tarifa de agua potable, así como del área metropolitana al resto de los municipios, por lo que el superávit se aplica en la cobertura de estos subsidios.

Es importante hacer notar que desde el enfoque de sustentabilidad la debilidad más relevante es el volumen de agua no contabilizada que es medida a través de la eficiencia física por la cantidad de agua que representa, razón por la cual habrá que intensificar los esfuerzos para abatirlo.

3.3.2.2 Marco legal

Como ya se mencionó en el capítulo 1, la Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Por su parte, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Órgano Administrativo de carácter autónomo, tiene la autoridad de hacer cumplir la Ley de Aguas Nacionales siendo además la responsable de llevar a cabo todos los procesos de gestión del agua a nivel nacional (LAN, 2008).

²⁶ En Cázares (2006) se establecen como valores ideales aquéllos relativos a los niveles de eficiencia reales de los organismos operadores estudiados.

A partir de 1980 la responsabilidad en materia del manejo de los sistemas de agua potable y alcantarillado se descentraliza del gobierno federal, entregando dicha responsabilidad mediante decreto presidencial, a los gobiernos de los estados y a los ayuntamientos. Sin embargo, la Federación a través de la CONAGUA se encarga de la coordinación de las acciones conjuntas que realizan los gobiernos de los estados y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones (LAN, 2008).

Por otra parte, posterior a las modificaciones de la Ley en torno a la coordinación de los organismos operadores del servicio de agua potable y alcantarillado, en 1997 se publica en el Periódico Oficial del Estado de Nuevo León la Ley de agua potable y saneamiento para el estado de Nuevo León. En la Ley se establecen las normas conforme a las cuales se prestarán los servicios en esta materia, así como se define la competencia de los Municipios de la Entidad para la prestación del servicio. Por otra parte, regula los casos en los que el servicio podrá ser concesionado a particulares y, determina los requisitos para la conexión de acceso a los servicios de agua potable y drenaje sanitario. Finalmente establece la forma para la aprobación de las cuotas y tarifas que se apliquen por la prestación del servicio (SADM, 2011). En el anexo 2 se muestra la legislación y la estructura tarifaria que está vigente en el Área Metropolitana de Monterrey.

El gobierno del estado designa al organismo operador, Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), como una institución pública descentralizada del Gobierno del Estado de Nuevo León teniendo como Consejo de Administración a representantes del Gobierno del Estado, del Ayuntamiento de Monterrey y del resto de los municipios del Estado, así como también a los representantes de los principales usuarios con la intención de llegar a

acuerdos consensuados para la toma de decisiones en materia de gestión del agua en el Área Metropolitana de Monterrey (SADM, 2011).

3.3.2.3 Demanda, sobre explotación, calidad y equidad

Como ya ha sido mencionado en esta investigación, una gestión sustentable del agua implica un estilo de manejo técnico y administrativo que propicie la optimización del uso del recurso y minimice el deterioro del medio ambiente, de forma tal que no se ponga en riesgo la permanencia del ciclo hidrológico a través del tiempo, además de favorecer la equidad social (Carabias, 2006).

Para el caso de estudio, después de haber revisado los indicadores de eficiencia que describen el desempeño del organismo operador, es claro que las áreas de mejora en el proceso de gestión giran en torno a la demanda del recurso y al control del agua no contabilizada, debido a que ambos factores son los de mayor influencia, desde el sector urbano, en la condición actual de sobre explotación de la cuenca. Adicionalmente, la calidad del agua es otro factor no menos relevante debido a que tiene efecto en la disponibilidad, en la seguridad y en la salud de los usuarios. Finalmente, desde el enfoque de este estudio, la equidad es un elemento más que debe ser considerado como componente indispensable para llevar a cabo una gestión sustentable del agua.

A manera de resumen a continuación se describen los aspectos de la gestión en el AMM que representan las áreas de mejora para aspirar a la sustentabilidad del recurso. Hablando en términos de la demanda, aún y cuando a nivel nacional el principal usuario del agua es el sector agrícola, en el Estado de Nuevo León el sector urbano representa aproximadamente el 55% del consumo total del agua, razón por la cual en este estudio dicho sector es muy

relevante. Los usuarios principales del agua y la fuente de origen para el AMM se muestran en la siguiente figura.

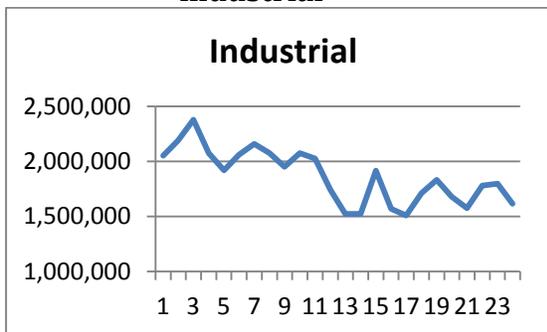
Figura 23: Porcentajes de consumo por sector y por fuente de origen

	Doméstico/Público/Comercial	Industrial	Agrícola/Pecuario
Agua superficial (60% del abasto total)	46.45 %	0.96 %	52.58 %
Agua subterránea (40% del abasto total)	44.32 %	20.88 %	34.79 %

Fuente: Elaboración propia con datos del SADM.

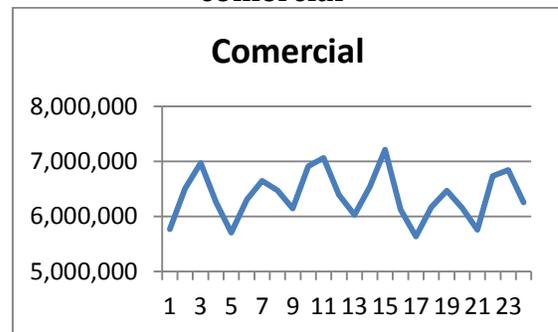
La tabla anterior muestra la razón por la cual el sector urbano es por demás relevante en este estudio. A su vez, las figuras que se muestran a continuación presentan las tendencias en el consumo por sector. Las figuras que se muestran a continuación se construyeron con datos de consumo desde el primer trimestre de 2006 hasta el cuarto trimestre de 2011.

Figura 24. Tendencia de consumo industrial



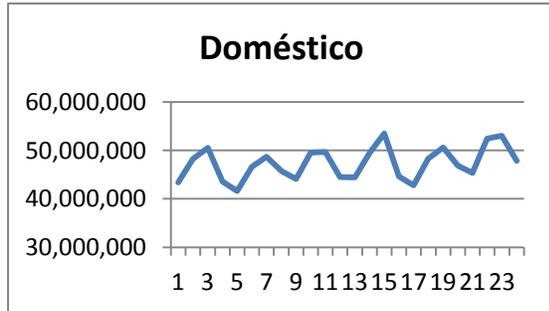
Fuente: elaboración propia con datos de SADM

Figura 25. Tendencia de consumo comercial



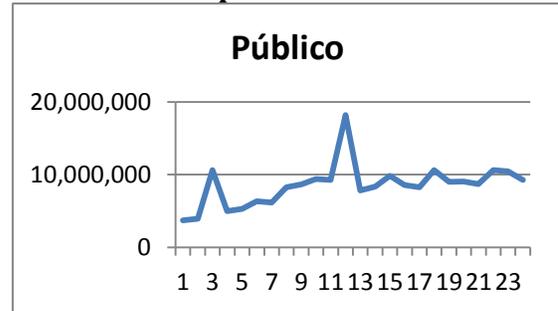
Fuente: elaboración propia con datos de SADM

Figura 26. Tendencia de consumo doméstico



Fuente: elaboración propia con datos de SADM

Figura 27. Tendencia de consumo público



Fuente: elaboración propia con datos de SADM

Como se puede observar, el sector industrial muestra un patrón de consumo decreciente, esto se debe a que se ha incrementado el consumo del agua tratada en el sector; con relación al sector comercial se observa un ligero decremento en el consumo en los últimos dos años; por otra parte la tendencia en el sector doméstico se observa ligeramente creciente lo cual puede percibirse en los últimos 8 trimestres a lo largo de la serie; finalmente el sector público muestra un patrón ascendente más claro por lo que deben proponerse acciones más concretas de ahorro.

Dados los patrones observados, en esta investigación se pretende buscar la manera de incentivar la disminución en el consumo del recurso a través de una propuesta particular a cada sector en función de su propio perfil de consumo y estableciendo incentivos específicos que en determinado momento puedan ser aplicados a los diferentes usuarios del sector.

El objetivo de la elaboración de una propuesta para el uso de incentivos enfocados a cada sector es para establecer una estrategia que favorezca los cambios necesarios en el patrón de consumo, de manera que se reviertan las tendencia observadas en los sectores público, comercial y domiciliario y para el caso del sector industrial que la tendencia a la baja se consolide favoreciendo el equilibrio hidrológico en la cuenca. En otras palabras, se propone

un sistema de gestión dirigido a modificar el patrón de consumo y propiciar una utilización racional del agua en el sector urbano en su conjunto para conseguir la sustentabilidad en el AMM.

Lo anterior no sólo es debido a que el sector urbano reporta un vasto consumo del recurso sino también porque, en términos de los pronósticos, este sector será el de mayor crecimiento en los próximos años.

Finalmente, la equidad es otro aspecto que requiere de un análisis detallado. Para el caso de estudio el análisis de la equidad puede dividirse en dos enfoques: hacia la sociedad y hacia el medio ambiente. En el primer caso podemos mencionar que:

Con relación al servicio, las personas que no están conectadas a la red de distribución además de que no reciben el agua en sus domicilios, tienen que comprarla a un precio mayor y en la mayoría de los casos con menor calidad. En el AMM, 0.45% de la población padece este problema; es importante señalar que este problema es imputable a la estructura de desarrollo urbano de la ciudad debido a que estos habitantes no tienen títulos de propiedad de sus viviendas.

Respecto al costo del servicio. En el AMM el valor tarifario se calcula por consumo y por sector; sin embargo, el procedimiento aplicado no permite una diferenciación con relación a la capacidad de pago de los usuarios; es decir, un aspecto de la equidad implica que los usuarios reciban el líquido independientemente de su capacidad de pago por lo que usuarios con menor poder adquisitivo deberían ser subsidiados por los consumidores con mayor capacidad de pago.

El pago por el servicio es otro aspecto de la equidad, Boland (1993) menciona que todos los usuarios deben pagar la parte proporcional al servicio que reciben. Para el caso de SADM

su eficiencia comercial es de 98.5 lo que implica que hay un 1.5% de los usuarios que no hacen el pago del servicio que reciben.

Respecto a los costos de las nuevas redes de distribución y los costos de la potabilización, del 100% del volumen de agua que distribuye el organismo operador, independientemente del sector que la consuma, los costos que se externalizan a todos los usuarios actuales, sin considerar que se hace un gasto extraordinario para potabilizar un volumen de agua que no necesariamente requiere esos niveles de calidad. Por otra parte, la construcción de la infraestructura para los nuevos desarrollos urbanos también es repartida entre los usuarios actuales independientemente de quienes resulten los beneficiarios de la aplicación de la red de distribución.

Finalmente, con relación a la equidad hacia el medio ambiente, en el AMM los costos de conservación del recurso a través del mantenimiento de las partes altas de las cuencas hidrológicas no están sistemáticamente incluidos en los valores tarifarios. Por lo que el costo por el cuidado ambiental a través del pago por servicios ambientales sí debería externalizarse a todos los usuarios a efecto de cubrir los costos totales del servicio ambiental que reciben.

En síntesis, el estilo de gestión que se lleva a cabo en el AMM a pesar de dotar de agua potable al 99.54% de la población durante las 24 horas del día, tiene áreas de mejora que de atenderse podrían aplazar la necesidad de importar agua de nuevas fuentes pertenecientes a otras cuencas hidrológicas, además de favorecer la equidad y la conservación del medio ambiente inhibiendo posibles alteraciones locales del ciclo hidrológico. En la siguiente sección se describen los detalles de la metodología utilizada para el análisis de la gestión en el AMM.

Capítulo 4. Caso de estudio: Objetivo y Descripción Metodológica

4.1 Planteamiento

4.1.1 Problema

En los últimos años, en el área metropolitana de Monterrey (AMM), al menos de manera aparente, no ha escaseado el agua. La administración y manejo del agua es llevada a cabo por Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), organismo operador que es considerado como uno de los más eficientes en México según lo muestra un estudio comparativo entre organismos operadores del norte del país (Cázares, 2006).

Sin embargo, el AMM se encuentra en un proceso de expansión y crecimiento demográfico y productivo que, aunado al consumo per cápita actual, a las tendencias observadas en torno al deterioro de la cuenca y a los bajos niveles de reutilización de las aguas tratadas, hará insuficiente la disponibilidad del agua de los caudales actuales lo que implicará: una mayor extracción de agua de los acuíferos exacerbando los problemas de sobreexplotación y el trasvase de agua de cuencas cada vez más distantes con inversiones multimillonarias y altos impactos ambientales para mantener un estilo de consumo del agua en la ciudad evidentemente insustentable.

Dado lo anterior, el problema implica desarrollar un conjunto de medidas articuladas tendientes a la optimización del recurso actualmente disponible, intensificando las acciones más comúnmente atendidas como son: la reducción de fugas, tanto al nivel de la red de distribución operada por el organismo operador como al nivel domiciliario; la diferenciación y el incremento en el volumen de recolección de aguas de desecho; el mejoramiento de la calidad del agua tratada y el incremento en el uso de las aguas

residuales tratadas para actividades productivas y municipales que no requieren de agua potable. Adicionalmente, se propone el diseño de un conjunto de medidas que favorezcan la restauración de las zonas de recarga en la cuenca y que permitan enfrentar críticamente el estilo vigente del uso del agua que los habitantes del área metropolitana de Monterrey hacemos de este vital recurso en un escenario de desperdicio e inequidad.

4.1.2 Hipótesis

Las acciones que son llevadas a cabo como producto del estilo de gestión del agua que actualmente se aplican en el Área Metropolitana de Monterrey, no representan un incentivo suficiente para inducir en los usuarios un manejo sustentable del recurso. Esto es, para que el proceso de gestión del agua pueda ser calificado como sustentable, además de atender los aspectos: hidráulico, contable y financiero, debe considerar los aspectos ambiental y social. Desde el punto de vista de los componentes hidráulico, contable y financiero, alcanzar un alto índice de eficiencia se traduce en buenos niveles de rentabilidad, disponibilidad suficiente y buena calidad en el servicio. Sin embargo, dicha eficiencia no necesariamente reduce los problemas de deterioro ambiental, ni resuelve los problemas de equidad entre los usuarios (Monforte *et al.*, 2012)

Partiendo de lo anterior se quiere probar que:

1. La gestión en el AMM, aún y cuando es eficiente, no es sustentable desde el aspecto ambiental y de equidad social.
2. El programa cultura del agua no ha conseguido disminuir el consumo per cápita.
3. La estructura tarifaria actualmente vigente en el AMM basada en incrementos progresivos no ha desincentivado el consumo.

4.1.3 Objetivos

4.1.3.1 Objetivo General

Proponer un estilo de gestión del recurso hídrico para el AMM que propicie la equidad social con base en las variables críticas de gestión del agua en el AMM y de una estructura tarifaria que considere el perfil de los consumidores bajo dos escenarios previsibles en el mediano plazo.

4.1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar las condiciones del agua disponible para el AMM, como resultado de la caracterización del área de estudio.
- Identificar los parámetros (variables) de una gestión sustentable del agua desde el punto de vista de especialistas y expertos en el tema vinculados al AMM.
- Identificar los parámetros (variables) que definen el estilo de gestión del agua actual en el AMM, a través de caracterizar el perfil de los usuarios en el área de estudio.
- Formular una estructura tarifaria que pudiese devenir política pública.
- Construir escenarios que permitan contrastar los efectos en la disponibilidad del agua dado el manejo actual contra el efecto de la disminución en el consumo motivado por la aplicación de una tarifa que induzca la equidad social e incentive la disminución en el consumo, además de los incentivos que surjan del análisis de la información vertida por los grupos de expertos.

4.2 Selección del método de análisis

En el presente estudio la construcción de escenarios representa una estrategia de ratificación de la importancia del uso de incentivos que promuevan una gestión sustentable del agua en el área de estudio, debido a que su aplicación para el análisis prospectivo de variables ambientales y sociales, ayuda a los responsables de la toma de decisiones a comprender las implicaciones de las tendencias en las condiciones actuales de disponibilidad y consumo de los recursos naturales, particularmente del agua, en la sustentabilidad ambiental de dichos recursos y el desarrollo humano.

Los escenarios permiten comparar enfoques alternativos entre las condiciones ambientales y las condiciones de desarrollo económico y social que pueden ilustrar a los responsables de la toma de decisiones acerca de las consecuencias de estas alternativas. Si bien todos parten de las condiciones actuales, ninguno de los escenarios representa la mejor o la peor decisión; por el contrario, ilustran diferentes elecciones que se pueden hacer y algunos de los compromisos a los que habrá que llegar de modo que se produzcan resultados tendientes a un equilibrio entre la disponibilidad y el consumo de los recursos (PNUMA, 2005).

Asimismo, la construcción de escenarios sienta las bases para la toma de decisiones considerando variables o factores que podrán tener influencia en la práctica presente o futura, que podría soslayarse bajo las condiciones contextuales a partir del análisis de la información histórica. En síntesis, a través de la simulación basada en los escenarios se espera identificar los efectos que tendrán las variables de sustentabilidad en la gestión del agua en el AMM, partiendo de la propuesta de una estructura tarifaria basada en el perfil de los usuarios domésticos y de las acciones resultantes de los grupos de discusión.

4.2.1 Métodos cuantitativos y cuantitativos

A fin de identificar la mejor estrategia para la construcción de los escenarios, se hizo una revisión de la literatura para conocer las diferentes metodologías basadas en diversos criterios de análisis como son los modelos de optimización, los modelos económicos y los modelos cualitativos. La figura 28 muestra algunas de las variadas metodologías que se utilizan para la definición y construcción de escenarios para el manejo de recursos naturales, particularmente el agua.

Figura 28. Metodologías para la construcción de escenarios.

Modelos de optimización	Maximización o minimización de la cantidad de agua entregada, de la eficiencia, de los costos, etc., modelos como WEAP ²⁷ , BAU ²⁸ entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> - Arranz, R.; McCartney, M. (2007) "Application of the Water Evaluation and Planning (WEAP) model to assess future water demands and resources in the Oliphant's catchment, South Africa". - L. Bharati, V. U. Smakhtin and B. K. Anand, (2009) "Modeling water supply and demand scenarios: the Godavari-Krishna inter-basin transfer, India". - R. Quba'A, M. El-Fadel & M. R. Darwish, (2002) "Water Pricing for Multi-sectoral Allocation: A Case Study". - V. V. Selyutin, S. V. Berdnikov, and V. V. Kulygin, (2009) "Comparative Analysis of Water-Use Scenarios for Lower Don Water Management System". - Amarasinghe, U. A.; Shah, T.; Turrall, H.; Anand, B. K. (2007) "India's water future to 2025-2050: Business-as-usual scenario and deviations".
Modelos económicos	Mínimo costo marginal	<ul style="list-style-type: none"> - Sam Kayaga and Camilo Muñoz-Trochez, (2009) "Incorporating Energy Use into the Economic Level of Leakage Model, Ian Smout". - Halla R. Sahely and Christopher A. Kennedy, (2007) "Water Use Model for Quantifying Environmental and Economic Sustainability Indicators".
Métodos cualitativos	Identificación de variables clave mediante métodos como:	<ul style="list-style-type: none"> - Jonathan L. Chenoweth, Walter Wehrmeyer, (2006) "Scenario Development for 2050 for the Israeli /Palestinian Water Sector". - Odeh R. A-Jayyousi, (2003) "Scenarios for Public-

²⁷ WEAP: Application of the Water Evaluation and Planning Model.

²⁸ BAU: Business as Usual

	Grupos de Enfoque (<i>Focus Groups</i>), Entrevistas a Profundidad, Análisis Estructural, entre otros.	Private Partnerships in Water Management: A Case Study from Jordan". - Judit Lienert, Jochen Monstadt and Bernhard Truffer, (2006) "Future Scenarios for a Sustainable Water Sector: A Case Study from Switzerland". - E Diez de Castro, F Diez M y M. L. Madero G, (2004) "La Estrategia Medioambiental, una Visión Prospectiva".
--	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores revisados

4.2.2 Ventajas y desventajas

Al analizar la información anterior se observaron las siguientes características en las metodologías revisadas:

Para el caso de los modelos de optimización

- Se construyen en ambientes controlados, asumiendo que muchas variables permanecen constantes.
- Deben cumplir con una serie de supuestos que validen la metodología.
- Requieren mucha información histórica
- Proyectan tendencias rescatando la inercia de las variables históricas, pero no tienen la capacidad de incluir elementos de variación no registrados.

Para el caso de los modelos económicos

- Se construyen tomando como base variables de precio o de costo, lo cual tiene implicaciones de fondo debido a que en la práctica las asignaciones de precios y costos no reflejan necesariamente la realidad del valor del recurso.
- Solamente hace consideraciones en términos financieros y contables, dejando fuera aspectos sociales y ambientales ante la dificultad de asignar un valor económico a ambas dimensiones.

Para el caso de los modelos cualitativos

- Generan una mayor profundidad en el conocimiento del tema.
- Recuperan los elementos de la voluntad humana en el manejo del tema, con clara vocación social.
- Se desarrollan en situaciones naturales a diferencia de situaciones experimentales controladas.
- Captan la naturaleza dinámica de los componentes del sistema.

Las características observadas en los métodos cualitativos son las más adecuadas para las intenciones y objetivos de esta investigación. Por esta razón, la construcción de escenarios se realizará identificando a las variables de sustentabilidad a partir de la metodología de análisis cualitativo conocida como grupos de enfoque. A continuación, se describe dicha metodología, sus alcances, sus ventajas y por qué resulta útil para este proyecto.

4.2.3 Grupos de enfoque

Los grupos de enfoque pueden definirse como un método directo para obtener información enriquecida dentro de un contexto social. Adicionalmente, consiste en una discusión profunda sobre un tema predefinido y limitado que se lleva a cabo entre un grupo pequeño de participantes, con un mínimo de cuatro a un máximo de doce personas, en una sesión con una duración entre una y dos horas, bajo la dirección de un facilitador (Krueger y Casey, 2009).

La metodología fue desarrollada originalmente para llevar a cabo estudios de mercado bajo el supuesto de que los consumidores toman decisiones en un contexto social y a menudo como resultado de una discusión. Surge en la década de los años 20 con la

intención de recopilar información sobre las preferencias de un producto, aunque al ir conociéndose sus cualidades, otras áreas del conocimiento como las ciencias sociales y las ciencias de la salud comenzaron a emplearla para la recopilación de información enriquecida como producto de la interacción entre los participantes sobre temas específicos (Robinson, 1999).

Como Robinson (1999) menciona los grupos de enfoque consisten en aplicar la técnica de la entrevista a un grupo homogéneo de personas donde las respuestas de algunos, motiva al resto a verter comentarios adicionales. No es necesario que el grupo llegue a un consenso o que discrepe en sus opiniones, el objetivo es tener datos sobre una gama limitada de temas dentro de un contexto social intercambiando anécdotas y comentarios.

El protocolo del proceso consiste en establecer el tema a tratar a través de algunas preguntas que servirán como guía de la discusión definiendo un tiempo límite. El proceso deberá ser dirigido por un moderador, quien se encargará de permitir la participación a todos los asistentes a la sesión controlando los temas, el tiempo y evitando sesgos inducidos por los propios participantes (Bayea y Nicoll, 2000).

Para la recopilación, el transcriptor debe tomar notas exactas incluyendo las manifestaciones verbales y no verbales que son igualmente importantes. Este procedimiento puede llevarse a cabo mediante la grabación de audio y video de la sesión.

Para el análisis, el transcriptor debe familiarizarse con los datos y no debe inducir ningún sesgo identificando temas y patrones que surgen como producto de la evaluación. En general, no es apropiado presentar los resultados como porcentajes de la población de estudio dado que el grupo no es una muestra estadística de la población (Krueger y Casey, 2009).

Robinson (1999) añade que entre las ventajas de la metodología se puede mencionar que es una técnica muy eficiente para el acopio de datos cualitativos; la dinámica del grupo ayuda a centrarse en los asuntos más importantes y es fácil detectar ideas compartidas o divergentes; los participantes se sienten cómodos en expresar sus opiniones utilizando sus propias palabras, incluso aquellos renuentes por su personalidad a participar. Finalmente, el facilitador puede pedir la aclaración de aportaciones ambiguas, además de que la discusión puede ayudar a tratar temas tabú a través de la participación en la discusión.

Por otra parte, entre las desventajas pueden mencionarse la suavización de opiniones extremas, el sesgo debido a la lucha de personalidades contrarias dentro del grupo, un líder en la discusión puede sesgar los resultados, el manejo de información censurada o secreta que puede causar un problema para expresar las ideas de los participantes, además de que los resultados no se pueden generalizar debido a que el grupo no necesariamente es una muestra representativa de la población (Robinson, 1999).

En este proyecto de investigación fue empleada esta metodología debido a que es sensible a las aportaciones que provienen de las actitudes y las experiencias de los participantes. También fue conveniente para examinar cómo el conocimiento y las ideas funcionan dentro de un contexto cultural dado, así como también porque fue capaz de explicar y articular un conocimiento teórico y generalizado sobre un contexto particular, a través de los matices que los participantes aportaron sobre el tema, cada uno desde su ámbito de conocimiento y experiencia.

En la siguiente sección se detalla la metodología llevada a cabo para la delimitación del problema de estudio mediante la caracterización de área objetivo; la identificación de las variables de sustentabilidad a través de los grupos de enfoque; la obtención del perfil de los

usuarios del agua en el AMM y, finalmente, la construcción de escenarios teniendo como insumos los resultados obtenidos de los puntos anteriores.

4.3 Metodología

La primera fase de la investigación consistió en llevar a cabo la caracterización de la zona de estudio, esto con la finalidad de conocer el contexto del análisis e identificar en primera instancia los elementos que iban a ser evaluados, así como para dimensionar la complejidad del tema de estudio.

Después de la evaluación inicial, producto de la caracterización del área de estudio, se llevó a cabo una evaluación complementaria basada en la revisión de la literatura de expertos en el tema. Ambas sentaron las bases para la identificación de los aspectos críticos para la gestión sustentable del agua en el AMM, estableciendo a partir de ello los ejes del análisis.

Tomando como base dichos ejes de análisis, se llevó a cabo una consulta a especialistas y expertos en el manejo y gestión del recurso hídrico en el AMM con la finalidad de que expresaran cada uno de ellos, desde su propio ámbito de influencia, los elementos que consideraron más importantes para conseguir una gestión sustentable del agua en el área de estudio. Tomando como base las opiniones de los invitados se identificaron las variables de mayor impacto.

Posteriormente, se estableció el perfil de los usuarios del agua en el área de estudio; para ello fue necesario disponer de la información poblacional recabada del censo de población y vivienda (INEGI, 2011) y los valores del consumo de agua reportados por el organismo operador y por la Comisión Nacional del Agua (SADM, 2011; CONAGUA, 2011).

A partir de la evaluación estadística de la información recopilada se identificaron las características (perfil) de los usuarios del agua en el Área Metropolitana de Monterrey

relacionados con: el nivel de consumo del agua en función de la escolaridad, nivel socioeconómico y capacidad de pago.

Finalmente, se llevó a cabo la construcción de escenarios para lo cual, respecto a las variables hidrológicas se consideraron los valores prospectivos que fueron el resultado de la caracterización de la cuenca; para la variable crecimiento poblacional se emplearon las proyecciones de CONAPO (2008) y para la variable consumo de agua se empleó el modelo de regresión múltiple obtenido en la etapa anterior.

Los resultados obtenidos a partir del perfil de los usuarios domésticos y de las opiniones obtenidas a partir de los grupos de discusión fueron la base para la elaboración de una propuesta de una tarifa sustentable por ser en principio, equitativa y dada la estructura valorativa se esperaba que resulte en un incentivo económico que motive el ahorro del agua en la zona. Además de una propuesta de política pública que resulte de los parámetros del modelo construido y del análisis de la información vertida por los grupos de discusión.

En las siguientes secciones se detalla cada etapa de la metodología.

4.3.1 Caracterización de la zona de estudio

Cázarez et al., (2011) mencionan que la cuenca hidrológica es vista como un sistema en el que interactúan factores y variables ambientales y sociales de manera dinámica y compleja. El buen funcionamiento del sistema requiere del desempeño apropiado de cada uno de sus componentes y de las relaciones entre ellos. La caracterización se basa en el análisis de los diferentes componentes de la cuenca hidrológica para mostrar las condiciones en tiempo real de cada uno de ellos, siendo estos:

- Aguas superficiales

- Aguas subterráneas
- Ecosistemas
- Uso agrícola y pecuario
- Aspectos socioeconómicos (Uso público-urbano e industrial) y
- Calidad del agua

La caracterización de la cuenca hidrológica se lleva a cabo con el objetivo de identificar las áreas de oportunidad que contribuyan a la conservación del recurso hídrico y de los recursos directamente vinculados al agua, así como a su uso sustentable. Un buen diagnóstico es la base para la efectiva toma de decisiones, puesto que permite el equilibrio entre los recursos disponibles y los diversos usos del agua sin llegar al nivel de sobre explotación y, a su vez, proporciona una buena calidad de vida a los usuarios, de la posibilidad de crecimiento y desarrollo, así como acceda al mantenimiento del ecosistema.

4.3.1.1 Identificar las fuentes de información

Como punto inicial en el proceso de caracterización de la cuenca fue necesario recopilar la información disponible a partir de las siguientes fuentes: CONAGUA, SADM, SEMARNAT, CONAPO, INEGI, Gobierno del Estado de NL y acervos bibliográficos del ITESM y del IINSO.

4.3.1.2 Información recopilada

La manera en que fue solicitada la información dependió de la institución y si la información solicitada era o no de carácter público. Cabe mencionar que mucha de la información se encuentra de manera pública en los portales electrónicos de las diferentes instituciones; sin embargo, gran parte de esa información, técnicamente llamada datos

crudos, se puede obtener de manera desagregada y su recopilación y conjunción es una labor lenta y laboriosa, razón por la cual en muchos caso hubo necesidad de solicitar a la respectiva dependencia la información depurada.

En la mayoría de los casos la solicitud de información se llevó a cabo mediante una carta dirigida a la dirección de la dependencia para su autorización siguiendo el protocolo que cada instancia establece. En el anexo 3 se enlista la información solicitada.

4.3.1.3 Procedimientos para la caracterización del área de estudio

a) Delimitación político-administrativa: el área de interés de este estudio se delimitó identificando la entidad federativa de Nuevo León y los municipios en los que se localiza el Área Metropolitana de Monterrey siendo estos, los municipios de: Monterrey, San Nicolás de los Garza, Guadalupe, San Pedro Garza García, Santa Catarina, Juárez, Apodaca, General Escobedo y García, conforme al acuerdo de conurbación vigente a partir de 1984.

b) Delimitación hidrológica: el área de interés de éste estudio se ubica dentro de los límites de la cuenca mayor río Bravo – Conchos, y a su vez dentro de los límites de la cuenca menor del río San Juan; respecto a las aguas superficiales el área de estudio comprende parte de las subcuentas de los ríos Santa Catarina, Pilon y Pesquería, y respecto a las aguas subterráneas el área de estudio abarca a los acuíferos: Área Metropolitana de Monterrey, Campo Mina, Campo Buenos Aires, El Carmen Salinas Victoria, Campo Durazno, Campo Topo Chico y Cañón del Huajuco.

c) Situación político administrativa: la gestión del agua es llevada a cabo mediante la intervención del gobierno federal a través de la Comisión Nacional del Agua apeándose a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos,

1992) y mediante la participación del gobierno estatal a través de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey basado en la Ley de agua potable y saneamiento para el estado de Nuevo León (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1997).

El estudio diagnóstico se llevó a cabo mediante la elaboración de mapas cartográficos con la intención de mostrar las condiciones hidrológicas actuales de la cuenca bajo estudio. La metodología para la elaboración de los mapas se describe en el anexo 4.

Cabe aclarar que el estudio hidrológico de la cuenca del río San Juan para obtener el balance hídrico fue realizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA., 2009). Para los alcances de esta investigación se tomaron los resultados del balance hídrico como punto de partida para establecer el estatus de la cuenca y la disponibilidad actual del recurso en el AMM.

Los resultados de esta etapa se detallan en el capítulo 5.

4.3.2 Identificación de las variables de sustentabilidad

A partir de los resultados de la caracterización del área de estudio se pudieron identificar los componentes del balance hídrico que tienen impacto en la pérdida del equilibrio en la cuenca y que se están traduciendo en un deterioro del ecosistema que eventualmente podrá ocasionar el agotamiento de las fuentes de abasto para los usuarios del AMM. Con base en estos resultados se reconocieron los temas de análisis que fueron sometidos a la consideración de expertos en la gestión del agua en el AMM para que en función de ello, se establecieran las variables de sustentabilidad que servirían para la construcción de los escenarios y que a su vez serían la base de la propuesta de mejora o de cambio en la búsqueda de una gestión sustentable del agua en el AMM.

Las variables del balance hídrico son:

- El volumen del agua de entrada al sistema (recarga), que está compuesta por la entrada horizontal subterránea y por la entrada vertical que incluye: la recarga por precipitación, la recarga por retornos de riego y la recarga inducida. Esta variable del balance hídrico se ve afectada por la tasa de escurrimiento que a su vez depende de la permeabilidad del suelo que podrá aumentar o disminuir como consecuencia de la realización de actividades antrópicas, fundamentalmente el cambio de uso de suelo que provocan deforestación y erosión, temas que formaron parte de los aspectos discutidos por los grupos de enfoque.
- Y el volumen del agua de salida del sistema, que está compuesta por las salidas horizontales subterráneas; el caudal base de ríos; la descarga de manantiales; la evapotranspiración y la extracción por bombeo para satisfacer las demandas de consumo del líquido destinado a actividades antrópicas. Este último componente de la variable salida del sistema es un tema más para discutirse en los grupos de enfoque dado el impacto que tienen en la disponibilidad, así como también porque es el resultado del estilo de gestión del recurso.

A partir de las variables mencionadas y de la revisión bibliográfica de expertos y especialistas en temas de gestión sustentable del agua se establecieron los temas de discusión a ser analizados mediante los grupos de enfoque.

4.3.2.1 Temas de análisis.

Como parte de la metodología de los grupos de enfoque fue necesario diseñar las líneas temáticas para la discusión. Para lo anterior, tomando como base los resultados de la caracterización del área de estudio y de la revisión bibliográfica, se identificaron los siguientes temas de análisis:

1. Gestión sustentable del agua en el AMM. Este tema fue el primer planteamiento que se hizo al grupo de enfoque debido a que, dada la ambigüedad del concepto de sustentabilidad, se esperaba que los participantes establecieran desde sus propios contextos su concepción en torno al estilo de manejo del agua en el área de estudio y los elementos que apuntarían hacia la sustentabilidad.
2. Protección ambiental. Dado que uno de los problemas evidentes a partir del balance hídrico es la disminución en la recarga, se consideró que este tema era fundamental para conseguir una gestión sustentable ante el deterioro de las partes altas de la cuenca por deforestación, así como por la impermeabilización de los puntos de recarga que está incrementando el índice de escurrimiento y el arrastre de materiales en épocas de lluvia, teniendo un impacto directo en la variable de recarga.
3. Tratamiento de aguas residuales/Re-uso de aguas tratadas. Este tema también fue considerado importante porque impacta al componente de salida en el balance hídrico; es decir, en la medida en que estos dos factores pudieran incrementarse reducirían la extracción por bombeo disminuyendo la fuerte presión que hay actualmente sobre la cuenca.
4. Participación social. La participación social es una línea temática debido a que los problemas que presenta la cuenca son fundamentalmente de origen antrópico, de

modo que encontrar y entender la relación entre las variables relacionadas con los hábitos de consumo de los habitantes y las variables hidrológicas y ambientales aporta elementos sólidos para una propuesta de cambio hacia la sustentabilidad.

4.3.2.2 Participantes en los grupos de enfoque.

Una de las estrategias más importantes de esta investigación era recoger los conocimientos y experiencias de los actores que día con día tienen una participación directa o indirecta en el proceso de gestión del agua en el AMM. Se esperaba que estas personas, desde su perspectiva, señalaran por una parte las variables o acciones que identifican como causantes del problema de insustentabilidad en la gestión y por otra parte, de las variables o acciones que estén a favor de la sustentabilidad.

Entre los actores que tienen una participación indirecta se encuentran los investigadores y académicos de institutos de investigación e instituciones universitarias, quienes aportan las bases teóricas para la evaluación de las condiciones y la disponibilidad de la cuenca hidrológica. Por lo tanto, debían formar parte del grupo de enfoque los participantes expertos académicos que además de tener amplios conocimientos en temas de gestión del recurso hídrico tuvieran experiencia en el área de estudio.

Por otra parte, entre los actores que tienen una participación directa en el tema se encuentran las personas que se encargan de ejecutar las acciones para hacer posible la extracción, el almacenamiento, la conducción, la depuración y la deposición de las aguas dentro de lo que puede llamarse el ciclo urbano de utilización del agua en el AMM. Entre ellos se encuentra el personal técnico tanto de la CONAGUA como de SADM en los temas de

producción, aguas superficiales, aguas subterráneas, calidad, proyectos sustentables, así como también, de SEMARNAT, los encargados de ejecutar los procedimientos para la conservación ambiental.

Finalmente, en el último grupo se encuentran los tomadores de decisiones. A este grupo pertenecen personalidades de los sectores: industrial; servicios; gobierno estatal a través de la secretaría de desarrollo urbano, ahora secretaría de desarrollo sustentable y SADM; gobierno federal a través de la CONAGUA y de SEMARNAT y finalmente el Congreso del Estado. Todos ellos se encargan de la planeación estratégica, de ellos dependen las decisiones para asignación de los recursos y la ejecución de las acciones necesarias para disponer de los volúmenes de agua necesarios para abastecer a todos los usuarios con un servicio de calidad, además de que la adopción de medidas para que la dotación de agua no sea un factor limitante para el desarrollo y crecimiento de la ciudad.

En el anexo 5 se describe la lista de invitados y las fechas de cada sesión. Los procedimientos que se llevaron a cabo para la realización de cada reunión se mencionan en la siguiente sección.

4.3.2.3 Aplicación de la metodología de grupos de enfoque

Con el objetivo de validar los resultados del análisis diagnóstico y de encontrar una justificación más sólida para llevar a cabo una propuesta que propicie una gestión sustentable del agua en el AMM, se llevó a cabo la metodología de grupos de enfoque. En este caso, dicha metodología tuvo la ventaja de recuperar los conocimientos y la experiencia de los especialistas y expertos en el tema de gestión del agua y que por sus

actividades profesionales están directamente relacionados con el área de estudio. La metodología consistió en las siguientes actividades:

- Se construyó el cuestionario para la entrevista. Este cuestionario tuvo como punto de partida los ejes temáticos que se obtuvieron a partir del estudio diagnóstico de la cuenca y de la revisión documental de literatura relacionada con el tema de estudio. El cuestionario se presenta en el anexo 6.
- Se convocó a los invitados a la sesión. Para invitar a los participantes se llevaron a cabo invitaciones formales siguiendo los protocolos de cada una de las instituciones invitadas.
- Se organizaron las sesiones en función de la disponibilidad de tiempo de los invitados. Los procedimientos y protocolos para la ejecución de los grupos de discusión se llevaron a cabo como lo establece la literatura.
- Se estableció la técnica de moderación. Con relación a este aspecto el moderador buscó la participación de todos los invitados teniendo como guía el cuestionario y cuidó que la discusión girara en torno a los temas establecidos dosificando las intervenciones de los participantes. Las sesiones fueron video-grabadas con la intención de recoger todas las aportaciones de los participantes.
- Posterior a cada sesión se llevó a cabo la transcripción de la participación de los participantes. El proceso para recuperar las aportaciones de cada uno de ellos consistió en agrupar las ideas dependiendo del eje temático y del perfil del invitado.

En el anexo 7 se presenta un resumen de los resultados de esta etapa del estudio mediante una tabla donde se condensan las aportaciones de todos los participantes a los grupos de enfoque y se establecen las variables que fueron identificadas a partir de cada grupo.

4.3.3 Obtención del perfil de los usuarios domésticos

Dado que el componente “volumen del agua de salida” en el balance hídrico es uno de los factores a controlar para conseguir el equilibrio en la cuenca, es muy relevante entender los elementos que tienen un efecto en el incremento o disminución en el consumo por parte de los usuarios del agua en el AMM. En otras palabras, del estilo de consumo dependerá que la presión para la extracción de los acuíferos y el trasvase del agua de las presas se incremente, se mantenga igual o disminuya.

Al conocer el perfil de los consumidores del agua en el AMM y al relacionarlo con los resultados de las variables de sustentabilidad identificadas a través de los grupos de enfoque se podrá establecer una estrategia basada en incentivos que motiven un consumo racionalizado del recurso. En las siguientes secciones se explica cuáles fueron las etapas para definir el perfil de los usuarios domésticos del agua en el AMM.

4.3.3.1 Recopilación y acondicionamiento de la información para el análisis.

Inicialmente el proceso consistió en recopilar la siguiente información: el consumo de agua por parte de los habitantes de la ciudad de Monterrey y su área metropolitana proporcionada por SADM y datos del censo de población y vivienda proporcionados por INEGI específicamente: cantidad de habitantes, nivel de escolaridad, ubicación municipal,

ingreso, características de la vivienda como disponibilidad de agua entubada y drenaje sanitario. Para obtener dicha información se solicitó lo siguiente:

1. Información electrónica del consumo anual por sector (industrial, comercial, público urbano y domiciliar) de cada una de las colonias para los nueve municipios que conforman el área de estudio. Datos proporcionados por SADM.
2. Polígonos de las colonias para los mismos municipios. Esta información fue proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano ahora Secretaría de Desarrollo Sustentable; cabe aclarar que toda la información fue georreferenciada con el objetivo de tener un manejo de la información de manera más eficiente.
3. Información poblacional del censo del año 2000 y 2010, registrada por manzana. Esta información fue solicitada al Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Georreferenciación de la información

Inicialmente los datos originales tuvieron que sufrir un ajuste de forma para hacerlos coincidir en cuanto a las etiquetas de colonia y las referencias geo-espaciales debido a que las etiquetas de colonia registradas por SADM no coincidían con las etiquetas de colonia registradas por los municipios²⁹ por el uso de mayúsculas, errores ortográficos y errores tipográficos. Por lo tanto, hubo que hacer una revisión uno a uno de las parejas de los nombres de cada una de las colonias y uniformizar las etiquetas conforme al formato registrado por los municipios.

Por otra parte, la información geo-espacial ligada a las colonias tenía las coordenadas de los censos de los años 2004 ó 2005 mientras que la información poblacional del censo de

²⁹ Nombres de colonia vinculado al polígono con coordenadas geo-espaciales.

población y vivienda estaba codificada con las coordenadas cartográficas del año 2000 razón por la cual, también hubo necesidad de hacer la traducción de las coordenadas de los años 2005 al 2004 y del 2004 al 2000, a fin de poder colocar en la misma base de datos tanto el consumo como la información demográfica. Enseguida de lo anterior fue necesario traducir las coordenadas geodésicas de las manzanas que conformaron la muestra de análisis en el año 2000 para las mismas manzanas a la cartografía del año 2010 con la intención de comparar los consumos del año 2000 con el año 2010.

Estandarización de unidades

Antes de iniciar el análisis estadístico de la información fue necesario hacer una conversión de los datos a las mismas unidades. Por una parte, se tenían los datos de consumo anual de agua para cada una de las colonias de los nueve municipios que conforman el área metropolitana. Y por otra, se tenía la información demográfica registrada para los años 2000 y 2010 en unidades de manzana, es decir, los registros de las variables demográficas estaban dados para cada manzana de cada una de las colonias de los nueve municipios del Área Metropolitana de Monterrey.

Para poder relacionar los valores de consumo a las variables poblacionales hubo necesidad de desagregar los valores de consumo, dado a nivel colonia, y llevarlo hasta el nivel manzana. Para ello se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

El consumo acumulado por colonia en cada año fue dividido entre la población total que habitaba esa colonia en ese año. Cabe aclarar que para dar validez al análisis estadístico de la información se trabajó bajo el supuesto de que las costumbres en torno al consumo del agua por parte de los habitantes de cada colonia son similares; es decir, que en promedio

los habitantes de cada colonia tienen un estilo de consumo del agua semejante. También debe aclararse que dada la manera en que se hizo la estimación del consumo per-cápita promedio por colonia, el gasto debido a fugas en las redes domiciliarias fue distribuido entre todos los habitantes de la misma colonia.

Al calcular el cociente del consumo acumulado entre el total de habitantes de cada colonia, se obtuvo el valor del consumo promedio per-cápita de los habitantes de cada colonia; ahora bien, como trabajamos bajo el supuesto de que el consumo de agua entre los habitantes de la misma colonia era similar, entonces, al multiplicar el consumo promedio per-cápita por el número de habitantes de cada manzana se obtuvo el consumo total de agua en cada manzana.

Posteriormente, como estábamos interesados en conocer el consumo representativo de las viviendas de cada manzana, lo que se hizo fue dividir el consumo total de cada manzana entre el número de viviendas ubicadas en cada manzana; de esta manera se calculó un valor que representa el consumo promedio de agua de las viviendas ubicadas en cada manzana que conforman la totalidad de las colonias de los nueve municipios del AMM. No obstante, aún y cuando se dispuso de la información de los nueve municipios que contenidos el AMM los municipios de Juárez y García fueron excluidos del análisis debido a que, al unir la base de datos de consumo con los datos de población y vivienda, el número de manzanas que fue posible ligar representó una cantidad de registros no significativa.

Para el año 2010 los municipios de García y Juárez, aunque tenían una población mayor que en 2000, no fueron considerados en el estudio para tener los mismos registros en ambos periodos de modo que la comparación fuera válida.

Cálculo de la tarifa

El dato de consumo de agua promedio por manzana es muy importante, porque a partir de él fue posible calcular el valor tarifario promedio para cada manzana. El cálculo del valor tarifario se hizo de la siguiente manera:

Se consultó en SADM la manera de estimar la tarifa en el año 2000 y se encontró que los valores base de la estructura tarifaria sufrieron incrementos de manera mensual durante todo el año. Para obtener un valor que represente el pago promedio anual por el recurso, lo que se hizo fue promediar los valores tarifarios del mes de enero y del mes de diciembre; sin embargo, el resultado se aproximó mucho a los valores de la tarifa aplicados en el mes de septiembre del mismo año por ello, los valores de referencia que se utilizaron para calcular la tarifa para 2000 fueron los reportados en el mes de septiembre. Es importante mencionar que la estructura tarifaria aplicable al área de estudio en el año 2000 se define mediante incrementos escalonados en función del consumo del líquido, para revisar los detalles de la estructura tarifaria en el Área Metropolitana de Monterrey se recomienda revisar el anexo 8. De manera similar se estimó la tarifa para 2010, en este caso los valores tarifarios empleados fueron los valores del mes de julio ya que fue el que mejor representó el valor de la tarifa para ese año. Para el caso del año 2010 la estructura tarifaria difiere de la tarifa del año 2000 en que para este caso, se aplican incrementos progresivos en función del consumo, es decir, los incrementos ya no se aplican en rangos de consumo, sino que hay un incremento continuo por lo que ya no se puede manejar como una estructura escalonada. Los detalles de la tarifa para este año también se encuentran en la sección de anexos (véase anexo 9).

Teniendo información sobre: los valores del consumo promedio para cada manzana; y la proporción de viviendas que disponen de agua entubada y de drenaje sanitario y las estructuras tarifarias para los años 2000 y 2010 fue posible hacer la estimación del valor de la tarifa más representativa para todos los usuarios de cada manzana de cada una de las colonias de los siete municipios del AMM.

Estimación del ingreso

Ahora bien, como entre los datos demográficos, se tenían los valores de ingreso para cada vivienda, debido a que se necesitaba un valor representativo para cada manzana, lo que se hizo fue obtener el valor de la media ponderada³⁰ del ingreso para cada manzana.

Sin embargo, con relación a los datos de ingreso reportados por INEGI se presentó un problema en la veracidad de la información debido a que colonias ubicadas en las zonas de más alto poder adquisitivo de la ciudad, donde a todas luces los ingresos son altos, una gran proporción de manzanas no reportaron valores de ingreso y, en el caso de los ingresos reportados, una alta proporción caían en el rango de 2 salarios mínimos; por otra parte, manzanas ubicadas en zonas de la ciudad con bajo poder adquisitivo reportaron ingresos de 6 a 10 salarios mínimos, lo que tampoco es razonable; por tales razones, hubo necesidad de validar los valores registrados a partir de un estudio sobre nivel de bienestar realizado

³⁰ La media ponderada se calculó obteniendo la proporción de habitantes de cada manzana correspondiente a cada una de las clases de ingreso en cantidad de salarios mínimos reportado por INEGI. Las proporciones calculadas se multiplicaron por el ingreso promedio de cada clase. Se consideró el valor del salario mínimo reportado para el Estado de Nuevo León en los años 2000 y 2010 igual a \$35.10 pesos y \$55.84 pesos respectivamente (INEGI, 2011). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2011. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2000" 1ª. ed., Aguascalientes, México.

por INEGI en el año 2005 con la intención de obtener el ingreso más representativo para todas las manzanas del AMM (Ver detalles del estudio en el anexo 10).

Los valores de ingreso fueron corregidos para toda el AMM conforme a la clasificación de nivel de bienestar que resultó del estudio realizado por INEGI donde la asignación de ingresos se presenta en la siguiente figura.

Figura 29. Asignación de ingreso por nivel de bienestar.

Nivel de bienestar reportado por el estudio realizado por INEGI	Ingreso mensual en pesos para el año 2000	Ingreso mensual en pesos para el año 2010
1	1,067.74	1,698.47
2	1,601.61	2,547.70
3	2,669.36	4,246.17
4	4,270.97	6,793.87
5	8,008.07	12,738.50
6	12,812.90	16,984.67
7	21,354.84	33,969.33

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI.

La estimación de la tarifa se hizo con los valores de ingreso conforme lo señala la tabla anterior; por ejemplo, a todas las manzanas clasificadas con nivel de bienestar 1 se asignó con un ingreso equivalente a \$1,067.74 pesos en el año 2000 y así sucesivamente para el resto de los niveles para el año 2000, y de igual manera para 2010. Cabe aclarar que el valor del ingreso asignado para cada nivel de bienestar se calculó conforme al valor del salario mínimo reportado al año respectivo, particularmente el nivel de bienestar 7 dado que es el último nivel de la categorización se podría esperar que el ingreso real sea mayor al designado por la tabla anterior; no obstante, los resultados obtenidos con esta aproximación pueden servir de referencia para posteriores estudios.

Con la información acondicionada y depurada fue posible transitar a la etapa que se describe en la siguiente sección. Es importante recordar que el estudio se centró exclusivamente en el sector domiciliario debido a limitaciones en el tiempo para la realización de este proyecto.

4.3.3.2 Análisis estadístico de la información.

Para la realización del análisis de la información se emplearon las siguientes herramientas estadísticas:

1. Análisis descriptivo: medidas numéricas, análisis de percentiles, gráficas de dispersión, histogramas y diagramas de caja.
2. Análisis inferencial: Comparación paramétrica de medias de dos poblaciones, comparación paramétrica de medias a través del análisis de varianza, comparación no paramétrica de medianas a través de la prueba Kruskal-Wallis, estimación por intervalos.
3. Modelación estadística de datos transversales: Análisis de correlación, modelos de regresión lineal simple, modelos de regresión lineal múltiple, modelos de regresión robusta.

Las rutinas estadísticas se corrieron haciendo uso del software estadístico NCSS.

Componentes del perfil del usuario

Recapitulando, la información que fue compilada, acondicionada y generada para obtener el perfil del usuario doméstico es la siguiente: consumo de agua promedio por manzana en m^3 /mes, población total por manzana, escolaridad promedio por manzana, ingreso

representativo por manzana, ubicación municipal por manzana y tarifa promedio por manzana.

El perfil de los usuarios se obtuvo a partir de establecer la cantidad y tipo de relación presente entre la variable consumo (que es la variable principal del estudio) y el resto de las variables, que para efectos de la modelación, fueron consideradas como variables independientes.

A continuación se describen las pruebas realizadas

Análisis del consumo en el 2000 y 2010

Para comenzar el análisis, a manera exploratoria se corrieron una serie de pruebas descriptivas que permitieron entender la situación de la variable consumo en los años 2000 y 2010 para posteriormente hacer una comparación entre ambos periodos.

La comparación del consumo entre los periodos de análisis se llevó a cabo mediante el contraste estadístico de sus medias, a su vez se tabularon los resultados para facilitar su interpretación.

Relación entre consumo y ubicación municipal

Otro componente relevante del perfil de los usuarios en el AMM es la relación entre la cultura de consumo respecto a la ubicación de la vivienda. Para ello se llevaron a cabo pruebas de comparación de promedios del consumo para los diferentes municipios del AMM, adicionalmente se generaron gráficas de dispersión para facilitar la interpretación de los resultados.

Relación entre consumo y cantidad de habitantes

Por otra parte, se buscó la presencia de dependencia lineal entre la variable consumo contra cantidad de habitantes promedio por manzana, para ello se llevó a cabo un análisis de correlación y se modeló la relación mediante una regresión lineal. Lo anterior se hizo con el objetivo de visualizar si el consumo del agua se lleva a cabo de una manera racional, es decir, para evaluar si el consumo busca satisfacer las necesidades básicas o si persigue fines suntuosos.

Relación entre consumo y nivel escolar

Adicionalmente, para este estudio resultó muy importante determinar si existe relación entre el nivel escolar y el volumen de agua consumido, ya que este era un criterio para determinar las necesidades de educación para los habitantes del AMM, así como para tener elementos objetivos para evaluar, al menos de manera indirecta, el programa cultura del agua que actualmente es llevado a cabo por SADM. Para hacer esa comparación se hizo un análisis de correlación y mediante una regresión lineal se modeló la relación entre las variables consumo y nivel educativo.

Relación entre el consumo y la fracción del salario que representa la tarifa

Finalmente, una relación más que puede ayudar a reforzar el perfil de los usuarios y que está relacionado con el concepto de equidad es la proporción del salario de una familia que es destinado al pago del servicio del agua. La ONU establece que la tarifa podrá significar un incentivo para el ahorro si esta representa entre el 3% y el 5% del ingreso familiar. Para evaluar la relación anterior se construyó un modelo de regresión entre el consumo contra

el resultado del cociente de la tarifa entre el ingreso. Adicionalmente, se hizo un análisis de los percentiles de la variable tarifa ingreso agregados por nivel de bienestar con la intención de evaluar si hay evidencia de un manejo inequitativo de la tarifa.

Relación entre consumo y tarifa

Uno de los objetivos de este proyecto es proponer incentivos que aporten valor a la gestión sustentable del agua en el AMM. Retomando el principio de la teoría económica que señala que el precio de productos o servicios representa un incentivo suficiente para inducir una disminución en el consumo o uso de un bien o servicio. Para abordar esta idea en el contexto del caso de estudio fue necesario calcular el efecto que tiene el valor de la tarifa sobre el consumo del agua, es decir, el cálculo de la elasticidad de la tarifa.

Sin embargo, para el caso del agua, dado que es considerado por los economistas como un bien inelástico debido a que, entre otras causas, es un bien para el cual no existen productos sustitutos, el cambio porcentual en el consumo por cada punto porcentual de incremento en la tarifa es muy pequeño tanto que puede llegar a ser nulo.

Por lo anterior, calcular la elasticidad precio de la tarifa del agua es un proceso complicado porque, además de la dificultad ya mencionada, habrá que sumar la estacionalidad del consumo originada por el clima del AMM y a que los ciclos de lectura del consumo presentan una cantidad variable en el número de días en el periodo de medición.

Para resolver las dificultades anteriores del cálculo de la elasticidad de la tarifa se hizo lo siguiente:

Inicialmente se parte de un modelo no lineal de la forma:

$$y = \beta_0 x^{\beta_1} \varepsilon$$

donde y = consumo de agua

x = trifa

Al linealizar la relación entre consumo y tarifa se obtiene el siguiente modelo transformado:

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln x + \epsilon$$

Donde: $\ln y$ = logaritmo natural del consumo de agua

$\ln x$ = logaritmo natural de la tarifa

La elasticidad de la tarifa corresponde a la pendiente del modelo anterior. Para el caso de estudio el modelo estimado arroja una pendiente positiva, esto es de esperarse debido a que la estructura tarifaria implica que el pago por el recurso se incremente en función del incremento en el volumen de agua consumido. Sin embargo, lo que se busca a través de la elasticidad es medir el efecto que el incremento de un punto porcentual en la tarifa tiene en el consumo (se esperaría que el efecto sea un decremento).

Para resolver el problema de bi-direccionalidad de la pendiente del modelo transformado y ser capaces de reconocer el efecto que el incremento en la tarifa tiene en el consumo se agregó al modelo de regresión propuesto una serie de variables categóricas (Dummy) asociadas a los niveles de consumo para los cuales se presenta un incremento en la tarifa.

En los anexos se muestran las salidas del software estadístico. Es relevante mencionar que se utilizó la metodología de regresión robusta para mejorar las estimaciones de los modelos de regresión debido a la presencia de valores extremos en la muestra. En el capítulo 5 se describen los resultados de todas las pruebas realizadas.

4.3.4 Construcción de escenarios

Como ya se mencionó con anterioridad, la construcción de escenarios es una manera de acceder a una contextualización más aproximada a la realidad que muestre la complejidad del caso de estudio y las interacciones entre las variables de mayor impacto para la gestión sustentable del agua en el AMM.

La construcción de escenarios tiene como punto de partida el balance hídrico debido a que éste representa el vínculo entre los componentes: hidrológico – ambientales (componentes del ecosistema), hidráulicos (componentes técnicos y tecnológicos para el uso y aprovechamiento del recurso) y sociales (componentes relacionados con el bienestar expresado como salud e higiene y desarrollo económico).

Adicionalmente, desde el punto de vista ambiental, se debe considerar al balance hídrico como la base de la construcción de los escenarios debido a que es la manera hidrológica de conocer la disponibilidad real del agua en el área de estudio.

Las variables que definen la disponibilidad de agua en la cuenca son las siguientes:

Balance Hídrico:

Cambio en el volumen de almacenamiento = Entrada total al sistema – Salida total al sistema

La Entrada total al sistema depende de:

Entradas horizontales subterráneas (Ehs) y Recarga vertical (R) conformada por: Recarga por precipitación (Rp), Recarga por retornos de riego (Rrr), Recarga inducida (Ri).

La Salida total al sistema depende de:

Salidas horizontales subterráneas (Shs), Extracciones por bombeo (B), Caudales base de ríos (Qb), Descargas de los manantiales (Qm), Evapotranspiración (ET).

No obstante, la importancia de todas las variables de entrada y salida al sistema, en esta investigación solamente se van a proyectar los valores de salida del sistema asociados a las extracciones por bombeo debido a que, dados los tiempos y recursos para la realización de esta investigación, no existe la posibilidad de construir las proyecciones de las variables hidrológicas de entrada y de salida. Cabe mencionar que la extracción por bombeo es el componente de salida del sistema más importante debido a que es una de las causas de la pérdida de equilibrio y degradación de la cuenca, así como también es en él donde se podrá tener la mayor incidencia a través de la propuesta de gestión sustentable a la que se pretende llegar en esta investigación.

Por lo anterior, la variable de salida *extracciones por bombeo* es la variable sobre la cual se quiere influir a partir de los resultados de este estudio, y será ésta la que se hará variar para la conformación de los escenarios. Esta variable tiene tres componentes que dependen de los usuarios del recurso: usuarios agrícolas en una proporción del 45.46% del total de consumo de agua en la cuenca; usuarios industriales en una proporción del 8.93% y usuarios domésticos y comerciales representando el 45.6% del consumo del recurso en la cuenca. Cabe resaltar que el uso urbano del agua en esta región asciende al 54.53% del uso total del recurso, razón por lo cual cobra mayor importancia. Es relevante señalar que este estudio se enfoca sólo al uso urbano del agua por lo que no será considerado el sector agrícola.

En la figura 30 se muestran los componentes de los escenarios propuestos.

Figura 30. Condiciones para el planteamiento de los escenarios.

Variables	Escenario 1. Basado en la proyección a partir de las condiciones actuales.	Escenario 2. Basado en la aplicación de las propuestas para la gestión sustentable que resultó de la investigación.
Población	Proyección de CONAPO.	Mismo valor que el escenario 1
Unidades económicas	Proyecciones utilizando métodos de suavización de series de tiempo y análisis de regresión a partir de datos reportados por INEGI.	Mismo valor que el escenario 1
Consumo	Proyecciones utilizando métodos de suavización de series de tiempo a partir de datos proporcionados por SADM.	Valores estimados en función de la aplicación de los incentivos que resultaron del estudio de caso.

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los escenarios propuestos tienen alcance hasta el año 2020 dado que para la elaboración de los pronósticos se emplearon métodos de estimación que tienen alcance de corto y mediano plazos.

Como puede observarse en la figura anterior, para construir los escenarios se requiere de los pronósticos de la cantidad de usuarios para cada segmento por lo tanto, la población total se obtuvo a partir de las proyección de CONAPO (2008), mientras que para el número de unidades económicas a nivel industrial, comercial y de servicios se construyeron los pronósticos tomando como base los valores censales para los años previos al 2003 (INEGI, 2010). Las estimaciones se proyectaron para los años 2015 y 2020 debido a que los métodos de estimación empleados son eficientes a corto y mediano plazos.

Por otra parte, también fue necesario estimar los valores de consumo para cada sector. Para el caso del escenario bajo las condiciones actuales es decir, sin hacer ningún cambio, solamente se obtuvo el valor empleando los métodos de pronósticos ya mencionados, mientras que para el escenario en el que se induce un ahorro conforme a los resultados del estudio del caso, la estimación del consumo se realizó asumiendo un nivel de ahorro que resultó razonable conforme a los hallazgos de la investigación.

No obstante el planteamiento anterior, es importante hacer notar que en este estudio sólo se obtuvo el perfil de los usuarios domésticos, por las restricciones de tiempo y recursos ya mencionadas, por lo que sólo para este segmento se puede elaborar una propuesta tarifaria. Sin embargo, para la estimación del consumo de los sectores industrial, comercial y servicios públicos en el escenario 2, se tomaron en cuenta las variables y recomendaciones obtenidas a partir de los grupos de discusión.

Por otra parte, de los resultados obtenidos a partir de los grupos de discusión se identificaron todas aquellas aportaciones que tienen un impacto en el balance hídrico de la cuenca y aunque no hayan participado en el cálculo del consumo, a partir de ellas se elaboró una propuesta de acciones y recomendaciones que induzcan el mayor volumen de recuperación del agua en la cuenca.

Como es de esperarse este ejercicio empírico acotado a una cantidad tan reducida de variables podrá tener resultados conservadores; sin embargo, el ejercicio como tal es valioso debido a que puede sentar las bases para llevar a cabo una construcción más compleja incluyendo a la totalidad de las variables que resultaron clave en los grupos de discusión.

En el siguiente capítulo se presentan los resultados de la construcción de los escenarios, así como la información cartográfica generada a partir de dichos resultados.

Capítulo 5. Resultados

5.1 Diagnóstico de la zona de estudio

El diagnóstico de la zona de estudio se llevó a cabo recopilando la información disponible sobre las variables hidrológicas que reporta la Comisión Nacional del Agua. Dicha información fue georreferenciada y a partir de ella fueron elaborados los planos que se describen a continuación.

5.1.1 Ubicación de la zona de estudio

La delimitación de la zona de estudio comienza con el plano *“Ubicación general”* que se muestra en la figura 31, donde se observa la localización de todas las entidades federativas del país resaltando al Estado de Nuevo León.

En el plano *“Regiones hidrológicas”* contenido en la figura 32, se muestra la posición y extensión a escala 1:1000 000 de las 13 regiones hidrológicas que conforman a la república mexicana; en este mapa se resalta a la región hidrológica Bravo-Conchos a la que pertenece la zona de estudio.

El plano *“Cuencas hidrológicas”* correspondiente a la figura 33, muestra las cuencas hidrológicas que conforman a la región Bravo-Conchos resaltando particularmente a las cuencas más importantes para este estudio que son la Río Bravo San Juan y Sierra Madre Oriental.

El plano *“Subcuencas hidrológicas”* mostrado en la figura 34, desagrega aún más la zona de estudio delimitándola ahora en función de las subcuencas hidrológicas que conforman al

Área Metropolitana de Monterrey. Siendo éstas las correspondientes a los ríos Monterrey; Pesquería y Pílon, pertenecientes a la cuenca del río San Juan.

El plano “*Acuíferos*” incluido en la figura 35, muestra a nivel de la unidad hidrológica la delimitación de los siete acuíferos que resultan de interés para este estudio, los cuales son: Área Metropolitana de Monterrey, Campo Buenos Aires, Campo Mina, Campo Topo Chico, Cañón del Huajuco y El Carmen-Salinas Victoria.

Finalmente, la figura 36 muestra el plano “*Ubicación regional*”, que establece la delimitación municipal del AMM, comprendiendo los municipios de: Monterrey, San Nicolás de los Garza, Guadalupe, Santa Catarina, San Pedro Garza García, Apodaca, Escobedo, Juárez y García.

Los mapas anteriores dejan de manifiesto la no coincidencia entre la delimitación hidrológica y la delimitación político-administrativa del AMM. Esta situación es una de las dificultades que debe afrontarse para conseguir una gestión sustentable del recurso y es la razón por la cual una gran parte de la solución a los problemas de sobreexplotación de la región debe ser atendida desde el ámbito legislativo y de políticas públicas.

El siguiente grupo de planos proporcionan información relevante sobre las diferentes variables hidrológicas que servirán de base para señalar las condiciones actuales del agua en la zona de estudio.

5.1.2 Condiciones actuales

El vasto desarrollo económico de la zona norte del país provoca la aglutinación de grandes conglomerados poblacionales que a su vez demandan gran cantidad de recursos para su mantenimiento y crecimiento. Tal como está sucediendo con el AMM que continúa con su

expansión, uniéndose a la gran urbe nuevos municipios que exigen un estilo y calidad de vida más allá de lo que la región es capaz de proporcionar.

En esta sección se describen a las variables relacionadas con el crecimiento y desarrollo poblacional que se involucran directamente con el deterioro de las cuencas y acuíferos que abastecen del vital líquido a la región, además de resaltar los problemas de sobre explotación y deterioro que actualmente se presentan.

Los mapas que a continuación se presentan, muestran las condiciones en las que se encuentra la región desde el punto de vista hidrológico. También se señalan los problemas derivados de los cambios físicos de la cuenca que han trastornado el equilibrio de las variables hidrológicas.

Para comprender la manera en que la actividad humana afecta a la disponibilidad del agua se debe analizar el efecto que tienen las decisiones humanas en la modificación de las variables hidrológicas y su repercusión en el mantenimiento de la cuenca. A continuación se describen las variables que, en este estudio, se han considerado como las más relevantes para el balance hídrico, y las acciones humanas que han modificado de forma parcial a dichas variables.

Para ello conviene iniciar describiendo la *hidrografía de la región* que se muestra en el plano de la figura 37. Se conocen como unidades de escurrimiento a las áreas que tienden a ser uniformes debido a sus condiciones de permeabilidad, pendiente, cubierta vegetal y precipitación media. Como resultado de estos factores, el área de estudio muestra una dirección de drenaje prioritario suroeste para el flujo superficial, fenómeno que se presenta principalmente en las cuencas de la Sierra Madre Oriental. Un segundo aporte de este escurrimiento superficial, en menor grado, se da en la parte norte del área de estudio

y corresponde a la captación de precipitación por la cuenca del río pesquería que proviene del municipio de García. La mayor parte de la zona cuenta con arroyos y ríos de caudales intermitentes, los principales cauces corresponden a los ríos Pesquería, Santa Catarina y La Silla. Cabe mencionar que la zona de mayor recarga de los acuíferos corresponde a la Sierra Madre Oriental situación que definen la cantidad y calidad de los afluentes principales del área de estudio. Adicionalmente, la principal obra hidráulica para captación de agua superficial es la presa Rodrigo Gómez (La Boca), que capta las aguas provenientes del manantial de la cola de caballo y del arroyo la chueca, tiene una capacidad de 40 millones de metros cúbicos y es utilizada para dotar de agua potable al área Metropolitana de Monterrey.

Por otra parte, el *coeficiente de escurrimiento* que se observa en el plano de la figura 38 es la relación entre la lámina precipitada sobre una superficie y la lámina de agua que escurre superficialmente. Para el caso de estudio es relevante mencionar que el escurrimiento superficial se produce por el volumen de lluvia que no intervino en los procesos de evaporación, infiltración o almacenaje superficial, sino que escurrió por gravedad sobre la superficie del suelo y por la red de drenaje; es claro entonces que el parámetro principal de este coeficiente es el tipo de suelo.

El coeficiente de escurrimiento considera la permeabilidad del terreno. En el área de estudio se presentan escurrimientos que comprenden tres rangos: 0-5 %, 5-10% y 10-20%; Los mayores escurrimientos, 5-10% y 10-20%, se presentan en las áreas de recarga de los acuíferos donde la permeabilidad es baja y la pendiente es alta principalmente en las zonas de la sierra. Mientras que en las partes bajas con pendientes poco pronunciadas se presenta el rango de escurrimiento de 0-5%.

Debe señalarse que las alteraciones en esta variable, inducidas por un incremento de las superficies agrícolas de riego y temporal, así como las superficies de pastizal cultivado y asentamientos humanos, han provocado una pérdida de la cubierta vegetal original que va desde el 32% al 86% en el periodo comprendido de 1993 a 2006 tal como se observa en el plano de la figura 39. Lo anterior trae consigo como consecuencia la disminución en la permeabilidad que, por ende, impide la infiltración del agua al subsuelo, aumentando el flujo y velocidad del escurrimiento del agua de lluvia que circula a través de la red de drenaje. Este fenómeno, es más crítico en época de lluvias y provoca a su vez mayor deterioro, debido a la erosión causada por el arrastre de materiales de las zonas depredadas por efecto de la tala y la pavimentación que son el resultado de *un cambio de uso de suelo* como se observa en el plano de la figura 40.

Respecto a las variables precipitación y temperatura, para este estudio se utilizó el método geoestadístico de estimación de nombre Kriging. Este método pondera los valores circundantes, que pueden ser medidos, para calcular una predicción de precipitación y de temperatura de una ubicación sin mediciones. El supuesto de esta herramienta es que la distancia o la dirección entre puntos de una muestra refleja una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie.

Los planos de las figuras 41 y 42 muestran el análisis de 50 estaciones meteorológica en las cuales se revisaron los promedios de *precipitación y temperatura* anuales registrados desde 1980 hasta el año del 2009. La estimación de la precipitación y la temperatura promedio se basa en el supuesto de que las medias locales son relativamente constantes y el valor de cada una de ellas se presume muy semejante a la media de la población que es conocida. El mapa generado a partir de este análisis muestra cómo las áreas cercanas a la

sierra Madre Oriental, con orientación suroeste, captan más precipitación que las estaciones meteorológicas ubicadas en la porción noreste. La precipitación promedio anual es de 578mm. Por otra parte, la variable temperatura sigue un patrón similar al anterior, estimándose las temperaturas más altas en la porción noreste de la región. En el análisis se observa una variación en la temperatura promedio en un rango que va de los 22.86°C a los 23.79°C.

Las variaciones en las condiciones mencionadas provocan el decremento en el nivel *estático del agua*, la condición más reciente se muestra en el plano de la figura 43. Todo lo anterior aunado al incremento del *volumen de agua concesionado* (ver el plano de la figura 44) ha disminuido el volumen de almacenamiento, tal como se muestra en el *balance hídrico* en el plano de la figura 45.

5.1.2.1 Condición de aguas subterráneas

El plano de la figura 45 es por demás relevante para este estudio, porque contiene los resultados del balance hídrico de los acuíferos que alimentan de agua al AMM. En él se puede observar la condición de sobre explotación para la mayoría de los acuíferos.

En la siguiente figura se resumen las condiciones de sobre-explotación de los acuíferos. Los valores negativos indican que el acuífero se encuentra en déficit.

Figura 46. Balance hídrico de los acuíferos del AMM.

	Recarga natural / Volumen muerto, Disponibilidad natural (Hm ³ /año)	Resultado del Balance Hídrico
Acuífero Campo Buenos Aires	57.0 / 0.0, 57.0	-5.72
Acuífero Área Metropolitana de Monterrey	68.2 / 24.50, 43.7	-62.64
Acuífero Campo Durazno	4.8 / 0.0, 4.8	-3.48
Acuífero El Carmen - Salinas - Victoria	53.8 / 6.2, 47.6	3.09

Acuífero Campo Topochico	3.5 / 0.0, 3.5	0.62
Acuífero Campo Mina	24.0 / 0.0, 24.0	-6.66

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONAGUA (2010).

En la figura 46 se puede observar que de los 6 acuíferos a partir de los cuales se abastece de agua al AMM, cuatro se encuentran en déficit siendo el acuífero Área Metropolitana de Monterrey el más explotado. No obstante, aunque el acuífero Campo Topochico no tiene un balance negativo su valor positivo es muy cercano a cero por lo que también es evidencia de riesgo ante la condición de sobreexplotación

5.1.2.2 Condición de aguas superficiales

Adicionalmente, respecto a las aguas superficiales las subcuencas que conforman la cuenca del río San Juan que abastecen de agua al AMM se encuentran sobre explotadas, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 47. Balance de las principales subcuencas de la cuenca del río San Juan.

Sub-cuenca	Coefficiente de escurrimiento	Escurrecimiento natural	Retornos Mm ³	Disponibilidad media anual	Estatus	Volumen de agua comprometida Mm ³	Uso	Grado de presión
Pesquería	0.1112	336.73	272.56	557.05	Disponible	134.5	Agrícola	40%
Monterrey	0.1099	123.08	2.09	76.2	Disponible	56.4	Agrícola Urbano (75:25)	46%
Pilón	0.098	138.28	2.03	0	Déficit	145.08	Agrícola	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONAGUA (2010).

En la figura 47 se observa que la subcuenca del río Pilón presenta un estatus en déficit; sin embargo, las subcuencas de los ríos Pesquería y Monterrey, aunque su estatus es disponible, con relación al grado de presión ambas son calificadas como sobre-explotadas. Cabe mencionar que el grado de presión se determina dividiendo el volumen de agua concesionado entre la disponibilidad natural del agua, para la Organización de las Naciones

Unidas un grado de presión igual o mayor al 40% es considerado como una fuerte presión sobre el recurso lo que representa una condición limitativa para el desarrollo.

5.1.2.3 Calidad de las aguas

Con relación a la calidad de las aguas, los acuíferos que abastecen de agua al AMM presentan uno o más de los siguientes problemas de contaminación: niveles mayores a los permitidos por la normatividad vigente en conductividad eléctrica, fenoles, nitratos, dureza total, coliformes totales, coliformes fecales, cloruros, sólidos disueltos totales sulfatos y alcalinidad total (Cázares et al., 2011).

Los resultados anteriores son evidencia de que la gestión que actualmente se lleva a cabo en el AMM no es sustentable desde el ámbito de la calidad del agua. Por otra parte, las condiciones descritas muestran que los problemas que actualmente enfrenta la región de estudio, además de la escasez, se relacionan con la calidad del agua.

A partir del análisis diagnóstico de la cuenca, en el que se señalan las condiciones actuales de las fuentes subterráneas y superficiales, se deja en claro la presencia de problemas que denotan la insustentabilidad de la gestión del agua. Ahora bien, conjuntamente con los resultados de la revisión documental de especialistas en el tema de sustentabilidad del recurso hídrico que se describen en la siguiente sección, se establecieron los ejes de análisis para la elaboración de la propuesta de una gestión sustentable en el AMM.

A continuación se describen los temas clave de la sustentabilidad que conformarán los ejes de análisis del caso de estudio.

5.2 Resultados de la evaluación teórico-documental.

En esta sección se identifican los elementos clave para el análisis del caso de estudio a partir de la revisión de literatura donde especialistas abordan el tema de sustentabilidad en la gestión del agua y señalan los factores que deben ser tomados en consideración para una gestión sustentable.

A la par se presentan las evidencias del estilo de gestión actual en el Área Metropolitana de Monterrey, resultado del análisis diagnóstico y de una revisión documental de las instancias que ejecutan la gestión en el AMM, haciendo énfasis en las variables señaladas en la revisión de literatura.

5.2.1 Ambiental

Entre los temas mencionados por los autores especialistas en gestión sustentable del agua se menciona de manera particular el aspecto ambiental y de calidad del agua. En los siguientes párrafos se muestra la relación entre los señalamientos de los especialistas y las evidencias resultantes del análisis diagnóstico del área de estudio.

En principio, Mathews (2005) menciona que la gestión del agua será sustentable ecológicamente cuando se tomen en cuenta los requerimientos del ecosistema, la influencia de las actividades humanas en el régimen de flujo y la incompatibilidad entre las necesidades humanas y las necesidades del medio ambiente.

Con relación a lo pronunciado por Mathews:

1. Collado (1999) señala que en México, a pesar de que existe un *Programa de Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas* y leyes e instituciones que establecen la relación entre suelo y agua, la normatividad carece de reglamentos que vinculen cada uno de

los recursos de manera explícita, y no se establece una *coordinación* entre las leyes para el manejo integral de ambos recursos.

2. Por su parte, Biswas (2001) apoya la idea anterior señalando que si los marcos legales e institucionales no son los apropiados para las condiciones nacionales y regionales, el uso de los instrumentos de gestión será limitado.
3. En este contexto, Aguilar Barajas subraya que el problema al que se hace mención, fue el origen del conflicto entre los Estados de Tamaulipas y Nuevo León por la construcción de la presa El Cuchillo; ya que el Consejo de Cuenca del Río Bravo no fue el foro para atender los conflictos derivados de la asignación del agua de dicha presa –una parte de ella destinada para el uso urbano e industrial en el AMM y otra fracción para el uso agrícola del distrito de riego 026 en Tamaulipas– resultando en decisiones sesgadas y parciales en detrimento de los campesinos y el medio ambiente (Barkin, 2006).

Por otra parte, adicionalmente a los problemas mencionados cabe resaltar los problemas ambientales que actualmente se presentan en la cuenca del río San Juan, y aunque ya fueron mencionados con detalle en la sección anterior, es importante retomarlos para señalar que el origen de estos problemas radica, como ya se mencionó, en la toma de decisiones parciales, desarticuladas y sesgadas hacia intereses individuales donde se privilegian objetivos de corte económico y político. Se debe tener presente que para resolver el problema ambiental es muy importante encontrar salidas que involucren a la sociedad desde una perspectiva basada en información veraz, oportuna y vigente que aunado a una cultura ambiental incrementen las posibilidades de hacer cumplir las leyes y reglamentos dejando de lado otros intereses.

Por otra parte, Biswas (2001) menciona que otra faceta de la gestión sustentable radica en la calidad del agua.

Para el área de interés de este estudio la calidad del agua es considerada desde los siguientes aspectos:

1. El agua suministrada a través de la red de distribución del organismo operador, es de buena calidad para el consumo humano, conforme lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1998; sin embargo, cabe hacer notar que el organismo operador abastece al 99.54% de los habitantes del AMM. Los habitantes que no están conectados a la red de distribución; en ocasiones tienen acceso a agua de dudosa calidad. Por otra parte, el organismo operador está a cargo de abastecer de agua a todos los municipios del Estado de Nuevo León, por lo que las zonas rurales son las más desprovistas del servicio y son quienes padecen de problemas graves en torno a la calidad del recurso.
2. Respecto al agua que regresa a las fuentes receptoras al completar el ciclo de utilización, el sector industrial y de servicios públicos urbanos deben cumplir con las normas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996 que regulan las descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua nacionales (CONAGUA, 2010); sin embargo, una fracción de ella presenta problemas de contaminación debido a las descargas industriales y público-urbanas, afectando principalmente a los escurrimientos de la subcuenca del río Pesquería, que presentan un deterioro considerable en la calidad del agua. Además de la contaminación difusa por la actividad agrícola que afecta la calidad de los afluentes de las subcuencas de los ríos Pilón y Santa Catarina (Cázares et al., 2011).

5.2.2 Social

Desde el ámbito social, diversos autores mencionan que para que se pueda hablar de sustentabilidad no puede pensarse solamente en la faceta ambiental del concepto, sino que hay que considerar otro de los pilares de la sustentabilidad que es el componente social; a continuación se señalan los puntos de vista de especialistas en el tema social de la sustentabilidad, como son el derecho al acceso al agua y la equidad en la gestión del recurso.

Con relación al componente social de la sustentabilidad, Boland (1993) indica que la gestión será sustentable en la medida en que sea equitativa, esto implica que los usuarios paguen la parte proporcional del costo del servicio del agua que reciben. En México no se efectúan los pagos de la totalidad del agua distribuida para el consumo, ya sea porque en el padrón de usuarios no se encuentra registrado el 100% de los consumidores (tomas clandestinas), porque no se cuenta con equipos para la medición del consumo o simplemente porque el usuario no efectúa los pagos de su consumo (Aguilar Benitez y Saphores, 2009).

Para el caso del AMM, de la totalidad de usuarios registrados por SADM, su eficiencia comercial, proporción de agua pagada respecto al agua facturada, es del 98.95%. Aunque eso no significa que todos los usuarios paguen debido a que SADM no abastece a todos los sectores. Un ejemplo de esto se da a nivel industrial, ya que para un padrón superior a 9,000 industrias (INEGI, 2010) sólo un poco más de 1,400 tomas de agua de tipo industrial se encuentran registradas como usuarios del organismo operador. Cabe aclarar que el resto de las industrias registradas en el padrón de INEGI obtienen el agua a partir del Registro

Público de Derechos de Agua que otorga la Comisión Nacional del Agua, aunque la propia CONAGUA reconoce la existencia de consumos clandestinos (CONAGUA, 2011).

Es importante mencionar que el acceso al agua de calidad para consumo humano es considerado como un derecho³¹, independientemente de la capacidad de pago de los individuos, razón por la cual reviste gran importancia manejar un esquema de subsidios cruzados que permita que todos los usuarios efectúen un pago justo, pero accesible a su poder adquisitivo (Rogers, 2001).

Para el caso del Área Metropolitana de Monterrey, el sistema tarifario está diferenciado por consumo y por tipo de uso: industrial, comercial, público y doméstico (SADM, 2011). Sin embargo, para el sector doméstico la estructura tarifaria establece el costo por consumo mensual por vivienda independientemente de la cantidad de personas que habiten en él y de su capacidad de pago.

En esta investigación se propone una estructura tarifaria que toma en consideración los aspectos relacionados con la condición socioeconómica del consumidor, así como elementos de su perfil como usuario intentando cumplir con un doble fin, por una parte, que asegure que se haga el pago correspondiente al uso del servicio cuidando los aspectos de justicia y equidad y, por otra parte, que el pago sea un incentivo para que el usuario utilice el recurso de una manera racional.

³¹En septiembre de 2011, la LXI legislatura del senado de la República aprobó una iniciativa de reforma al artículo 4º de la Constitución Política para establecer a nivel constitucional el derecho a un medio ambiente sano y el derecho al agua (Diario Oficial, 2011).

5.2.3 Financiero

El componente financiero de la sustentabilidad, aunque es un aspecto que históricamente ha estado presente en los procesos de gestión del agua, desde que la sustentabilidad todavía no era una preocupación para la sociedad, continúa poniendo sobre la mesa temas para su discusión y análisis. A continuación se presentan los resultados de la revisión sobre este tema.

Barkin (2006) señala que el componente financiero es otro aspecto importante para llevar a cabo una gestión sustentable del recurso.

En México la inversión en infraestructura se ejerce a través de una responsabilidad compartida entre la Comisión Nacional del Agua y los gobiernos municipales; sin embargo, la necesidad de fuertes inversiones, tanto para la modernización y mantenimiento de las redes vigentes como para la creación de nuevas redes, limita a la mayoría de los organismos operadores a brindar un servicio, al menos suficiente ante la escasez de recursos financieros.

En el AMM, la inversión en infraestructura además de la estructura gubernamental que es aplicable para toda la República Mexicana se obtiene un valor de recuperación que está directamente estipulado en la tarifa bajo el concepto de “Componente de depreciación y otros gastos en los costos” (SADM, 2011). El porcentaje de este componente está definido por el organismo operador y el Gobierno del Estado en función de las necesidades de mantenimiento e inversión en infraestructura (véase SADM, 2008). Queda de manifiesto con lo anterior que los usuarios actuales son los que financian la infraestructura para los nuevos usuarios; otro síntoma de inequidad.

Por otra parte, el componente financiero de la gestión del agua en México comprende los aspectos relacionados a los costos de manejo, administrativos y de mantenimiento e infraestructura; no obstante, los costos de conservación del recurso a través del mantenimiento de las partes altas de las cuencas hidrológicas no están sistemáticamente incluidos en los valores tarifarios. Desde esta perspectiva, en México los sistemas de agua no pueden ser sustentables financieramente, porque los costos ambientales se delegan a instancias como SEMARNAT, CONAGUA, PROFEPA, CONAFOR, entre otras, quienes solventan los costos del mantenimiento ambiental de manera independiente. Por otra parte, tampoco se incluyen los costos de oportunidad del uso de agua para diversos fines (Monforte et al., 2012).

Otro aspecto de la propuesta tarifaria que se piensa diseñar a partir de este análisis es incluir como parte del costo fijo: los costos de tratamiento de las aguas residuales; los costos de conservación de la cuenca y los costos de la implementación de un programa de educación ambiental. Es importante enfatizar que la equidad, el respeto a los recursos naturales y la búsqueda del equilibrio financiero en la gestión del agua no podrán estar acordes si no se tiene una conexión coherente entre la disponibilidad del recurso y el nivel de consumo hasta el límite de la sustentabilidad.

5.2.4 Cultural

Aunque la cultura también es un ingrediente del eje social de la sustentabilidad, por su relevancia en el tema de gestión del agua se destaca como un tema central. Durante el desarrollo de esta investigación se ha observado que el componente cultural relacionado a las decisiones humanas es fundamental ya que, para que una propuesta de cualquier índole

sea exitosa deberá tener el aval de la voluntad humana. Por ello en esta sección se mencionan los elementos culturales que podrían contribuir a conseguir la sustentabilidad de la gestión del agua en el AMM.

Arrojo (2008) menciona que una manera de disminuir la presión sobre el recurso hídrico en las cuencas hidrológicas es, primariamente a través de comprometer al sector agrícola en modificar sus estructuras de producción llevando a cabo acciones como: privilegiar, a través de la inversión y aplicación de incentivos económicos, la producción de cultivos regionales y de temporal; así como el uso de tecnologías que optimicen el uso del agua. Por otra parte, en el sector urbano se tiene el reto de propiciar una disminución en la demanda fomentando la cultura del ahorro y el uso racional entre los usuarios. Hay que recordar que en el AMM el principal usuario del recurso es el sector urbano por lo que el aspecto cultural en esta región es crucial.

SADM maneja el programa llamado “Cultura del Agua” cuyo objetivo es promover entre los consumidores el ahorro del recurso; no obstante, los resultados del análisis empírico muestran que todos los municipios del AMM que fueron considerados en la muestra, incrementaron el consumo de agua per-cápita del año 2000 al año 2010 (ver figuras 48 y 49). El resultado anterior puede entenderse con base en lo que Nieto (2004) menciona: las campañas de concientización no son lo suficientemente efectivas ya que no hay una relación directa entre el conocimiento de un problema ambiental y una conducta pro-ambiental, es decir “no basta que una persona o comunidad esté informada sobre los riesgos que enfrenta para que actúe en consecuencia” (Nieto, 2004: 2). Reforzando lo anterior, González-Gaudiano (2007) señala que el componente de concientización general e indiferenciado produce pocos efectos en los hábitos y comportamientos de las personas,

por lo que un programa de educación ambiental orientado hacia las implicaciones para la vida de las personas en particular tendría mejores resultados.

El análisis anterior muestra las evidencias, a partir de los resultados del análisis diagnóstico, de que la gestión que actualmente es llevada a cabo por el Gobierno del Estado de Nuevo León a través de SADM en conjunción con la CONAGUA no es sustentable. Que existen áreas de mejora y que la gran mayoría de ellas están relacionadas con aspectos legislativos y de operatividad de las leyes ya existentes, que deben ser atendidos desde el ámbito de las políticas públicas, así como del establecimiento de un compromiso soportado por una cultura de protección y respeto al medio ambiente y de la difusión oportuna de la información relacionada con la problemática real de la cuenca y las vías para resolverla.

5.3 Grupos de discusión

La aplicación de la metodología de grupos de discusión como ya se mencionó en el capítulo anterior tuvo como objetivo conocer la opinión de especialistas y expertos en temas de gestión del agua en el AMM. Como resultado de la participación de los tres grupos de especialistas se obtuvo una serie de propuestas y recomendaciones para el manejo técnico y la administración del agua en el área de estudio, cabe aclarar que las aportaciones de los invitados fueron de gran relevancia debido a que todos ellos están directamente vinculados con los procesos de gestión del agua en el AMM.

En el siguiente apartado se presentan las aportaciones de los especialistas que participaron en los tres grupos de discusión. En la sección de anexos se pueden consultar los detalles de la conformación de los grupos.

5.3.1 Especialistas académicos

Se mencionó que la crisis del agua se atiende mediante soluciones no permanentes, de corto y mediano plazos; que la gestión del agua en el AMM no puede ser considerada como sustentable debido a una serie de conflictos de orden político, económico, ambiental, cultural y técnico que se entrelazan para conformar una problemática muy compleja, que cuando es atendida con acciones aisladas y dispares no llegan a resolver los problemas de fondo.

Los proyectos actuales para resolver los problemas inminentes en torno a la crisis del agua son evidencia de la insustentabilidad. Un ejemplo de ello es que se aprobó el proyecto Monterrey 6 que implica una alta inversión para traer agua del río Pánuco. Al respecto el Dr. Juan Manuel Rodríguez Martínez del Instituto de Ingeniería Civil, UANL señaló que “es un hecho que el proyecto Pánuco seguirá aunque se compruebe que no es viable y aunque se muestre que el recurso hídrico actual en el Estado es suficiente para satisfacer la demanda, debido a que se anteponen al objetivo de la sustentabilidad intereses de tipo económico y político”.

Los invitados manifestaron que la solución a la escasez actual es traer el agua de los acuíferos del norte de Nuevo León, misma que llega por gravedad, a diferencia del agua del río Pánuco que habrá que bombearla incrementando el costo para los usuarios de \$10/m³ a \$25/m³.

Un conflicto crítico en esta discusión es el uso del agua del río Bravo que se toma de la presa el Cuchillo debido a que una fracción importante de ella está comprometida con Tamaulipas. Para el AMM cumplir con el compromiso con el estado de Tamaulipas representa que SADM envíe 75% del total del agua residual tratada (ver convenio en el

anexo 1). Es evidente que el agua de El Cuchillo es muy cara debido a los costos de bombeo para trasladarla desde Tamaulipas hasta el AMM, adicionalmente el costo del tratamiento del agua residual y finalmente el volumen de agua que se pierde en el traslado desde el AMM para regresar a los agricultores en Tamaulipas.

Por otra parte, otro grave problema es el crecimiento excesivo y desorganizado de la ciudad. Se tiene contemplada la incorporación de más municipios al AMM. Contrariamente a la expectativa actual de desarrollo y crecimiento de la ciudad, la sustentabilidad se alcanzaría mediante la descentralización a través del desarrollo de nuevos polos de crecimiento en otras latitudes del Estado.

Desde el ámbito cultural, no se ha dado el valor al recurso hídrico. Se pierde de vista que el agua es un recurso vital, considerándolo simplemente como un flujo del cual se disponen en la medida en que es conducido de manera eficiente hasta el punto donde se necesite. La historia de la disponibilidad del agua en la ciudad ha mostrado que la escasez manifiesta a través del tandeo fue positiva para inducir la disminución en el consumo. A este respecto el Dr. Miguel Ángel López Zavala del CAALCA - ITESM mencionó que “cuando el agua está siempre disponible, la cultura del ahorro pasa a segundo plano por lo que se deben realizar acciones hacia la formación ambiental del ciudadano”.

La educación formal dirigida hacia la valoración y la conservación de los recursos naturales impartida en las escuelas desde la educación básica tendrá un mayor impacto que la educación informal como son las campañas publicitarias, que en muchas ocasiones se acotan a los tiempos de campañas políticas. Debe proponerse un modelo educativo formativo donde sean prioritarios la disciplina, la honestidad, la responsabilidad y el manejo racional de los recursos naturales, a partir de un cambio de valores en la educación.

Es un hecho que los recursos como el agua son instrumentos políticos de gran impacto, es por esto que la educación debe trascender hacia un cambio de valores de modo que no se empleen las necesidades de la población como instrumento político.

Desde el ámbito técnico, las áreas de oportunidad principales son:

1. El control del agua no contabilizada mediante la sectorización de las redes de suministro que permitan la detección de fugas domiciliarias y consumos clandestinos.
2. El manejo del agua de lluvia a través de un drenaje pluvial que se conduzca a pozos de absorción para la recarga de acuíferos, su conducción a través de ríos y arroyos o para alimentar depósitos como cisternas para uso urbano. No existe normatividad ni reglamentos para el manejo y utilización de las aguas pluviales. Actualmente el agua de lluvia durante su tránsito hasta su deposición como agua residual sufre de contaminación de diversos tipos en vez de ser aprovechada como agua potable.
3. El tratamiento del agua residual con sistemas caseros primarios y secundarios con un potencial para el re-uso doméstico de hasta el 90% a partir de aguas grises y del agua de lluvia, siendo necesario un volumen de agua potable para cocinar y beber equivalente al 10% del consumo total del agua a nivel domiciliario.

Los invitados comentaron que el esfuerzo en la creación de infraestructura no es suficiente si no se amalgama con la concientización de los usuarios. Con esta intención, deberán establecerse incentivos económicos acompañados de la normatividad para fomentar el re-uso de las aguas residuales tratadas, además de la utilización del agua de lluvia.

Por otra parte, existe un alto potencial de re-uso en el sector industrial que deberá impulsarse mediante la participación de la CONAGUA, estableciendo altas tarifas para el

agua de primer uso y favoreciendo las condiciones para el uso del agua tratada a través de incentivos económicos y el desarrollo de infraestructura. Actualmente, no hay incentivos para el re-uso debido a que el diferencial de precio es pequeño, además de ser más fácil y rápido el uso del agua de primera mano.

En el ámbito del desarrollo urbano es responsabilidad de la CONAGUA impedir la construcción de desarrollos en cauces de ríos, arroyos y cañadas; existen atlas de riesgo que no se respetan.

La tala de bosques provoca erosión aumentando el arrastre de materiales aguas abajo. Existe una falta de planeación y visión por desconocimiento, intereses económicos y corrupción que se traduce en una voracidad de la gente por construir; no se toman en cuenta las opiniones de las universidades, sólo se acercan a pedir asesoría cuando hay un problema o un beneficio económico asociado.

Los nuevos fraccionamientos deberían alinearse a reglamentos que establezcan las dimensiones de la vivienda, áreas de recarga, espacio mínimo de área verde, así como el tipo de vegetación permitida; adicionalmente, impulsar los aditamentos necesarios para el manejo y utilización de las agua grises.

Un aspecto colateral al componente social del problema es el cambio climático, en años recientes se ha presentado mucha precipitación, aunque se pronostican para un futuro cercano sequías recurrentes. Lo anterior requerirá de un cambio en el estilo de vida para mitigar los efectos del cambio climático, toda vez que si no se toman acciones inmediatas estas condiciones extremas van a magnificar los errores actuales, tal como ya sucedió con el huracán Alex. Se requieren acciones para eventos extremos, tales como desarrollar atlas de lluvias, atlas de sequías, áreas de amortiguamiento sin construcciones en arroyos,

convertir en humedales los cauces de los ríos. Las opiniones y experiencias del grupo de académicos se sintetizan de la siguiente manera:

Para el componente ambiental se resaltó

- El control de la tala de zonas boscosas y en zonas de recarga de acuíferos.
- Recarga de acuíferos asistida a partir del agua de lluvia.
- Control y vigilancia del cambio de uso de suelo respetando los atlas de riesgo.
- Control del escurrimiento modificando la normatividad para la construcción.

La tala en zonas protegidas y el uso de materiales de construcción inadecuados provoca la disminución en la recarga de acuíferos, por la disminución en la infiltración, la erosión del suelo y el arrastre de materiales con altos costos.

El cambio del uso del suelo en el marco del cambio climático propicia incremento de sequías y precipitaciones más intensas; se debe cambiar el estilo de vida para la adaptación para eventos extremos.

Con relación al desarrollo de infraestructura se requieren obras hidráulicas para:

- Control de avenidas.
- Recarga de acuíferos.
- Sincronización de redes de suministro.
- Tratamiento primario (uso doméstico)
- Control de fugas.
- Re-uso doméstico.
- Colectores para recuperación de agua de lluvia.
- Uso de aguas grises.
- Drenaje municipal para la conducción del agua de lluvia.

- Áreas de amortiguamiento.
- Humedales en los cauces de los ríos.

Los invitados mencionaron que aunque la infraestructura actual es buena, las áreas de oportunidad están en la recuperación del agua de lluvia, control de fugas, mecanismos de tratamiento primario para el re-uso de aguas grises a nivel domiciliario. Se hace énfasis en el incremento en el re-uso de aguas tratadas en todos los sectores: industrial, servicios y doméstico.

También se señala que el tratamiento de agua es caro por lo que esta agua debería ser utilizada en vez de ser enviada a Tamaulipas. Debe haber un incremento en la tarifa de agua de uso industrial de primera mano para que el agua tratada pueda ser una opción competitiva.

Desde el componente social se propone:

- Dar valor al recurso.
- Crear conciencia.
- Fortalecer la cultura del agua.
- Educación formativa desde el nivel básico.
- Control del crecimiento urbano.
- Creación de nuevos polos de desarrollo.
- Normatividad para el re-uso de aguas tratadas y recolección y uso del agua de lluvia.

Actualmente no se valora el agua, por lo que es necesario crear conciencia para que tenga un claro impacto en el consumo, el consumo aún es muy alto, debe hacerse mayor esfuerzo en la cultura del agua propiciando una educación formal formativa, la educación informal a todo público no es eficiente ni suficiente para propiciar la conservación. Se propone una

educación extensiva a políticos e industriales. Además de la educación, promover el uso de incentivos como el tandeo y las tarifas.

Debe tomarse en cuenta aspectos ambientales como la disponibilidad de los recursos en la planeación del crecimiento de la ciudad a través de una planeación estratégica. Se señaló la importancia de consultar a los académicos para la toma de decisiones.

Para algunas variables expresadas en este grupo de discusión se observa la necesidad de establecer estrategias que propicien el buen uso del recurso como son los incentivos económicos, en torno a lo cual se mencionó lo siguiente:

- Tarifas sectorizadas (además de estar escalonadas por consumo) para que refleje el costo beneficio del uso del recurso lo cual podría ser a través de la aplicación de impuestos al sector industrial aplicable al uso del agua de primera mano, favoreciendo de esta manera el uso del agua tratada.
- Imposición de multas efectivas a tomas clandestinas.
- Aplicación de las normas y leyes actuales evitando la corrupción y la demagogia, así como la creación y adaptación de la normatividad para hacer frente a los efectos del crecimiento poblacional y el cambio climático.

A continuación se presentan los resultados del grupo de especialistas técnicos.

5.3.2 Especialistas técnicos

Desde el punto de vista hidráulico y financiero este grupo sostuvo que sí se lleva a cabo un suministro de manera sustentable. El 60% de la demanda del AMM se abastece con agua superficial a partir de las presas contra el 40% que es abastecido a partir de fuentes subterráneas. El organismo operador selecciona la fuente, superficial o subterránea,

priorizando el aspecto económico a través del menor consumo de energía para el suministro combinándolas de modo tal que minimice los costos y se satisfaga la demanda. Dicho proceso se realiza de manera controlada entonces, cuando hay lluvia hay más agua en los pozos, en época de estiaje se dispone de un mayor volumen a partir de las presas. Dado lo anterior, el Ing. José Alberto Pérez de CONAGUA enfatizó que “la gestión del agua en el AMM se lleva a cabo mediante un sistema eficiente con buena política de operación”. El organismo operador es líder en el uso de tecnología para el uso eficiente del recurso disponiendo de diferentes fuentes para evitar la sobreexplotación de los acuíferos del sistema.

Sin embargo, los siguientes aspectos son áreas de oportunidad para propiciar una gestión sustentable en el AMM. Con relación a la eficiencia física existe una pérdida aproximada del 30%; para controlar y abatir ésta pérdida se tiene un programa de sectorización consistente en la operación de una red de macro y medidores conectados a un *software* que detecta variaciones en la presión que es indicativa de la presencia de fugas o extracciones irregulares, a partir de esta estrategia podría reducirse la pérdida hasta el 23%.

El organismo operador abastece prácticamente el 100% del consumo doméstico y comercial pero sólo el 20% del consumo industrial. SADM dota de 470L/s de agua a las industrias; sin embargo, la CONAGUA entrega un volumen de 2000L/s al sector privado; estas industrias también tienen plantas de tratamiento y hacen un uso eficiente con tendencia a disminuir el uso del agua del acuífero, aunque esta parte del segmento no depende del organismo operador.

Sin embargo, el control de descargas sí es controlado por parte de SADM; es decir, toda el agua que se dota a la totalidad de usuarios del AMM es recuperada a partir de la

infraestructura administrada por el organismo operador y es él mismo quien define las cuotas por descarga y verifica que las aguas residuales cumplan con los parámetros establecidos en la norma.

En el tema del tratamiento y el re-uso del agua residual, el organismo operador trata el 100% de agua residual que recolecta. Del total del agua tratada, el 75% se transfiere a Tamaulipas por el convenio de uso del agua de la presa el Cuchillo; del restante 25% que representa un volumen de 2,000L/s se reutilizan aproximadamente 1000L/s por lo que existe un área de oportunidad para reutilizar el volumen restante.

En principio el agua potable sólo debe ser destinada para uso humano, sin embargo, aún no es así, hay 184 km de red para agua tratada para diferentes plantas industriales. La red domiciliaria en su mayoría salvo algunas excepciones no cuenta con una red para la utilización de las aguas grises. Es un hecho que cada m³ de agua tratada que reemplaza al agua de la fuente original incrementa la disponibilidad, pudiendo incluso dar 2 o 3 vueltas al mismo volumen; sin embargo, si el re-uso se complementa con una disminución significativa en el consumo, el impacto en la cuenca sería sustancialmente mayor.

Por lo anterior, es fundamental apuntalar la tendencia hacia la sustentabilidad con un cambio cultural en los usuarios. Los invitados a este grupo de discusión comentaron que el programa cultura del agua se practica con buena respuesta de la gente y que es ejemplo para otras ciudades. Sin embargo, los siguientes son algunos aspectos que el programa actual no contempla:

- La importancia del mantenimiento del ecosistema.
- La cultura del re-uso industrial y para otros usos.
- Cómo se usa, cómo se contamina y cómo se trata el agua.

- Qué tipo de cosas no se deben tirar al agua como grasas y aceites y todas las cosas que la planta de tratamiento no puede procesar.
- Tipo de basura que puede contaminar a los acuíferos como las pilas.

Los invitados mencionaron la necesidad de un cambio urgente en la cultura de la conservación; que se lleve a cabo una planeación urbana en la que se analicen los costos de conservar las partes altas de la cuenca y los costos de la destrucción por inundación y arrastre de materiales. Al respecto el Ing. Ildefonso Garcés de SEMARNAT propuso “el diseño de programas a 20 años que prevean la creación de corredores verdes, planes de transporte y respeto a los cauces, también señaló que las administraciones municipales deben sensibilizarse, ya que el problema no es que no existan las normas, sino que no se respetan”.

Establecer multas muy altas a quienes no cumplan las normas pero sin corrupción. Actualmente hay muchos fraccionamientos infringiendo la ley más sin embargo, no hay ninguna reacción de la ciudadanía, esto es por ignorancia y corrupción.

La calidad es otra vertiente de la sustentabilidad que resulta muy vulnerable a prácticas deshonestas. Existen muchos pozos en el AMM que son muy susceptibles a contaminación por la cercanía con la conducción del drenaje, por contaminación difusa con materia fecal con grasas e hidrocarburos y, en general, por contaminación de origen industrial. Otra práctica deshonestas que es muy común es el vertido de aguas residuales diluidas con agua potable para alcanzar los límites de la norma; este tipo de situaciones deberían ser severamente sancionadas.

Otras acciones, como el aprovechamiento del agua de lluvia para la recarga de pozos y cisternas; la ley permite que las personas tengan cisternas y que éstas se recarguen con

agua de lluvia. También debe reglamentarse el manejo de avenidas, respetar los cauces de los ríos, debe mantenerse la capacidad de absorción para evitar el flujo a través de diseños arquitectónicos regulados con jardines, corredores para que no toda el agua corra y respetar los arroyos en las zonas urbanas. No se tiene un manejo sustentable por causa el desarrollo urbano.

A continuación se resumen las experiencias en el manejo del recurso por parte de los invitados de SADM, de la CONAGUA y de SEMARNAT así como sus propuestas con relación a las sustentabilidad del recurso en el AMM.

Desde el ámbito del manejo técnico mencionaron la necesidad de desarrollar infraestructura con el fin de:

- Aumento de la sectorización.
- Inversión en tecnología que incremente la eficiencia física.
- Aumento en la macro y micro medición domiciliar.
- Incremento en la capacidad de tratamiento.
- Control de abasto industrial a través de macro y micro medición.
- Manejo de agua de lluvia.
- A nivel domiciliario, el uso de cisternas para captar agua de lluvia, pavimento con materiales porosos, diseño de jardines como zonas de captación y filtración.
- Inversión en tratamientos secundarios y terciarios.

SADM lleva a cabo un manejo eficiente del recurso debido a que utiliza un sistema de abastecimiento que cuenta con fuentes subterráneas y superficiales que le permite distribuir el agua al menor costo; sin embargo, las áreas de oportunidad son: el aumento de la eficiencia física ya que la actual es del 70%. También se mencionó la necesidad de

aumentar el control de uso industrial mediante el uso de macro y micro medidores por parte de CNA.

Se hizo énfasis en los beneficios del uso del agua de lluvia por ser agua potable y también la necesidad del manejo de las avenidas de agua respetando los caudales y evitando el cambio de uso de suelo y el deterioro de las partes altas de la cuenca.

En el ámbito social, se mencionó la necesidad de atender los siguientes aspectos:

- Programas intensivos de cultura del agua.
- Inversión en la educación básica.
- Publicidad en medios para cambiar la percepción del uso de agua tratada.
- Cultura del re-uso industrial.
- Cultura del manejo de desechos sólidos y grasas.
- Manejo del concepto de pago por servicios ambientales.

Se mencionó la necesidad de hacer más esfuerzos en el tema de cultura del agua dirigido hacia el ahorro, hacia el uso de las aguas tratadas, hacia el uso del agua de lluvia, hacia el manejo de desechos sólidos y grasas a nivel domiciliario y también una campaña dirigida a restaurantes y usuarios que desechan grasas y aceites. Dar más realce a los Espacios de Cultura del Agua establecidos por CNA para comprometer a la ciudadanía con el cuidado del agua.

Respecto al componente ambiental de la sustentabilidad se mencionó:

- Respeto a la normatividad con relación al cambio de uso de suelo para el control de escorrentía y absorción del agua de lluvia.
- Manejo del concepto Servicios Ambientales.
- Reforestación del bosque y urbana.

Se resaltó el diseño de espacios naturales de recarga del subsuelo a través de jardines en las construcciones habitacionales, la reforestación de las partes altas de la cuenca y en general de la zona serrana, así como el incremento de los árboles en la zona urbana.

Se mencionaron también las acciones a nivel político que coadyuvarían con la sustentabilidad particularmente normando sobre los siguientes aspectos:

- Uso y distribución de agua tratada.
- Uso y manejo de agua de lluvia.
- Desarrollo urbano, tamaño del lote, materiales de construcción, espacios verdes, cantidad de árboles.
- Multas fuertes para evitar corrupción.
- Precio competitivo del agua tratada.
- Precios altos de agua de primera mano.
- Estructura tarifaria que incentive el ahorro, y que incluya costos de mantenimiento de la fuente.

Un manejo adecuado de incentivos económicos para que por un lado incentive el ahorro y el buen uso del recurso y, por otra parte, se distribuya entre los usuarios la responsabilidad de mejoramiento y optimización de la red de abasto así como de la conservación de la fuente.

Establecer normatividad más restrictiva en torno a la urbanización de zonas protegidas o de alto riesgo con programas urbanos más acorde a las condiciones naturales del sitio que va a urbanizarse.

5.3.3 Tomadores de decisiones

Para hablar de una gestión sustentable se debe involucrar a los sectores agrícola, industrial, comercial, domiciliario y de servicios. La CONAGUA es la autoridad normativa y regulatoria responsable de ver por la sustentabilidad del recurso. SADM es el organismo que presta los servicios públicos de agua potable, drenaje sanitario, aguas residuales, saneamiento y re- uso del agua residual tratada.

El Lic. Carlos Ávila de la Secretaría Administrativa de SADM mencionó que “la gestión es sustentable desde el punto de vista del uso público urbano ya que los indicadores del crecimiento del número de registros en 10 años, de 1999 a 2009, fue del 45%, en contraste con el incremento en el volumen suministrado, que gracias a la cultura del cuidado del agua, ha crecido solamente de 8 a 9%”. Por otra parte, los esfuerzos realizados en la sectorización y en el uso de macro y micro medidores se han traducido en una reducción de las fugas del 40 al 30%.

Se mencionó también que el consumo doméstico promedio por toma hace 10 años era de 19m³ mientras que actualmente es de 16m³ lo que puede representar un aumento del ahorro en casa. Respecto al agua no contabilizada un nivel aceptable internacionalmente es del 20%; el organismo operador realiza esfuerzos de manera continua en la inversión en tecnología para la detección de fugas y la optimización en el uso de las fuentes.

No obstante lo anterior, se señaló que los indicadores de sustentabilidad mencionados como son la disminución en el consumo por toma debe coincidir con una disminución en el consumo per-cápita, y el incremento en la eficiencia debe redundar en una menor presión sobre los niveles freáticos.

Por otra parte, la sustentabilidad implica además del componente económico, los componentes social y ambiental. En la medida en que el deterioro de las condiciones ambientales disminuya la disponibilidad del agua y de otros recursos vinculados al agua, entonces no puede decirse que se hace una gestión sustentable del recurso. Por lo anterior, es necesaria la coordinación entre la sociedad, la CONAGUA, SADM y CONAFOR, para establecer un compromiso de responsabilidad en el cuidado y mantenimiento de la cuenca que trascienda al establecimiento de un pago permanente por servicios ambientales, tales como la captura de carbono, la conservación del agua y la biodiversidad que permita el uso de los recursos necesarios para la conservación, de los que actualmente no se dispone.

Dadas las condiciones de la cuenca conforme a los parámetros anteriores, actualmente la gestión del agua en el AMM no es sustentable. A este respecto el Ing. Luis Rechy representante de CAINTRA mencionó que “la gestión no puede ser considerada como sustentable mientras el volumen de agua extraído para consumo humano supere al volumen de recarga”. Para establecer las acciones a seguir se requiere de un análisis integral incluyendo el consumo agrícola, además de los mecanismos de recuperación como: incrementar el re-uso, nuevas tecnologías para el incremento en la eficiencia física, así como el hacer mayores esfuerzos en la restauración de la cuenca aunado a un reforzamiento en la cultura de la prevención y conservación. La sociedad debe saber que todos los esfuerzos realizados hasta ahora no han sido suficientes para revertir el proceso de deterioro.

El consejo federal estatal se encarga de dar el visto bueno y la aprobación a proyectos tales como fraccionamientos, industrias y cambio de uso de suelo. La participación de un consejo ciudadano para el desarrollo urbano en este nivel de decisión tendrá una relevancia crucial

en la medida en que la intervención esté basada en información real, válida y bien documentada.

El diseño de la ciudad no está preparado para un manejo sustentable debido a que permean intereses de tipo político y económico más no de sustentabilidad. Una solución a este conflicto es la conformación de un mecanismo local con un fuerte componente de participación ciudadana que de manera autónoma tengan influencia en la toma de decisiones.

Por otra parte, el manejo de los recursos no se lleva a cabo de manera eficiente debido a que los gobiernos municipales disponen de los recursos, pero no los invierten de manera efectiva en la solución de problemas ambientales, por lo que, se necesita concientizar a las autoridades. Los diputados necesitan información para defender las propuestas.

A partir de la diseminación de la información verídica de los problemas ambientales y su repercusión en la calidad de vida de los ciudadanos, el tema de la sustentabilidad se volverá rentable electoralmente de modo que los políticos tengan un incentivo para atender los proyectos propios del desarrollo sustentable.

A continuación se presenta un resumen de las propuestas de los invitados al grupo de tomadores de decisiones, con base en su visión y su experiencia en la gestión del agua en el AMM.

Respecto al manejo técnico se señalaron los siguientes aspectos:

- Eficiencia física
- Re-uso industrial.
- Tratamientos secundarios y terciarios.
- Nuevos desarrollo con red de agua tratada.

- Plan de ordenamiento urbano.
- Infraestructura para no mezclar agua de lluvia con agua residual.
- Restaurar sistemas de manejo.
- Financiamiento para conservación de la cuenca.

Ese aspecto de la sustentabilidad tiene un área de oportunidad importante que tiene que ver con la normatividad y con la cultura. Con relación al uso del agua residual, la norma establece que, para usos con contacto humano, se requiere hasta un tratamiento terciario sin embargo no existe reglamentación para el uso de las aguas grises, hasta tratamiento secundario. Por otra parte, culturalmente no hay mucha aceptación respecto al uso de agua tratada.

Con relación al uso de agua de lluvia no existe normatividad en cuanto a su recopilación ni a su utilización y respecto a la definición de los pagos por servicios ambientales a través de la tarifa ha sido una propuesta bien aceptada por la ciudadanía, sólo falta que las autoridades se comprometan a realizar el cobro y a hacer un uso pertinente de dichos recursos.

En el tema social se mencionaron las siguientes líneas de acción:

- Cultura del agua.
- Uso urbano de agua tratada.
- Difusión de información veraz.
- Estrategia mercadológica.
- Uso y consumo responsable.

Los invitados remarcaron la importancia de incrementar la conciencia del ahorro, fomentar el uso urbano del agua tratada, fomentar la cultura de prevención y conservación a través

de iniciativas locales para la conservación del recurso, así como también respaldar lo anterior mediante la difusión de información veraz mediante un esfuerzo mercadológico enfocado a aumentar la conciencia y cultura de la ciudadanía.

En el ámbito ambiental se propuso:

- Pago por servicios ambientales, cuota en el recibo (luz, agua, etc)
- Reforestación.
- Programa para protección contra incendios.
- Ecoturismo.
- Plan de ordenamiento forestal.
- Plantaciones comerciales forestales.

Históricamente la cuenca se encuentra en déficit. Además las condiciones serán más adversas ya que se proyecta un incremento en las sequías en el mediano plazo. La gestión será sustentable cuando la cantidad de agua utilizada sea menor a la disponibilidad. Es un hecho que llevar a cabo una planeación para el re-uso del agua tratada disminuye la presión sobre la cuenca, si bien el ahorro en el consumo es la estrategia ideal.

En el ámbito político se señaló:

- Precios competitivos del agua tratada.
- Legislación para el uso de agua tratada en nuevos desarrollos.
- Legislación para el uso de agua de lluvia.
- Legislación para la autorización de desarrollos urbanos.
- Respeto a las leyes y multas sustanciales a infractores.
- Crear un mercado para la conservación.

Este grupo de discusión hizo mucho énfasis en la importancia de hacer ver al congreso la necesidad de invertir más recursos para llevar a cabo acciones de conservación ambiental; también se mencionó que es prioritario difundir información verídica, clara y sin tendencias partidistas ni demagógicas, para que se puedan tomar decisiones sin sesgos. Se mencionó la importancia de establecer un mercado permanente para conservación; de propiciar la comunicación entre el Consejo Federal Estatal y los Ayuntamientos y establecer esquemas de recuperación del pago por servicios ambientales.

En síntesis, de las aportaciones hechas por los especialistas que participaron en los grupos de discusión se puede resumir que el grupo de académicos hace especial énfasis en que el problema de la sustentabilidad radica en el ámbito político debido a que señalan que en la cuenca hay el agua suficiente para abastecer al AMM sin embargo, por los intereses económicos y políticos el proyecto del trasvase del agua del río Pánuco al AMM continuará hasta sus últimas consecuencias. El grupo de técnicos percibe que se hace un buen trabajo desde el enfoque hidráulico aunque este grupo señala que la no sustentabilidad de la gestión radica en que la eficiencia y la tecnología aún no son suficientes para alcanzar la sustentabilidad. El grupo de tomadores de decisiones reclama mayores recursos, afirma que de resolverse la falta de involucramiento de los políticos (siendo estos alcaldes, diputados, senadores, gobernador) en el tema de la sustentabilidad habrá mayor interés por asignar recursos.

No obstante los diferentes puntos de vista de los tres grupos se pudo observar que existe convergencia entre ellos al señalar algunas variables clave como son la educación de los usuarios, el combate a la corrupción, el respeto y protección del medio ambiente y el uso de incentivos económicos tales como la tarifa, con el objetivo de disminuir el consumo urbano.

Los retos para la aplicación de las propuestas que todos los grupos realizaron son: un cambio en la percepción de los usuarios con respecto al valor del agua y de la importancia que tiene el equilibrio ecológico en la supervivencia humana; el diseño de una serie de políticas públicas para consolidar las propuestas vertidas por los especialistas y el combate a la corrupción a través de una reflexión ética.

Con lo anterior queda de manifiesto que los especialistas pertenecientes a los tres grupos de discusión, desde su ámbito de experiencia, han sido enfáticos en señalar los problemas que reflejan una gestión no sustentable del agua en el AMM. También realizaron una serie de recomendaciones que para esta investigación serán cruciales debido a que se pretende hacer una propuesta para la gestión sustentable del recurso en el AMM. Sin embargo, el alcance de este trabajo no se limitó solamente al análisis de los especialistas en la gestión, sino que también se llevó a cabo un estudio del perfil de los usuarios domésticos para entender su patrón de consumo y complementar lo anterior con una propuesta tarifaria que se suma a las propuesta de los especialistas.

A continuación se presenta el análisis del perfil de los usuarios domésticos del agua en el AMM, así como la propuesta tarifaria soportada a partir de dicho análisis.

5.4 Perfil del usuario doméstico

Como ya se mencionó en la metodología, para obtener el perfil del usuario doméstico en el AMM, se buscó la relación que tiene la variable consumo promedio por manzana con algunas variables poblacionales registradas en los Censos de Población y Vivienda para los años 2000 y 2010 las cuales son:

- Cantidad de habitantes promedio por manzana.

- Grado escolar promedio por manzana.
- Ingreso promedio por manzana. En este caso debe mencionarse que debido a la imprecisión de esta variable tuvo que ajustarse su valor a través del estudio Nivel de Bienestar (INEGI, 2005).
- Municipio de ubicación de la manzana.
- Tarifa promedio por manzana. Este dato fue calculado a partir de los siguientes valores: población total por manzana, obtenido a partir de los censos poblacionales 2000 y 2010; consumo de agua por colonia, proporcionado por SADM; y estructuras tarifarias para los años 2000 y 2010 proporcionados por SADM.

Con el objetivo de proponer algunas acciones que puedan modificar el hábito de consumo de los usuarios del agua en el AMM se llevaron a cabo una serie de pruebas, utilizando herramientas de análisis estadístico, que permitan encontrar e identificar el tipo de relación presente entre las variables mencionadas. Los hallazgos obtenidos a partir del análisis estadístico se describen a continuación:

5.4.1 Análisis del consumo entre los años 2000 y 2010

Para comprender la importancia de esta comparación debe tenerse presente que el organismo operador ha realizado acciones, encaminadas a inducir en los usuarios un consumo responsable del recurso tales como el programa *Cultura del Agua* y, desde el ámbito de los incentivos económicos, la aplicación de un esquema tarifario basado en incrementos progresivos de la tarifa en función del aumento en el consumo. Lo anterior con el objetivo común de propiciar la disminución en el gasto del recurso. No obstante lo anterior, en el periodo de 10 años en el que se realiza el estudio del caso comprendido

desde 2000 hasta 2010 lo esperado era que, aunque el volumen total de agua consumido en el año 2010 fuera superior al volumen total de agua consumido en el año 2000 (debido al incremento poblacional, industrial y comercial), a nivel per-cápita se esperaba que hubiera evidencia de una disminución en el consumo. Los resultados del análisis señalan que los consumidores no han sido receptivos a dichos incentivos dado que se observa un incremento en el consumo per-cápita de agua.

El resumen de la comparación del consumo en el año 2000 contra el año 2010 se muestra en las figuras 48 y 49, donde se puede observar que, existe un incremento en el consumo entre los periodos mencionados. La comparación se llevó a cabo agrupando la información por municipio y para todos los niveles de clasificación se observa un incremento en el consumo.

Figura 48. Cambio porcentual promedio per-cápita en litros al día para cada municipio respecto a su propio consumo.

Municipio	Incremento % respecto a su propio consumo
Apodaca	62.47
Escobedo	48.22
Guadalupe	20.89
Monterrey	27.43
Santa Catarina	25.44
San Pedro Garza García	21.14
San Nicolás de los Garza	29.93

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI y de SADM.

La figura anterior muestra que el municipio de Apodaca es el que presenta el mayor incremento porcentual en el consumo cuando este es comparado con su propio consumo en el año 2000. Una explicación a este comportamiento podría ser que este municipio ha tenido un crecimiento residencial muy importante, medido de manera indirecta a través del incremento en el número de registros de agua, siendo mucho mayor que el crecimiento poblacional promedio. En contraste, el municipio de Guadalupe es el que presenta el menor

incremento porcentual respecto al consumo propio en el año 2000; con relación al crecimiento inmobiliario este municipio se encuentra entre los de menor crecimiento, aunque también presenta un crecimiento poblacional muy pequeño.

Otro elemento de análisis que es interesante resaltar en esta comparación es que los municipios presentan consumos promedio significativamente diferentes, por lo que comparar los incrementos porcentuales del consumo tomando como referencia el consumo promedio de la ciudad, nos puede dar luz para reconocer a los municipios que hacen un uso suntuoso del recurso, siendo esto una evidencia de un manejo no equitativo y como consecuencia no sustentable del recurso.

En la siguiente figura se muestran los incrementos porcentuales comparados con el consumo promedio de agua en el AMM.

Figura 49. Cambio porcentual promedio per-cápita en litros al día por municipio respecto al consumo promedio.

Municipio	Incremento % respecto al consumo promedio
Apodaca	30.68
Escobedo	25.98
Guadalupe	21.77
Monterrey	20.79
Santa Catarina	16.30
San Pedro Garza García	54.00
San Nicolás de los Garza	29.16

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI y de SADM.

En la figura anterior se observa que todos los municipios han incrementado su consumo per cápita respecto al consumo promedio del AMM; sin embargo, el municipio que ha tenido un incremento significativamente mayor a los demás es el municipio de San Pedro siendo esto en una proporción que va desde 76% respecto al municipio de Apodaca hasta 231% respecto al municipio de Santa Catarina. Cabe aclarar que, del resto de los

municipios, el municipio de Apodaca, aunque no presenta un consumo excesivo como el municipio de San Pedro, es el que mayor incremento porcentual presenta respecto al consumo promedio.

En resumen, el análisis anterior muestra las siguientes relaciones:

- a) Todos los municipios han incrementado el consumo de agua per cápita en el transcurso del periodo de estudio (2000-2010).
- b) Los municipios con mayor crecimiento inmobiliario incrementan en mayor proporción su consumo per -cápita de agua.
- c) El incremento en el consumo no puede ser atribuible al incremento poblacional debido a que el incremento en el número de viviendas supera en todos los casos al incremento poblacional; es más los municipios de San Pedro y San Nicolás han disminuido en cantidad de habitantes; además esta justificación tampoco tiene sentido ya que se está comparando el consumo per cápita.
- d) El municipio de San Pedro manifiesta un consumo suntuoso del recurso.

Es claro que los resultados anteriores no son deseables en función del esfuerzo y la inversión de recursos destinados al programa cultura del agua por parte del organismo operador, por lo tanto, con la intención de confirmar los hallazgos además de que puedan ser coherentes conforme a los resultados que maneja y reporta el organismo operador, a continuación se describen los resultados obtenidos por SADM y se detalla la razón por la cual dichos resultados no reflejan una disminución real en el consumo.

En el periodo comprendido entre los años 2000 y 2010, las administraciones municipales liberaron enormes extensiones territoriales entregando títulos de propiedad a un grupo de propietarios que hicieron los arreglos legales para llevar a cabo una expansión masiva y

desorganizada de la mancha urbana. Lo anterior dio como resultado el incremento acelerado en el número de viviendas, las cuales fueron dotadas de servicios como el agua. Lo anterior es la razón por la cual el número de medidores de consumo incrementó en mayor proporción al incremento de la población.

La figura 50 muestra los incrementos en población y número de medidores, así como el cambio en el consumo en función de cada referencia.

Figura 50. Cambio en el consumo por registro.

Municipio	Población total en 2000	Promedio de habitantes por registro en 2000	Población total en 2010	Promedio de habitantes por registro en 2010	Cambio %* en habitantes promedio por registro	Cantidad de registros en 2000	Cantidad de registros en 2010	Cambio %* en el número de registros	Cambio %* en el consumo por registro
Apodaca	270 369	5.73	523 370	3.30	-42	47 201	158 492	236	-7
San Pedro	125 945	3.28	122 659	2.37	-28	38 383	51 823	35	-13
Escobedo	230 556	6.80	357 937	3.63	-47	33 906	98 693	191	-11
Guadalupe	669 842	3.94	678 006	2.81	-29	169 902	241 634	42	-14
Monterrey	1 110 909	6.29	1 135 550	4.14	-34	176 512	274 347	55	-17
San Nicolás	496 878	4.18	443 273	2.75	-34	118 746	160 944	36	-15
Santa Catarina	225 976	5.89	268 955	3.94	-33	38 396	68 308	78	-13

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y de SADM.

*El cambio porcentual refleja la diferencia en porcentaje entre el periodo 2000 al 2010, y se obtiene como la diferencia entre el valor del año 2010 menos el valor del año 2000, dividido entre el valor del año 2000 multiplicado por 100.

La figura anterior es muy clara en el sentido de que el consumo por registro; es decir, por cada unidad habitacional con medidor instalado, ha disminuido; sin embargo, es importante no perder de vista que detrás de un registro o vivienda hay un ser humano que es el responsable del consumo y es importante notar que el promedio de habitantes por vivienda ha disminuido en mayor proporción que el consumo de agua promedio por vivienda.

En síntesis, la figura anterior muestra que en el lapso comprendido entre el 2000 y el 2010 la ciudad presentó un crecimiento exacerbado en el número de viviendas y dicho

crecimiento no fue a la par con el crecimiento poblacional; es decir, el crecimiento de la población en esos 10 años en promedio fue del 22.5%, mientras que el crecimiento en la vivienda fue de 96.14% lo que implica como consecuencia que el número de medidores de agua haya aumentado en mayor proporción al número de habitantes y este efecto enmascara los resultados de los esfuerzos que ha realizado el organismo operador, debido a que existe una aparente disminución en el consumo por vivienda cuando la realidad es que el consumo por habitante se ha incrementado. En el anexo 11 se pueden revisar la comparación estadística del consumo en el año 2000 y en el año 2010.

Es muy importante hacer notar que los resultados del análisis anterior son conservadores debido a que no se está considerando el volumen de agua no contabilizada que puede llegar a ser hasta del 30% de la dotación total de agua.

En los planos de las figuras 51 y 52 se muestran los consumos de agua para el AMM en los años 2000 y 2010. En estos mapas se observa un incremento de las zonas de extremo consumo en 2010 a diferencia del mapa en 2000 donde estos puntos de alto consumo eran menos frecuentes.

Los resultados anteriores son reveladores de una tendencia recientemente incrustada en la cultura de la sociedad regiomontana vinculada con una percepción de un aparente bienestar que se manifiesta en la necesidad de hacer evidente un poder y una riqueza que se acota a la posesión de bienes materiales, particularmente en el ámbito de la vivienda. Ello conlleva a un consumo de recursos naturales que excede la disponibilidad racional y sustentable en una región que está ya rebasada en el uso y explotación de los mismos. Es un hecho que el programa cultura del agua ha tenido cierto impacto en el consumo del agua

a baja escala, aunque la expectativa de un decremento contundente en el consumo del recurso no ha sido alcanzada.

En este estudio se puede observar que dado que un programa como el actual sustentado en una estrategia publicitaria y acotada al recurso agua, no ha producido los resultados reales de ahorro debido a que no es posible cuidar al agua en lo individual o de manera aislada al resto de los recursos. Aunque los ciudadanos están conscientes de la escasez del agua, no relacionan de manera directa el consumo de agua con el consumo de otros recursos que indirectamente se traducen en una pérdida global de la disponibilidad del vital líquido. Este ejercicio de análisis crítico de la gestión del agua en el AMM deja de manifiesto la imperante necesidad de efectuar un cambio cultural en el consumo de los recursos en general es decir, se requiere visualizar a los recursos naturales como un todo, y dejar en claro que la pérdida del equilibrio entre ellos se traducirá en grandes costos económicos y sociales.

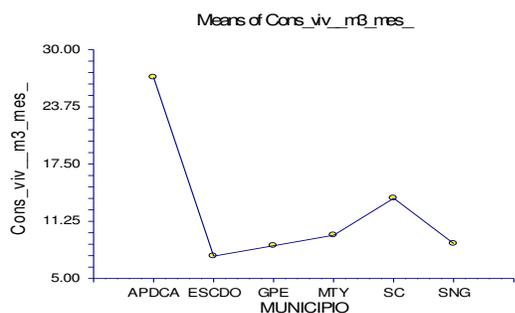
5.4.2 Relación entre consumo y ubicación municipal

Si bien no es de interés en este estudio resaltar las deficiencias o fallas específicas de la administración pública a nivel municipal, sino de establecer el perfil de los usuarios del agua en el AMM, para ser imparciales en la presente sección se hace un análisis de la relación entre el consumo de agua y la ubicación municipal a la par de una segmentación en función del nivel de bienestar independiente mente del municipio al que pertenezca la vivienda.

Para identificar si la variable municipio tiene efecto en el consumo se realizó una comparación estadística entre los consumos promedio de todos los municipios para el mismo nivel de bienestar; esta comparación se repitió para todos los niveles de bienestar.

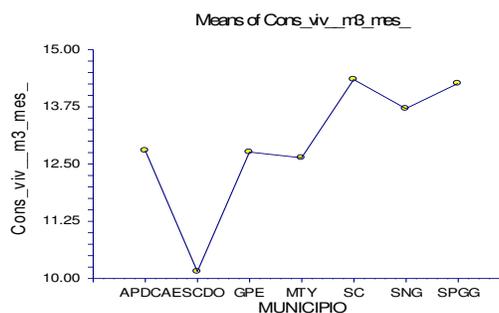
En las siguientes figuras se muestran los niveles de consumo promedio por cada municipio en función de su nivel de bienestar.

Figura 53. Nivel de bienestar 2



Fuente: Elaboración propia con datos de SADM.

Figura 54. Nivel de bienestar 3

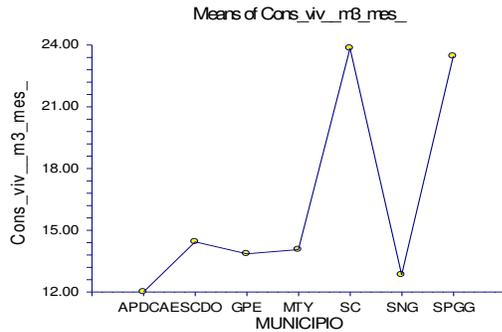


Fuente: Elaboración propia con datos de SADM.

La figura 53 muestra al municipio de Apodaca con el mayor consumo promedio en m³ por mes, este resultado era esperado ya que como vimos en la sección anterior el municipio con mayor crecimiento habitacional fue Apodaca, además con este análisis queda claro que el segmento de mayor crecimiento en este municipio es el correspondiente al nivel de bienestar 2.

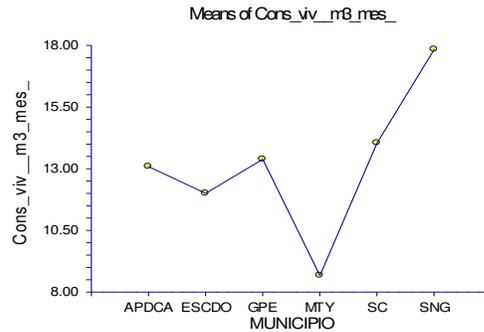
La figura 54 muestra que los municipios con mayor consumo son San Nicolás de los Garza (SNG), Santa Catarina (SC) y San Pedro Garza García (SPGG). Es interesante observar que a este nivel de bienestar el municipio de SPGG no es el único municipio con consumos elevados y es notorio que el municipio de Escobedo es el que presenta un consumo menor al resto de los municipios.

Figura 55. Nivel de bienestar 4



Fuente: Elaboración propia con datos de SADM.

Figura 56. Nivel de bienestar 5

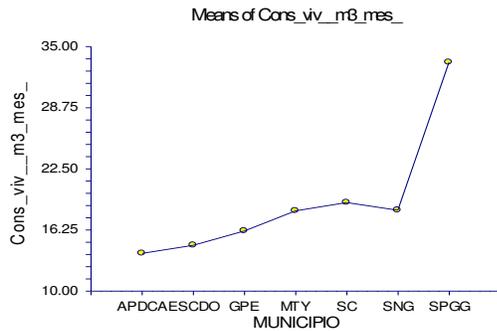


Fuente: Elaboración propia con datos

La figura 55 ya muestra un patrón de consumo más polarizado que las gráficas anteriores siendo los municipios de SPGG y de SC los que presentan los consumos mayores. Una posible explicación a este patrón es la cercanía del municipio de Santa Catarina con el municipio de San Pedro, a partir del supuesto de que personas que pertenecen a este nivel de bienestar pudieran trabajar en labores domésticas en las casas de mayor nivel de bienestar en el municipio de San Pedro; la hipótesis es que estas personas adquieren los hábitos de consumo extremo que los llevan a presentar un patrón marcadamente mayor al resto de los municipios.

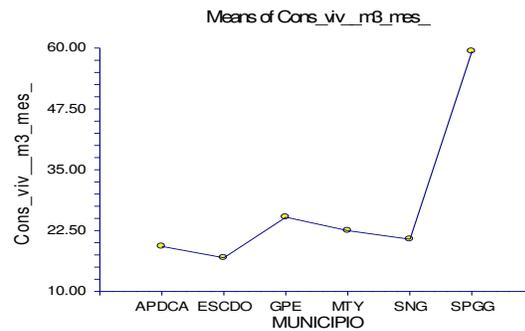
La figura 56 presenta un comportamiento muy interesante para evaluarse en la sección relacionada con el nivel educativo, ya que este grupo de usuarios incluso los que habitan en el municipio de San Pedro muestran un consumo más racional, siendo en cada caso menor al consumo del nivel de bienestar anterior; en este caso la hipótesis que justifica este patrón es que este grupo de usuarios tiene un nivel educativo mayor al resto de los usuarios.

Figura 57. Nivel de bienestar 6



Fuente: Elaboración propia con datos de SADM.

Figura 58. Nivel de bienestar 7



Fuente: Elaboración propia con datos de SADM.

Estas últimas dos figuras muestran patrones similares, aunque la figura 58 muestra que todos los municipios efectúan un consumo menor comparado con el municipio de SPGG es notorio que para todos los municipios del nivel de bienestar 7 se presenta un consumo mayor al consumo observado en el nivel de bienestar 6 por lo que puede decirse que el nivel de bienestar 7 presenta un patrón de consumo suntuoso.

De la comparación anterior se obtuvo que: existen diferencias significativa en los consumos promedio entre los diferentes municipios del AMM; además, el municipio de San Pedro presenta los mayores niveles de consumo para todos los niveles de bienestar, seguido del municipio de Santa Catarina; el resto de los municipios presentan un consumo que varía entre 5 y 15 metros cúbicos por mes para los niveles de bienestar entre 2 y 5. Para los niveles de bienestar 6 y 7, excepto el municipio de San Pedro, el consumo varía entre 15 y 25 metros cúbicos por mes, además el nivel de bienestar 7 presenta un consumo suntuoso en todos los municipios.

La justificación estadística de la comparación del consumo de agua entre los municipios del AMM para cada nivel de bienestar se puede revisar en el anexo 12.

En la siguiente sección se hace una comparación entre el consumo de agua y el número de habitantes por vivienda.

5.4.3 Relación entre consumo y cantidad de habitantes

Continuando con el análisis del perfil de los usuarios se buscó la relación entre las variables consumo promedio por vivienda y la cantidad de habitantes por vivienda. Aunque era un tanto obvio que un incremento en el número de habitantes se traduciría en un incremento en el consumo de agua, se quiso verificar esta suposición. Los resultados de este análisis se muestran en la figura 59, en el anexo 13 se presentan los detalles de esta comparación.

Figura 59. Resultados de consumo contra cantidad de habitantes.

Año	Correlación	Modelo de regresión entre el consumo promedio y la cantidad promedio de habitantes
2000	-0.12	Significativo, con un decremento en el consumo promedio por cada unidad de incremento en la cantidad promedio de habitantes.
2010	-0.07	Significativo, con un decremento en el consumo promedio por cada unidad de incremento en la cantidad promedio de habitantes.

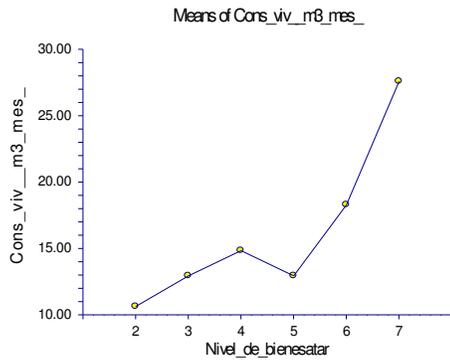
Fuente: Elaboración propia con datos de SADM y de INEGI.

Los resultados obtenidos muestran una relación inversa entre el consumo y la cantidad de habitantes promedio por manzana; es decir, se observó que el consumo de agua disminuye cuando se incrementa el número de habitantes por vivienda, situación contraria a lo esperado.

Para explicar el comportamiento anterior, se comparó la variable consumo con la variable nivel de bienestar. En esta comparación se observa que las familias con mayor nivel de bienestar presentan un consumo significativamente mayor que las familias con menor nivel

de bienestar, como se muestra en la figura 60. En el anexo 14 se presentan los detalles de los resultados estadísticos del análisis.

Figura 60. Resultados del consumo de agua contra el nivel de bienestar.

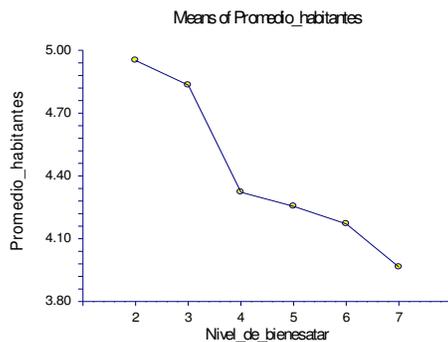


Fuente: Elaboración propia con datos de SADM y de INEGI.

En la figura anterior se observa claramente que los más altos niveles de bienestar (nivel 6 y 7) tienen un consumo significativamente mayor al resto de los niveles de bienestar; también se observa el consumo responsable del nivel de bienestar 5 que ya era evidente en las gráficas presentadas en la sección anterior.

Para contar con más elementos para entender la razón por la cual el consumo disminuye cuando aumenta en número de habitantes en promedio se probó si existe diferencia entre la cantidad promedio de personas por manzana con respecto al nivel de bienestar. Los resultados se muestran en la figura 61

Figura 61. Cantidad de personas promedio en función del nivel de bienestar.



Fuente: Elaboración propia con datos de SADM y de INEGI.

La figura anterior refleja que el número de habitantes promedio por manzana disminuye cuando se incrementa el nivel de bienestar en el anexo 14 se muestra los detalles de esta comparación.

El análisis nos permite explicar la causa de la relación inversa entre las variables consumo y población ya que las viviendas con mayor consumo de agua son aquellas de mayor nivel de bienestar en las cuales las familias son menos numerosas, razón por la cual el modelo de regresión arroja una disminución en el consumo al aumentar el número de habitantes.

El resultado anterior es una evidencia más del problema de inequidad dejando en claro el uso suntuoso del recurso para mantener un estilo de vida no sustentable, ya que apenas el 18% de la población del AMM consume más del 30% de la totalidad del agua destinada para uso doméstico.

5.4.4 Relación entre consumo y nivel escolar

Para disponer de más argumentos para elaborar una propuesta de gestión sustentable en el AMM, se buscó medir el efecto que tiene la educación en los hábitos de consumo del agua.

Para ello, lo que se hizo fue obtener un modelo de regresión entre el consumo promedio de agua y el grado escolar promedio. Los resultados se muestran en la figura 62.

Figura 62. Modelo de regresión entre consumo promedio de agua y escolaridad promedio

Correlación	Modelo de regresión entre las variables consumo y escolaridad.
0.519	Significativo, con un incremento en el consumo promedio por cada unidad de incremento en la escolaridad promedio.

Fuente: Elaboración propia con datos de SADM y de INEGI.

El resultado obtenido a partir del modelo anterior presenta el siguiente problema: debido a que al aumentar la escolaridad también aumenta el ingreso (ver figura 63) y como consecuencia de ello también aumenta el nivel de bienestar entonces, el modelo de la figura 62 resulta significativo arrojando un incremento en el consumo de agua cuando se incrementa el nivel de escolaridad. Este resultado se contrapone a la idea de que la educación fomenta el uso racional de recursos.

Figura 63. Modelo de regresión entre ingreso promedio y escolaridad promedio.

Correlación	Modelo de regresión entre las variables ingreso y escolaridad.
0.876	Significativo, con un incremento en el ingreso promedio por cada unidad de incremento en la escolaridad promedio.

Fuente: Elaboración propia con datos de SADM y de INEGI.

Para resolver el problema que se presenta por la relación de dependencia entre la escolaridad y el ingreso lo que se hizo fue obtener el cociente entre ambas variables, de tal forma que la variable consumo se modeló ahora en función de esta nueva variable. Los resultados de los modelos se muestran en la figura 64.

Figura 64. Modelos de regresión entre las variables consumo y escolaridad/ingreso por municipio.

Municipio	Correlación entre Consumo vs. Escolaridad/Ingreso	Modelo	Pendiente
Apodaca	-0.04	No significativo	Cero
Escobedo	-0.573	Significativo	Negativa

Guadalupe	-0.415	Significativo	Negativa
Monterrey	-0.366	Significativo	Negativa
San Nicolás	-0.319	Significativo	Negativa
San Pedro	-0.523	Significativo	Negativa
Santa Catarina	-0.097	Significativo	Negativa

Fuente: Elaboración propia con datos de SADM y de INEGI.

Como se observa en la figura 64, se estimó un modelo de regresión lineal para mostrar la dependencia lineal entre la variable consumo respecto a la variable escolaridad/ingreso para cada municipio. Los resultados señalan que, excepto en el municipio de Apodaca para el cual el modelo no fue significativo, existe una relación significativa, con pendiente negativa, entre el consumo y la escolaridad/ingreso esto es, la pendiente negativa representa un decremento en el consumo en la medida en que la relación escolaridad/ingreso se incrementa. Lo anterior significa que en la medida en que un usuario tiene un mayor nivel de preparación educativa respecto a su ingreso, consume menos agua, por lo que se puede decir que el consumo disminuye significativamente ante incrementos en la relación escolaridad/ingreso, por lo que personas con baja escolaridad y alto ingreso muestran consumos altos, lo mismo personas con alta escolaridad y muy alto ingreso; sin embargo, personas con alta escolaridad y un ingreso alto pero no excesivo son el grupo que manifiesta un mayor decremento en el consumo . Revisar en el anexo 15 los detalles de la construcción de los modelos de la figura 64. Cabe aclarar que la segmentación con relación al nivel de bienestar no fue significativa, esto se debe a que los niveles de educación están altamente correlacionados con el nivel de bienestar.

El resultado anterior es muy relevante porque, aunado a los resultados obtenidos con relación al incremento en el consumo per cápita, nos permite reforzar la idea de implementar un programa de educación ambiental diferenciado conforme lo sugieren los resultados del perfil obtenido para los consumidores del AMM.

En resumen, del análisis anterior se observa que el consumo de agua se incrementa dependiendo del nivel de bienestar y también dependiendo de la ubicación municipal de la vivienda. Las gráficas que se presentan muestran que las viviendas ubicadas en el municipio de San Pedro, en todos los niveles de bienestar en promedio, presenta los mayores consumos, así como en el nivel de bienestar 2 el municipio de Apodaca tiene el consumo mayor, en el nivel 3 y 4 el municipio de Santa Catarina también tiene de los consumos más altos; por el contrario, se observa que el nivel de bienestar con mayor conciencia para el ahorro es el nivel 5 donde se encuentran los usuarios que no disponen de una cantidad de recursos como para ejercer un consumo suntuoso y presentan un nivel educativo alto.

5.4.5 Relación entre el consumo y la fracción del salario que representa la tarifa

Un elemento de análisis que está relacionado con el concepto de equidad es la proporción del salario de una familia que es destinado al pago del servicio del agua. Como se mencionó en la metodología, la ONU establece que la tarifa podrá significar un incentivo para el ahorro si esta representa entre el 3% y el 5% del ingreso familiar.

Con la información muestral se hizo el análisis de la fracción del salario que representa la tarifa para los usuarios domésticos del AMM y se encontraron los siguientes resultados:

Los datos muestrales se clasificaron por nivel de bienestar porque como lo que se pretende es desincentivar el consumo, la fracción del ingreso que se recomienda destinar para los servicios de agua a las familias de bajo nivel adquisitivo no deberá ser inferior al 3% y para familias de alto poder adquisitivo no deberá ser menor al 5% del ingreso. Los resultados de

la fracción del salario que representa la tarifa para los diferentes niveles de bienestar en el AMM se muestran en la figura 65.

Figura 65. Población para la cual la tarifa representa una fracción menor al 1 y al 2% del ingreso.

Año	Nivel de bienestar	Porcentaje de la población donde la tarifa es menor al 2% del ingreso.	Porcentaje de la población donde la tarifa es menor al 1% del ingreso.
2000	2	85	45
2010	2	40	10
2000	3	85	30
2010	3	65	15
2000	4	90	50
2010	4	85	30
2000	5	95	90
2010	5	95	80
2000	6	95	90
2010	6	95	85
2000	7	90	80
2010	7	95	90

Fuente: elaboración propia con datos de SADM y de INEGI.

En los resultados presentados en la figura anterior se observa que el cambio en la estructura tarifaria que se dio del año 2000 al año 2010 (ver los detalles para la construcción de la figura 65 en el anexo 16) ha afectado a los niveles de bienestar más bajos ya que es en ellos en los que ha aumentado mayormente la proporción de personas para las que el pago del servicio de agua representa una fracción mayor de su ingreso. Dicho de otra manera las personas de bajo nivel de bienestar están presentando una pérdida en su poder adquisitivo que se manifiesta en que su ingreso se ha incrementado en menor proporción al incremento que se ha dado a nivel de la tarifa. Por otra parte, las personas que se encuentran en el nivel de bienestar 7 muestran un efecto inverso que las personas de bajo nivel de bienestar, porque para ellas el pago de la tarifa no sólo no ha representado una proporción mayor de su ingreso, sino que por el contrario aún y con el

incremento en la tarifa para estas personas representa una fracción menor a su ingreso. De ahí que puede decirse que para los niveles de bienestar altos, del nivel 5 hacia arriba, el cambio en la tarifa ha tenido un efecto marginal en la fracción del salario que representa la tarifa de su ingreso. Es importante resaltar que particularmente para el nivel de bienestar 7 los números mostrados en la figura 65 no son comparables con el resto de los niveles de bienestar por las siguientes razones:

1. Los consumos de agua son mucho mayores a los niveles de consumo promedio en el AMM.
2. Los ingresos reales pueden ser mucho mayores a los reportados por INEGI.

Lo anterior es otra evidencia de que el pago por el servicio del agua en el AMM no es equitativo, ya que las familias con menor poder adquisitivo pagan una fracción mayor de su salario aún con consumos de agua bajos y personas con un nivel de bienestar mayor pagan por el agua una fracción mucho menor de su salario con consumos de agua excesivos. En otras palabras, con la evidencia anterior se puede decir que la población de bajos ingresos está subsidiando el servicio de agua a las personas de altos ingresos.

No obstante lo anterior, cabe resaltar que la tarifa es baja en lo general porque aún para el nivel de bienestar 2, el 80% de la población pagan una fracción menor al 3% de su ingreso, y como es de esperarse para los niveles de bienestar más altos el 100% de la población paga una fracción mucho menor al 5% de su ingreso. Lo anterior deja en claro que para los niveles de bienestar altos, la fracción del ingreso que representa el pago del servicio es tan pequeña que los incrementos por consumo establecidos en la tarifa actual no son un incentivo para el ahorro del recurso.

Otro aspecto relevante a considerar es que las personas que consumen los mayores volúmenes de agua, además de que el pago que realizan por el servicio representa una fracción ínfima de su ingreso, se encuentran ubicado en sitios en los que geográficamente es más costoso la producción y el traslado del recurso, siendo éste otro aspecto que hace aún más contundente el problema de inequidad e insustentabilidad del manejo del recurso en el AMM.

5.4.6 Relación entre consumo y tarifa

Como ya se mencionó en el capítulo 2, la teoría económica establece que el precio de productos o servicios es un incentivo suficiente para inducir una disminución en el consumo o uso de un bien o servicio. Para abordar esta idea en el contexto del caso de estudio fue necesario calcular el efecto que tiene sobre el consumo del agua un incremento en el valor de la tarifa. En la figura 66 se presentan los resultados del análisis de la elasticidad de la tarifa, en el anexo 17 se muestran los modelos de regresión para ambos años.

Figura 66. Elasticidades estimadas.

	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7
Año 2010	-0.169	0.084	0.143	0.015	-0.040	0.170
Año 2000	-0.329	-0.143	0.011	-0.381	-0.062	0.161

Fuente: Elaboración propia con datos de SADM.

Para interpretar la figura anterior debemos recordar que un valor negativo para la elasticidad representa una pérdida porcentual en el consumo por cada punto porcentual de incremento en la tarifa. En este sentido, la tarifa en el año 2000 fue más efectiva induciendo el ahorro en los usuarios debido a que 4 de los 7 niveles de bienestar resultaron negativos a

diferencia de la tarifa del 2010 para la que solamente 2 niveles de bienestar resultaron negativos.

Comparando los valores estimados de la elasticidad respecto a los niveles de bienestar podemos observar que el nivel 2 es el más sensible a los incrementos en la tarifa (ya que arroja una elasticidad negativa para ambos esquemas tarifarios). Esto tiene sentido porque son las personas de menor poder adquisitivo, si bien la tarifa del 2000 muestra más efectividad en inducir el ahorro que la tarifa del año 2010 por tratarse de una estructura escalonada.

También puede observarse que para los niveles de bienestar 3 y 5 la tarifa del año 2000 es claramente más efectiva ya que las elasticidades son negativas a diferencia de elasticidades positivas del año 2010. Los niveles de bienestar 4 y 6 para el año 2000, no muestran un claro efecto y el nivel de bienestar 7 muestra claramente no ser sensible a los incrementos en la tarifa independientemente del esquema tarifario.

En resumen, la tarifa escalonada es más efectiva que la tarifa con incrementos progresivos; los niveles de bienestar 2, 3 y 5 pueden ser considerados como elásticos a la tarifa ya que presentan las pendientes negativas más altas. Los niveles de bienestar 4 y 6 pueden ser considerados como parcialmente elásticos dado que se obtiene en ambos una elasticidad negativa aunque muy pequeña en magnitud y el nivel de bienestar 7 se ve claramente inelástico ya que no muestra evidencia de disminuir el consumo con incrementos en la tarifa.

Respecto a la tarifa del año 2010 salvo el nivel de bienestar 2 que es naturalmente más sensible a los incrementos en el valor tarifario, el resto de los niveles de bienestar pueden considerarse como inelásticos por ser positivos, excepto el nivel de bienestar 6 que puede

clasificarse como parcialmente elástico debido a la magnitud de la estimación de la pendiente.

Para remarcar los resultados obtenidos en la figura 66 se llevar a cabo, a manera de ejercicio, la construcción de los modelos econométricos obtenidos para el nivel de bienestar 2 con la tarifa del 2000 con la intención de puntualizar el efecto que la tarifa induce en el consumo y de esta manera tener bases empíricas para llevar a cabo una propuesta tarifaria que apunte a la reducción del consumo a partir de incentivos económicos. Los resultados se muestran en la siguiente figura.

Figura 67. Modelos econométricos para el nivel de bienestar 2 con la tarifa de 2000.

Modelo	Dummy asociada a los consumos dados	Nivel de consumo m ³ /mes	Cambios en:	
			Intercepto	Pendiente
1) $\ln y = 0.9625 + 0.5251 \cdot \ln x$		1-6		
2) $\ln y = 1.544 + 0.2486 \cdot \ln x$	D1	7-15	0.5815	-0.2765
3) $\ln y = 2.324 + 0.1436 \cdot \ln x$	D2	16-20	1.3613	-0.3815
4) $\ln y = 0.9625 + 0.4904 \cdot \ln x$	D3	21-25		-0.0347
5) $\ln y = 0.9625 + 0.4973 \cdot \ln x$	D4	26-30		-0.0278

$y =$ Consumo; $x =$ Tarifa

Fuente: elaboración propia con datos de SADM y de INEGI.

El modelo 1 o modelo base, donde todas las Dummy valen cero, corresponde a un nivel de consumo máximo de 6m³. Este modelo muestra una pendiente positiva, lo cual se interpreta como un incremento en el pago del servicio cuando los metros cúbicos consumidos aumentan; es decir, la tarifa varía en función del consumo, no es un pago fijo por rango de consumo.

Para el modelo 2, donde sólo la variable D1 vale 1 y el resto valen cero, por una parte el incremento en el intercepto se interpreta como el volumen de agua requerido para satisfacer las necesidades básicas (debemos tener presente que este nivel de bienestar es el

que tiene la mayor relación de habitantes por vivienda). Por otra parte, la pendiente (elasticidad) es negativa lo que se lee como un decremento igual al 0.28% del consumo por cada incremento de una unidad porcentual en la tarifa y significa que las personas disminuyen el gasto relacionado con un consumo superior al de subsistencia.

El modelo 3, donde la variable D2 vale 1 y el resto valen cero, se interpreta de manera similar al modelo anterior sólo que aquí el intercepto es mayor. Ello hace pensar que se trata de familias más numerosas y con decremento del 0.38% en el consumo por el incremento de un punto porcentual en la tarifa que, de igual manera, se percibe como un control del consumo para no afectar el gasto familiar.

Los modelos 4 y 5, donde según el caso las variables D3 y D4 valdrán 1 y el resto cero, representan a las familias que tienen los recursos suficientes para alcanzar un consumo de 21 a 30m³ por mes; para ellos la elasticidad es menor que para las personas con consumos menores a 21m³ por mes; esto se puede entender debido a que el incremento en la tarifa por un consumo a esa escala es pequeño, es decir, no es lo suficientemente grande como para detonar de manera más contundente el ahorro del recurso.

Por otra parte, con relación a los niveles de bienestar 3 y 5, los modelos obtenidos muestran un comportamiento similar a los observados en la figura 67 construidos para el nivel de bienestar 2 que se analizó en el párrafo anterior a diferencia de los niveles 4, 6 y 7 donde el decremento en el consumo por efecto del incremento en la tarifa no se ve claramente; por lo que este análisis deja en claro que la estructura tarifaria debe ser escalonada, pero con incrementos tarifarios de mayor magnitud tanto para los niveles de consumo como para los diferentes niveles de bienestar. En la siguiente sección se

presentan los resultados de la propuesta tarifaria elaborada haciendo las consideraciones mencionadas.

5.5 Propuesta de una estructura tarifaria

En este proyecto la tarifa representa, más que una vía para recaudar los costos del servicio de agua y drenaje, un instrumento transversal con carácter de incentivo económico para propiciar el manejo sustentable del recurso. Es claro que, además de la tarifa, tendrán que proponerse otros incentivos, ya sea de tipo económico o de otra índole, que favorezcan un uso racional y como consecuencia sustentable del recurso. Sin embargo, aunque la tarifa no es la estrategia central de este proyecto, se busca llegar a una propuesta tarifaria para resaltar en ella los elementos de carácter social que posteriormente podrán ser tomados en cuenta para el diseño de las estrategias pertinentes para los sectores industrial, comercial y de servicios que no han sido considerados en este estudio.

La propuesta para el diseño de la tarifa consiste en incluir en ella, además de los elementos de tipo financiero y contable que tradicionalmente son considerados (ver en el anexo 2 los componentes que conforman la tarifa que se aplica en el AMM), elementos de contenido social, técnico y ambiental que actualmente no están presentes. Cabe señalar que los componentes que a continuación se describen se obtuvieron como resultado de las propuestas realizadas por los especialistas que participaron en los grupos de discusión, así como de los resultados del análisis del perfil de los usuarios domésticos del AMM que se realizó en el estudio de caso de esta investigación.

Como se comentó, se sugiere considerar para el diseño de la tarifa aquellos elementos sociales que tienen un impacto en el consumo del recurso, esto es debido a que la tarifa

tiene el objetivo no solamente de recuperar los costos de producción, manejo y distribución del recurso entre los usuarios, sino que se busca que actúe como un incentivo para que los usuarios domésticos den un uso racional del recurso que tienda hacia la sustentabilidad.

Las variables que se sugiere que participen en el diseño de la tarifa son:

1. El nivel de bienestar de las familias.
2. La fracción del salario que la tarifa representa del ingreso familiar.
3. La ubicación geográfica de la vivienda.
4. La factibilidad del servicio.
5. El tratamiento de las aguas residuales.
6. El re-uso de las aguas tratadas
7. El mantenimiento ambiental.
8. El programa de educación ambiental.

La propuesta es que la tarifa se conforme, como sucede hasta ahora, de un componente fijo y un componente variable. El componente fijo además de considerar los costos fijos derivados de los gastos administrativos, se propone que incluyan:

- a) el cobro por factibilidad dependiendo de la ubicación de la vivienda, aquí se incluirían por ejemplo los costos de traslado de sitios más distantes que el promedio de los usuarios o de sitios en puntos muy elevados donde el gasto de electricidad para el bombeo incrementa los costos de traslado;
- b) el cobro para el mantenimiento y modernización de la infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales y para el re-uso de las aguas tratadas;
- c) el cobro para el mantenimiento y restauración ambiental en las partes altas de la cuenca y en puntos de recarga; y

d) el cobro para la implementación del programa de educación ambiental.

El componente variable además de estar en función del consumo como lo está actualmente, ha de estar en función del nivel de bienestar y del ingreso a través de la fracción del salario que representa la tarifa. Es muy importante enfatizar que los incrementos en la tarifa sean escalonados, como lo era en el año 2000, y con las variaciones más pronunciadas como lo sugiere el análisis de elasticidad a partir de los niveles de bienestar que mostraron un comportamiento elástico. Los resultados de dicho análisis se describen a continuación.

Para un consumo máximo de $6\text{m}^3/\text{mes}$ el valor de la tarifa respecto al costo variable por metro cúbico será bajo y representará sólo el monto de recuperación de los gastos del personal que toma la lectura, el envío del recibo y los costos administrativos; sin embargo, los costos fijos serán definidos conforme a los criterios de protección ambiental y equidad que ya hemos mencionado.

Para un consumo máximo de $15\text{m}^3/\text{mes}$ el estudio muestra que el nivel de bienestar 2 presenta una elasticidad equivalente a -0.27 y el nivel de bienestar 3 presenta una elasticidad de -0.17 . Para este consumo, que puede considerarse como moderado, los niveles de bienestar 2 y 3 presentan una elasticidad significativa pero conservadora debido a que las familias con bajos recursos son más numerosas, razón por la cual la mayor parte del consumo es para cubrir las necesidades básicas. Por otra parte, el nivel de bienestar 5 presenta una elasticidad de -0.49 , es decir un decremento en el consumo mayor que los niveles 2 y 3; recordemos que este nivel de bienestar es el que muestra la mejor relación entre la disminución en el consumo respecto al nivel educativo.

Para un consumo máximo de $20\text{m}^3/\text{mes}$, dado que este consumo es superior al básico, el nivel de bienestar 2 muestra una elasticidad de -0.38 siendo mayor al decremento

observado en el consumo anterior. Lo anterior es razonable porque podemos decir que este nivel de consumo puede ser considerado como mayor al necesario para satisfacer las necesidades básicas por lo que los niveles de bienestar inferiores son más sensibles. El nivel de bienestar 5 presenta una elasticidad de -0.29, aunque este nivel de bienestar recibe mayores ingresos, sigue mostrando una respuesta favorable ante los incrementos en la tarifa.

Cuando el consumo máximo es de $25\text{m}^3/\text{mes}$ el nivel de bienestar 2 presenta una elasticidad de -0.034 debe señalarse que en este nivel de bienestar la proporción de consumidores que alcanzan este nivel de consumo es pequeña, incluso podríamos sospechar que esa fracción de usuarios podría estar incorrectamente clasificada. El nivel de bienestar 3 presenta una elasticidad significativa de -0.13, se observa que el impacto en este nivel es muy pequeño por lo que se recomienda un cambio mucho más marcado en el precio para que la disminución en el consumo se incremente; además, desde este valor de consumo en adelante el incremento en el valor de la tarifa debe ser sustancialmente mayor a los anteriores, debido a que éste es el máximo consumo recomendado internacionalmente.

Para un consumo máximo de $30\text{m}^3/\text{mes}$ el nivel de bienestar 2 tiene una elasticidad de -0.027 que es aún más baja que el nivel anterior; en este nivel de bienestar solamente el 5% de los habitantes alcanzan consumos de 30 m^3 o mayores. Para el nivel de bienestar 5 la elasticidad es de -0.37, este es el único nivel que reacciona ante este nivel de consumo. Lo anterior se justifica por el nivel educativo del segmento, aunado a que éste nivel de ingreso no es tal que llegue a considerarse como suntuoso. Dado que este nivel de consumo se

observa en los niveles de bienestar más altos se sugiere un incremento sustancial para desincentivar el consumo.

Para el consumo máximo de $35\text{m}^3/\text{mes}$, el nivel 2 no tiene representantes. El nivel de bienestar 3 muestra una elasticidad de -0.13 con una fracción pequeña de usuarios para este consumo. El nivel de bienestar 5 con una elasticidad de -0.37 muestra una buena respuesta hacia el incremento, aunque la respuesta puede mejorar; se sugiere un incremento mucho mayor al actual para limitar su uso, ya que los niveles de bienestar que realizan estos consumos cuentan con una cantidad menor de habitantes por vivienda, por lo que la utilización del recurso puede ser considerada como excesiva.

En este estudio se considera que el consumo es excesivo o suntuoso a partir de $40\text{ m}^3/\text{mes}$ por lo que la variación en el valor de la tarifa deberá ser mayor que en los niveles de consumo anteriores de forma tal que represente para el usuario un gasto importante en el servicio de agua y actúe como un incentivo para el ahorro.

Para un consumo máximo de $45\text{m}^3/\text{mes}$, el nivel de bienestar 5 fue el único que mostró una elasticidad significativa equivalente a -0.37 . Para un consumo máximo de $55\text{ m}^3/\text{mes}$, el nivel de bienestar 3 fue el único que mostró una elasticidad de -0.12 que, aunque es pequeña, aun así se presenta la sospecha de que la fracción de usuarios de dicho nivel de bienestar pueda estar mal clasificada dado su nivel de ingreso y su alto consumo.

Es importante hacer notar que los niveles de bienestar 4, 6 y 7 no son sensibles a ninguna variación en la tarifa, esto podría explicarse mediante la siguiente conjetura: Si agrupamos a los usuarios en dos segmentos conforme a su nivel educativo, los de menor educación son los que se encuentran en los niveles de bienestar 4 o menores y los más educados son los que se encuentran en los niveles de bienestar 5 en adelante. Dada la clasificación anterior,

las familias de nivel de bienestar 4 son las que tienen los mayores ingresos de los menos educados por lo que, dado que el agua es muy barata, los incrementos en la tarifa no son lo suficientemente gravosos como para incentivar el ahorro y su nivel de educación no los convierte en consumidores responsables. Por otra parte, los usuarios del nivel de bienestar 5 hacia arriba son los más educados y los de mayores ingresos; sin embargo, los del nivel 5 no reciben ingresos a niveles suntuosos, lo que sí sucede con los niveles de bienestar 6 y 7 quienes aunque su nivel educativo es de alto a muy alto no manifiestan ningún tipo de consciencia para el cuidado del recurso.

De lo anterior se deduce que el éxito de la estrategia para conseguir un consumo responsable y un uso sustentable del recurso necesitará de una mezcla ideal de esfuerzos entre un programa de educación ambiental y un esquema tarifario ajustado al poder adquisitivo de los usuarios.

Actualmente, una fracción del componente variable de la tarifa se destina a solventar los costos del traslado de las aguas residuales a las plantas de tratamiento (costos por drenaje sanitario). En esta propuesta tarifaria se sugiere que, además de lo ya mencionado, el costo variable incluya el costo de los insumos para el tratamiento de las aguas de desecho.

Como es de esperarse la propuesta anterior va a incrementar los costos del servicio del recurso para los usuarios de los niveles de mayor nivel de bienestar, debido a que son ellos los que utilizan excesivos volúmenes de agua; sin embargo, para el grueso de la población del AMM que tienen consumos moderados, esta propuesta no incrementaría mucho el valor actual. Hay que recordar que el valor de la tarifa en lo general es inferior a los valores recomendados por organismos internacionales; además, si se hacen los ajustes necesarios en la tarifa para que sea realmente equitativa de manera natural, se inducirá una

recaudación sustancialmente mayor a la actual sin afectar a los niveles de menores recursos, siendo un pago justo por el uso del recurso. Bajo el nuevo esquema, la tarifa representaría el costo de un manejo integral, equitativo y sustentable del servicio de agua para los usuarios domésticos del AMM.

5.6 Análisis a partir de los escenarios

Como ya se mencionó en la metodología, en esta sección se muestran los valores estimados del consumo aproximado por sector proyectado a los años 2015 y 2020, tanto para el escenario 1 en el que se consideraron las condiciones actuales de gestión, como para el escenario 2 en el que se aplicaron las propuestas de gestión sustentable que resultaron de esta investigación.

El alcance de esta investigación es el análisis del impacto del componente social en la gestión del recurso, y aunque se hizo un análisis somero de la disponibilidad y las condiciones actuales del recurso en la cuenca que abastece de agua al AMM, solamente se harán las proyecciones del consumo para los sectores urbanos, mismas que se estimaron independientemente de la disponibilidad del agua; es decir, no se estimaron las proyecciones de disponibilidad del agua para los años 2015 y 2020.

Dada la complejidad para la realización de las proyecciones de disponibilidad del agua en la cuenca, la estimación de dicha variable es tema de otra investigación. Debe tenerse presente que el cálculo de tal valor aunado a las estimaciones del consumo para todos los sectores incluyendo el agrícola, serían la base para construir una función de costos que diera evidencia, desde los ámbitos financiero y contable, de la conveniencia económica de la gestión sustentable del recurso en el AMM.

La presente investigación es un primer paso que puede sentar bases para dar continuidad al análisis global de la gestión sustentable del agua en el AMM. A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de los escenarios propuestos, los que se espera detonen una reflexión para el resto de los sectores involucrados en la gestión del agua en el AMM.

En la siguiente figura se describen los componentes que fueron considerados para estimar los valores del consumo bajo el escenario 2.

Figura 68. Acciones para la reducción en el consumo.

Propuestas para la gestión sustentable:	Áreas de impacto de la propuesta de gestión sustentable.
Programa de educación ambiental + aplicación de la propuesta tarifaria.	Consumo: domiciliario.
Re-uso.	Consumo: industrial; comercial; relacionado con servicios públicos y domiciliario.
Uso del agua de lluvia.	Consumo: relacionado con servicios públicos y domiciliario.

Fuente: Elaboración propia.

Se debe tener presente que la realización de los escenarios requerirá de las siguientes consideraciones: 1) que los valores del consumo pronosticados en función de los elementos observados en el estudio de caso y dado el contexto actual puedan ser razonablemente alcanzados y, 2) que la estrategia a través del uso de incentivos resulte viable para que dicha proyección suceda.

Para el cálculo del consumo domiciliario se tomó como base de la estimación el valor de la mediana del consumo per-cápita en el año 2000; hay que recordar que el año 2010 tuvo un incremento en el consumo per cápita para todos los municipios y todos los niveles de bienestar, razón por la cual se tomó como valor de referencia para la estimación de los escenarios el consumo en el año 2000 (en la figura 70 se muestran los resultados de la estimación). Se pensó que esta condición puede ser alcanzada sin muchas dificultades,

debido a que es un nivel de consumo que ya sucedió en el pasado. Ahora bien, para que esta disminución suceda se sugiere establecer un cambio en la tarifa siguiendo las recomendaciones que se definieron en la propuesta tarifaria, así como también se sugiere desarrollar un programa de educación ambiental integral.

Respecto al consumo industrial, se propone una reducción en el consumo a partir del incremento en el re-uso. En este caso, el volumen máximo de agua de la fuente que podrá ser reemplazada por agua residual corresponde al máximo volumen de agua residual no utilizada que actualmente equivale a poco más de 1,000L/s (el valor del consumo estimado a partir del criterio anterior se muestra en la figura 70). En este sentido, conviene hacer algunas puntualizaciones, el volumen de agua tratada que es distribuida por SADM actualmente es menor a los 1,000L/s, de modo que un incremento del 100% el volumen de agua de re-uso representaría un ahorro sustancial para el sector industrial. Sin embargo, cabe señalar que este volumen podría ser mayor salvo por la existencia de un convenio con el estado de Tamaulipas que obliga al estado de Nuevo León a entregar 6,000L/s de agua tratada para compensar el uso del agua de la presa el Cuchillo independientemente de que el agua de la presa sea utilizada o no (ver convenio en el anexo 1).

Es importante mencionar que si se hiciera un esfuerzo por incrementar el uso de agua residual tratada no solamente a nivel industrial sino también al resto de los sectores, el convenio con Tamaulipas resultará en un impedimento, debido a que si el AMM desea reutilizar la mayor parte de su propia agua de desecho dicho convenio lo impediría, por lo que se ve la necesidad inminente de atender esta limitación desde el ámbito legislativo.

Con relación al consumo comercial y de servicios públicos se observa que del 2000 al 2010 hubo una reducción en el consumo, tal y como se muestra en la siguiente figura:

Figura 69. Cambio en el consumo de agua para los sectores comercial y servicios públicos del año 2000 al año 2010.

Municipio	Consumo comercial prom/unidad			Consumo público prom/unidad		
	2000	2010	Cambio %	2000	2010	Cambio %
Monterrey	541.31	380.95	-0.30	3924.43	2923.99	-0.25
Guadalupe	433.10	340.87	-0.21	2220.73	1862.78	-0.16
Santa Catarina	608.34	514.12	-0.15	2657.24	1769.67	-0.33
San Pedro	1037.14	868.03	-0.16	2090.87	1784.12	-0.15
San Nicolás	506.15	346.33	-0.32	2641.05	2233.22	-0.15
Apodaca	269.67	290.53	0.08	2456.01	2025.24	-0.18
Escobedo	342.44	344.49	0.01	2387.24	2218.41	-0.07

Fuente: elaboración propia a partir de datos de SADM.

Como se observa en la figura anterior el consumo comercial disminuyó en todos los municipios excepto en los municipios de Apodaca y Escobedo. La disminución puede explicarse debido a que en este periodo a nivel comercial se han hecho esfuerzos por reemplazar los sanitarios anteriores por ahorradores, así como la instalación en lavabos de sifones automáticos que desperdician menos agua.

Es notorio que en esta estrategia los municipios de San Nicolás y Monterrey son los más destacados y los municipios de Apodaca y Escobedo son los menos comprometidos con este esfuerzo, por lo que esto muestra un área de oportunidad a nivel de la reglamentación en el ámbito comercial que obligue a los diferentes comercios a hacer las adecuaciones necesarias.

Con relación al sector servicios públicos, se observa más uniformidad en el decremento en el consumo salvo los municipios de Santa Catarina y Monterrey con un ahorro mayor y el municipio de Escobedo que es el más rezagado con el ahorro más pequeño. Sin embargo, para este sector, debido a que existen edificios como escuelas y algunas otras dependencias de gobierno sin medidor y para aquellos que, aunque sí se encuentran registrados en el

padrón de usuarios, la tarifa es muy baja por estar subsidiada, no se establecen las condiciones para el ahorro, por lo que representa un reto para el Gobierno del Estado realizar las modificaciones en la infraestructura y un ajuste en la tarifa.

Por otra parte, para obtener el pronóstico del consumo para los años 2015 y 2020 para ambos sectores se propone una disminución equivalente a la mediana del decremento que se efectuó en la década pasada para cada sector, pero ahora inducida por el uso de agua tratada o el uso del agua de lluvia recuperada. Los resultados del pronóstico para estos dos sectores también se observan en la figura 70.

Figura 70. Proyecciones de consumo en m³ para los años 2015 y 2020.

		Escenario 1	Escenario 2	
Año	Población	Consumo Doméstico total	Consumo Doméstico total	Ahorro
2015	3,755,272	210,990,010	153,740,836	57,249,174
2020	3,889,927	222,890,410	159,253,611	63,636,799
Unidades económicas Industriales		Consumo Industrial total*	Consumo Industrial total	Ahorro
2015	14,820	86,636,349	60,645,444	25,990,904
2020	16,462	96,238,928	67,367,249	28,871,678
Unidades económicas Comerciales y de Servicios		Consumo Comercial y de Servicios*	Consumo Comercial y de Servicios	Ahorro
2015	118,455	87,477,657	74,356,008	13,121,648
2020	130,756	97,219,698	82,636,743	14,582,954

Fuente: Elaboración propia con datos de SADM e INEGI.

*Los valores de consumo total para los sectores industrial, comercial y de servicios fueron calculados a partir de los consumos registrados por SADM más los valores del volumen concesionado por CONAGUA.

Sin embargo, para que el ahorro que se muestra en la figura anterior fuera factible primeramente tendría que evaluarse la capacidad de la infraestructura para el traslado de agua residual; la existencia de la normatividad y reglamentación; la aceptación del re-uso desde el enfoque cultural y; adicionalmente, la disponibilidad de un volumen de agua

tratada suficiente para abastecer tal demanda. Además la infraestructura y normatividad para el uso del agua de lluvia; la aceptación por parte de los usuarios del nuevo esquema tarifario y la aceptación y participación activa de los mismos en el programa de educación ambiental.

Por otra parte, respecto a la disponibilidad del recuso en la cuenca, dado que no se va a hacer la estimación del volumen disponible, se considera que al menos sí se podrían hacer algunas recomendaciones (que también fueron parte de los resultados de los grupos de discusión) que apunten a la conservación del agua en la cuenca.

El punto más importante, y que de hecho es el de mayor impacto en la propuesta de gestión sustentable del agua desde el punto de vista de la disponibilidad, es la fracción de agua no contabilizada porque representa el 30% de la dotación total de agua al AMM.

Con agua no contabilizada nos referimos a la diferencia entre la dotación total de agua y la cantidad de agua facturada, la eficiencia física se refiere al cociente del volumen de agua facturada entre el volumen total de la dotación del agua. El agua no contabilizada se origina por: fugas en la red de distribución; fugas en el interior de los domicilios; extracciones clandestinas y dotaciones extraordinarias (ver fotos en los anexos). Para dimensionar el problema que representa dicha pérdida, el volumen de agua no contabilizada en el año 2012 fue igual al volumen total de agua utilizada en los sectores comercial e industrial en el AMM el 2010. Lo preocupante respecto a este problema es que aunque el organismo operador se encuentra de manera continua aumentando la sectorización y mejorando sus sistemas de macro y micro medición la eficiencia física va disminuyendo; es decir, el porcentaje de agua no contabilizada va la alza (ver detalles en el anexo 18).

Debe reconocerse que alcanzar una eficiencia física del 100% no ha sido posible en términos prácticos; sin embargo, conviene hacer una comparación de la eficiencia física del organismo operador con respecto a los organismos operadores más eficientes del país y organismos operadores eficientes en Estados Unidos. En la figura 71 se muestran los valores de eficiencia física de los organismos operadores seleccionados.

Figura 71. Eficiencia física de algunos organismos operadores nacionales y de los Estados Unidos.

País	Organismo Operador	Eficiencia
EUA	41%*	83.66%
	47%*	75.76%
	9%*	70.08%
México	CESPTE	83.70%
	CESPT	81.30%
	CESPM	83.30%
	OOMAPAS SLRC	83.50%
	SADM	70.00%

Fuente: elaboración propia a partir de Pineda y Briseño (2007) y EPA (2010).

* El porcentaje representa la fracción de un total de 34 organismos operadores analizados.

CESPTE: Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tecate, Baja California

CESPT: Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, Baja California

CESPM: Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali, Baja California

OOMAPAS SLRC: Organismo Operador Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de San Luis Río Colorado, Sonora

En la figura anterior se puede observar que SADM comparado con los organismos operadores de los EU se equiparable con el segmento correspondiente al 9% de los organismos operadores que muestran las eficiencias físicas más bajas, es importante mencionar que 88% de los organismos operadores estudiados presentan una eficiencia física mayor que SADM. Sin embargo, también es muy interesante resaltar que organismos operadores de Baja California y en Sonora alcanzan los estándares de eficiencia de los organismos operadores más eficientes en los Estados Unidos. Visto desde esta perspectiva y dado que SADM es en general de los organismos operadores más eficientes del país se podría esperar que fuera capaz de conseguir una eficiencia física cercana al 85%.

Como puede observarse la aplicación de recursos para aumentar la eficiencia física es de gran impacto en la gestión sustentable del agua en el AMM debido al volumen de agua que puede ser recuperado, por lo que es sustancial hacer mayores esfuerzos para aumentar la eficiencia física a través de destinar mayor cantidad de recursos para la modernización de la red de distribución, así como para definir incentivos dirigidos a los usuarios para que lleven a cabo acciones de mantenimiento al interior de los domicilios; además, de atender el problema político que representan los asentamientos irregulares los cuales son una fuente importante de producción de agua no contabilizada (ver fotos en el anexo 19).

Adicionalmente, si el esfuerzo anterior se amalgama con acciones tales como la protección de las zonas de recarga de acuíferos; reforestación de las partes altas de la cuenca y una rigurosa reglamentación encaminada al respeto del uso de suelo, en el mediano plazo redundará en un incremento de la recarga de agua en la cuenca.

En la sección de conclusiones se resumen los hallazgos y propuestas que derivaron del análisis de los resultados del presente estudio así como las áreas de oportunidad desde el ámbito de las políticas públicas para que las propuestas puedan llegar a ser una realidad.

Capítulo 6. Análisis de los resultados

En el presente trabajo se llevó a cabo la evaluación del impacto que el componente social ejerce en la gestión sustentable del agua en el AMM. Esta investigación se conformó de las siguientes etapas: el análisis diagnóstico del área de estudio, el análisis de las aportaciones de los grupos de discusión y el análisis del consumo de los usuarios domésticos del AMM. Finalmente, los resultados se conjuntaron para establecer dos escenarios, el conservador en el que se proyectaron las condiciones actuales y el sustentable en el cual se estimaron los resultados de la aplicación de las propuestas de gestión que emanaron de las tres etapas de esta investigación. A continuación se describen las conclusiones obtenidas.

En resumen, los especialistas académicos señalaron que: La crisis del agua se atiende mediante soluciones no permanentes, de corto y mediano plazos, por lo que la gestión en el AMM no puede ser considerada como sustentable. Los problemas no son atendidos de modo que se resuelven los conflictos de fondo; un ejemplo de ello son los proyectos actuales para resolver la crisis del agua que actualmente atraviesa el AMM, los cuales obedecen a intereses económicos y políticos que privilegian el objetivo de abastecer de agua a la ciudad, sin reparar en los problemas ambientales y sociales que derivan de dichos proyectos.

También mencionaron que para ejecutar una gestión sustentable deberá resolverse lo siguiente: el conflicto con Tamaulipas por el uso del agua del río Bravo; el control del agua no contabilizada; el crecimiento excesivo y desorganizado de la ciudad; dar valor al recurso desde el ámbito cultural; aprovechar el alto potencial de re-uso del sector industrial;

aprovechar el agua de lluvia e impedir la construcción de desarrollos en cauces de ríos, arroyos y cañadas respetando los altos de riesgo. Los invitados hicieron mucho énfasis en que parte de la solución a los problemas radica en crear y promover una cultura de responsabilidad social basada en la honestidad y en el conocimiento verídico y oportuno de la problemática y sus posibles soluciones.

Por su parte, los especialistas técnicos llegaron a la conclusión de que la gestión del recurso es sustentable desde el punto de vista hidráulico y financiero; sin embargo, existen áreas de oportunidad en los temas del uso y distribución del agua potable, ya que ésta sólo debe utilizarse para uso humano. Por otra parte, se mencionó que deben incrementarse la distribución y el uso del agua tratada ya que de este modo disminuiría el uso de agua potable en procesos industriales. Adicionalmente, se resaltó la necesidad del aumento en la eficiencia física; del control del consumo industrial mediante la instalación de macro y micro medidores; del cambio cultural en los usuarios dirigido hacia: el ahorro, el uso de aguas tratadas, el uso de agua de lluvia, el manejo de desechos sólidos y grasas a nivel domiciliar; del manejo de incentivos económicos para disminuir el consumo y para distribuir entre los usuarios la responsabilidad del mejoramiento y optimización de la red de abasto y la conservación de la fuente; así como también de la importancia del respeto a las normas a nivel municipal y el establecimiento y aplicación de multas para quienes no cumplan las leyes, pero sin corrupción.

Finalmente, los tomadores de decisiones concluyeron que la gestión es sustentable desde el punto de vista del suministro porque se dota prácticamente al 100% de la población de agua potable, y casi al 100% con servicio de drenaje. Aunque también se mencionó que una

de las áreas de oportunidad más importantes es incrementar la eficiencia física que actualmente es del 30%.

En contraste, el mismo grupo mencionó que la gestión no es sustentable debido a que el deterioro de las condiciones ambientales actuales en la cuenca disminuye la disponibilidad del agua y de otros recursos, así como tampoco es sustentable el diseño de la ciudad, se priorizan intereses de tipo político y económico antes que la sustentabilidad, por lo que propusieron la participación ciudadana con influencia en la toma de decisiones fundamentada en información verídica y oportuna sobre los problemas ambientales y su repercusión en la calidad de vida de los ciudadanos. Es importante que el tema de la sustentabilidad se vuelva rentable políticamente, para que el congreso atienda la necesidad de invertir más recursos en la conservación ambiental estableciendo un mercado permanente para la conservación.

Además de las aportaciones de los especialistas que se tradujeron en propuestas concretas a favor de una gestión sustentable del agua en el AMM, se elaboró el perfil de los usuarios domésticos con la finalidad de proponer un instrumento que influya a favor de la disminución en el consumo del agua de este sector. Los resultados del perfil de los usuarios domésticos del agua en el AMM son los siguientes:

Las familias de menores ingresos (niveles de bienestar 2, 3 y 4), a pesar de que son más numerosas, consumen menor cantidad de agua en comparación con las familias de mayores ingresos (nivel de bienestar 5, 6 y 7).

Se encontró también que existe una relación significativa entre el ingreso, el nivel educativo y el consumo del agua de las familias que conforman el AMM. Los niveles de bienestar de menores ingresos son los que muestran en promedio una preparación

educativa inferior. Los niveles 2 y 3, en su mayoría, efectúan un consumo de bajo a moderado, mismo que podría considerarse como el suficiente para cubrir las necesidades básicas. Sin embargo, el nivel de bienestar 4 realiza un consumo mayor al correspondiente para cubrir las necesidades básicas. Lo anterior se explica porque éste es el nivel con los mayores ingresos, dentro del grupo de ingresos bajos, pero con un nivel educativo bajo lo que se traduce en poca responsabilidad en el consumo y un ingreso suficiente para pagar un consumo mayor al necesario, que incluso podría llegar a ser excesivo.

Por otra parte, los niveles de bienestar de mayores ingresos son los que tienen en promedio mayor preparación educativa. De este grupo, los niveles de bienestar 6 y 7 realizan un consumo excesivo del agua llegando a un nivel de consumo suntuoso, mientras que el nivel de bienestar 5, aún y cuando forma parte del grupo de mayores ingresos, efectúa un consumo de moderado a bajo. Lo anterior se puede explicar debido a que las familias del nivel de bienestar 5 son personas con un alto nivel educativo y sus ingresos no son tan altos que puedan ser considerados como suntuosos a diferencia de los niveles de bienestar 6 y 7, que aunque tienen un alto nivel educativo su ingreso es tal que induce un consumo extremo.

Con relación a los esfuerzos que realiza el organismo operador para influir en la disminución del consumo del agua se evaluó el efecto de la estructura tarifaria en el consumo. Cabe señalar que la tarifa en el año 2000 presentaba incrementos escalonados; mientras que, la tarifa del año 2010 se basaba en incrementos progresivos en función del consumo.

En primera instancia, se midió si el valor de la tarifa representaba un incentivo para el ahorro. Para ello se calculó la variable fracción del ingreso que representa la tarifa. A partir

de dicha variable se encontró que aún para los niveles de bienestar más bajos el valor de la tarifa en promedio constituye una fracción menor a la recomendada por la ONU. La recomendación señala que la tarifa debe representar al menos el 3% del ingreso familiar para familias de bajos ingresos y de al menos el 5% del ingreso para familias de ingresos altos. Los resultados muestran que el 80% de las familias de bajos ingresos pagan una tarifa que representa menos del 2% de su ingreso y que el 100% de las familias de altos ingresos pagan una tarifa mucho menor al 5% de su ingreso. Lo anterior muestra que el valor de la tarifa no significa un incentivo para el ahorro del recurso.

Por otra parte, a través del cálculo de la elasticidad de la tarifa se midió el efecto que tiene la estructura tarifaria en la disminución en el consumo; para ello se comparó la tarifa de 2000 que manejaba incrementos escalonados, contra la del 2010 que presentaba incrementos progresivos. Los resultados de este análisis señalan que la tarifa escalonada sí presenta decrementos significativos en el consumo para ciertos incrementos en su valor, a diferencia de la tarifa con incrementos progresivos para la cual no se muestra una respuesta significativa hacia el ahorro.

Es interesante observar en este análisis, que los niveles de bienestar más sensibles al valor tarifario son los niveles de bienestar más bajos (2 y 3); esto tiene sentido porque son las personas de menores ingresos lo que las hace más susceptibles a los incrementos en el pago del servicio. No obstante lo anterior, el nivel de bienestar 5, aún y cuando su nivel de ingreso es mayor, es el grupo que muestra la mayor respuesta a los cambios en la tarifa. Este hallazgo es consistente con los resultados obtenidos en el perfil del usuario, ya que estas familias poseen un alto nivel educativo y no tienen un ingreso suntuoso.

Adicionalmente, se encontró que el nivel de bienestar 4, aún y cuando forma parte del grupo de usuarios con menores ingresos no tiene una respuesta favorable al cambio en la tarifa, lo que puede explicarse por la relación entre la educación y el ingreso de este segmento; además, los niveles de bienestar 6 y 7 tampoco reaccionan ante las variaciones en el valor del servicio, toda vez que estos dos últimos niveles de bienestar corresponden a las familias que perciben los ingresos más altos; son ellos para quienes la tarifa representa una insignificante fracción de su ingreso.

Dados los resultados anteriores y partiendo de que en este estudio se pretende elaborar una propuesta de gestión sustentable del recurso que pueda apoyarse en el uso de incentivos económicos para conseguir dicho objetivo, a continuación se presentan los componentes de una propuesta tarifaria.

En primera instancia se sugiere que la estructura sea escalonada y que se consideren en su diseño los elementos sociales que inducen un impacto en el consumo del agua; esto debido a que la tarifa tiene el objetivo no solamente de recuperar los costos de producción, manejo y distribución del recurso entre los usuarios, sino que se busca que actúe como un incentivo para que los usuarios domésticos den un uso racional al recurso que apunte hacia la sustentabilidad.

El componente fijo deberá considerar, además de los costos derivados de los gastos administrativos:

- a) un cobro por factibilidad dependiendo de la ubicación de la vivienda, así como
- b) la fracción correspondiente para el mantenimiento y modernización de la infraestructura,
- c) una fracción para el tratamiento del agua residual y para el re-uso del agua tratada,

- d) un cobro para el mantenimiento y restauración ambiental y,
- e) un cobro para la implementación del programa de educación ambiental.

Se propone también que, los cambios en el componente variable estén en función del incremento por consumo, incluyendo la proporción correspondiente a los costos variables de distribución y al nivel de bienestar e ingreso de la familia, a través de la fracción del salario que representa la tarifa.

La variación en función del consumo se sugiere que se aplique de la siguiente manera:

1. Para un consumo máximo de 6m^3 , sólo el valor de la recuperación de los costos de distribución.
2. Para 15m^3 , un incremento moderado en función de la fracción que representa la tarifa del ingreso para cada nivel de bienestar.
3. Para 20m^3 , un incremento ligeramente mayor al anterior también en función de la fracción que representa la tarifa del ingreso para cada nivel de bienestar.
4. Para 25m^3 , un incremento mayor calculado en función de la fracción del ingreso que representa la tarifa para los niveles de bienestar más altos.
5. A partir de 30m^3 o más, se proponen incrementos mayores en la tarifa y siendo cada vez más pronunciados en función del nivel de bienestar y la fracción del ingreso que representa la tarifa.

Por otro lado, el Organismo Operador realiza esfuerzos importantes dirigidos a crear conciencia en los usuarios mediante el programa cultura del agua. Los resultados de este estudio señalan que aunque existe una aparente disminución en el consumo de agua por vivienda, la realidad es que el consumo per-cápita ha aumentado progresivamente. Es interesante observar que los municipios que presentan la mayor expansión habitacional, a

pesar de su crecimiento poblacional, muestran el mayor incremento en el consumo. También es notorio que el municipio de San Pedro, dado que tiene la mayor fracción de la población con niveles de bienestar 6 y 7 es el municipio que presenta un crecimiento en el consumo exacerbado.

Por lo anterior, otra propuesta emanada de los hallazgos de esta investigación es el diseño de un programa de educación ambiental diferenciado; es decir, que distinga entre las necesidades particulares detectadas a partir del estudio del caso, a efecto de establecer programas específicos con actividades diseñadas de manera particular en función del sector al que esté dirigido, teniendo en común el énfasis en la situación de la realidad del recurso y el incremento de la concientización de la relación entre las personas y el medio ambiente.

En síntesis, la implementación de la tarifa propuesta, aunada a un programa de educación ambiental que trascienda a la vida de las personas podría llegar a dar resultados más claros en la disminución en el consumo del agua. No se debe perder de vista que uno de los componentes claves para conseguir un balance hídrico positivo en la cuenca es la variable extracciones por bombeo, directamente vinculada al consumo urbano.

Otro aspecto que en este estudio es sustancial, dada la magnitud del volumen de agua que representa, se refiere a la variable agua no contabilizada. Como ya se mencionó en el capítulo de resultados, no es viable llegar a una eficiencia física del 100%; sin embargo, sí resultaría posible incrementar la eficiencia entre el 10 al 15%, lo que representa con los valores del año 2010 una recuperación aproximada de 50 millones de m³ anuales. Para contribuir a dicha recuperación del volumen no contabilizado, deben establecerse acciones tales como:

- a) resolver de manera tajante los problemas de asentamientos irregulares;
- b) renovar los micro-medidores, debido a que los más antiguos por acumulación de sarro o simplemente por ser equipos obsoletos, no son capaces de medir flujos muy pequeños ocasionados por fugas al interior del domicilio;
- c) detectar tomas clandestinas mediante la identificación de las variaciones en la presión de las tuberías,
- d) actualizar el padrón de servicios públicos urbanos para detectar dotaciones a edificios públicos como escuelas que no cuentan con micro-medidores; y
- e) llevar a cabo, por parte del organismo operador, un balance del agua con protocolo, tal como lo sugiere la *Environmental Protection Agency* (2012).

Finalmente el análisis diagnóstico mostró que, desde el enfoque ambiental, la gestión del agua en el AMM no es sustentable. De las variables hidrológicas que tiene mayor impacto en la condición actual de la cuenca se puede mencionar al coeficiente de escurrimiento debido a que es vulnerable ante modificaciones tales como el incremento en las superficies: agrícola de riego y temporal; pastizal cultivado y asentamientos humanos. Si a lo anterior se suma la pérdida de la cubierta vegetal, la consecuencia es la disminución de la permeabilidad del suelo con un aumento en el índice de escurrimiento. Colateralmente al problema del decremento en la absorción del agua de lluvia hacia el subsuelo, se debe mencionar el problema ocasionado por el arrastre de materiales debido al flujo que se conforma en época de lluvias torrenciales que, bajo esas circunstancias, se convierte en una fuerza devastadora arrastrando a su paso todo tipo de estructuras presentes, ya sean de origen natural o humano. Aunque éste no es tema de la presente investigación, dada la coyuntura conviene hacer notar la relevancia de realizar un estudio económico de las

implicaciones de la urbanización de las zonas de alto riesgo en el Área Metropolitana de Monterrey.

Con relación a la disponibilidad del agua subterránea, a partir del análisis diagnóstico se encontró que de los seis acuíferos de los que se abastece el AMM: el Campo Buenos Aires, el Área Metropolitana de Monterrey, el Durazno y el Campo Mina se encuentran sobre explotados. Adicionalmente, el agua superficial también muestra condiciones de sobre explotación, principalmente la subcuenca del río Pilón con un grado de presión del 100%. Aunque las subcuencas Pesquería y Área Metropolitana de Monterrey tienen un grado de presión equivalente a 40 y 46%, respectivamente, a decir de la Organización de las Naciones Unidas, tales valores son considerados como una fuerte presión sobre el recurso lo que representa una condición limitativa para el desarrollo. Además, tanto los acuíferos que abastecen de agua al AMM como los ríos Pesquería, Pilón y La Silla presentan problemas de contaminación que se manifiestan a través de niveles mayores a los permitidos por la normatividad vigente en conductividad eléctrica, fenoles, nitratos, dureza total, coliformes totales, coliformes fecales, cloruros, sólidos disueltos totales sulfatos y alcalinidad total (CONAGUA, 2010).

Con el propósito de materializar las propuestas de gestión sustentable, se llevó a cabo la construcción de dos escenarios que se proyectaron a los años 2015 y 2020, a través de los cuales se pudieron comparar los efectos de la propuesta de gestión sustentable en cuanto al volumen de agua consumido, en contraste con la proyección del consumo asumiendo que la gestión del agua en el AMM permanezca sin cambios.

Al respecto, se obtuvo que en el año 2015, para el consumo doméstico el escenario sustentable alcanzaría un ahorro de 57 millones de m³ anuales aproximadamente respecto

al escenario en el que las condiciones permanecieran sin cambio. Para el año 2020, se estimó que el ahorro domiciliario representaría un volumen aproximado de 63 millones de m³ anuales. Con relación al sector industrial, los ahorros serían de 26 millones de m³ y de 29 millones de m³ para los años 2015 y 2020, respectivamente. Finalmente, para los sectores, comercial y servicios públicos se estimó un ahorro aproximado de 13 y 15 millones de m³ anuales para ambos periodos, respectivamente.

No obstante, dado que en lo individual los valores de ahorro antes señalados para cada sector pudieran no ser tan contundentes es conveniente hacer notar el efecto que las propuestas para el ahorro del consumo podrían tener en el consumo total. Para el año 2015, el ahorro total se estima que podría ser de aproximadamente 96 millones de m³ anuales y para el 2020 el ahorro ascendería aproximadamente a 107 millones de m³ anuales.

Si a los volúmenes anteriores añadimos el volumen recuperado por el incremento en la eficiencia física que representa el 15% de la dotación total, conforme a la dotación del 2010, sería igual a 45 millones de m³. Ahora bien, si suponemos que el consumo disminuyera en la proporción que se plantea en el escenario sustentable, entonces dicho volumen recuperado sería suficiente para abastecer de agua al incremento en la población hasta el año 2020, es decir, si las condiciones se dieran bajo las propuestas realizadas la dotación de agua que se suministró al AMM en el año 2010 sería suficiente para satisfacer a la totalidad de la población en el año 2020, incluyendo a todos los sectores urbanos.

Es un hecho que para que pueda llegar a ser viable la propuesta de gestión sustentable que se propone en esta investigación deben alinearse intereses, políticos, económicos y sociales. Y además de todo lo ya mencionado, deberá haber un cambio en la percepción

respecto al valor del agua y la importancia de conservarla y considerarla como un componente del ecosistema y no verla sólo como un flujo que es transportado desde una fuente inagotable. Es necesario además actuar con ética y responsabilidad moral dejando de lado intereses individuales, ambiciosos y egoístas de quienes tienen fuerte influencia en el proceso de gestión del recurso.

También como ya se mencionó, será necesario hacer las adaptaciones en el ámbito de las políticas públicas de modo que las propuestas realizadas por los especialistas invitados a los grupos de discusión puedan llegar a materializarse.

La presente propuesta en estos momentos, cuando los proyectos Monterrey 5 y Monterrey 6 ya son un hecho, pudiera verse como obsoleta; sin embargo, de no atender a estas recomendaciones, bajo las condiciones de gestión actuales, el volumen de agua asignado al AMM aun agregando el volumen de agua que será extraído del río Panuco eventualmente volverá a ser insuficiente, por lo que es necesario establecer un compromiso social para la recuperación de la cuenca.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos de la presente investigación se puede concluir que la gestión que se practica en el área metropolitana de Monterrey (AMM) no es sustentable.

Partiendo del balance hídrico es claro que ha disminuido la disponibilidad del agua en la cuenca ya que la entrada de agua al sistema está menguando debido al decremento de la capacidad de absorción ocasionado por el deterioro ambiental. Por otra parte, el volumen de salida se ha incrementado en una proporción mayor a la demanda real.

El crecimiento de la ciudad y el desarrollo económico, de manera natural, implican un aumento en el consumo del recurso; sin embargo, observamos que la dotación actual de agua al AMM excede a las necesidades reales del gasto de la población debido a que el consumo per-cápita refleja un incremento del 38% en un periodo de diez años, que aunado a lo anterior, el volumen de agua no contabilizada no ha disminuido sino por el contrario se observa una tendencia a la alza.

De los resultados anteriores se puede concluir que la insustentabilidad de la gestión es debida a que:

- a) La gestión actual no establece claros incentivos para inducir el ahorro, lo cual era una de las hipótesis de trabajo del presente estudio. El precio del agua es muy barato para todos los niveles de bienestar, incluso para los niveles más bajos. Los resultados muestran que para una fracción mayor al 40% de este segmento el pago por el servicio representa menos del 2% de su ingreso. Recordemos que para que la tarifa represente un incentivo para el ahorro el pago por el servicio debería representar al menos el 3% del ingreso familiar.

Por otra parte, para el segmento correspondiente a los niveles de bienestar altos, para prácticamente el 100% de ellos, el pago por el uso del recurso representa una fracción menor al 2% del ingreso familiar. En la lógica de una política que induzca el ahorro, para este segmento se esperaría que el pago por el servicio representara al menos el 5% de su ingreso.

- b) Las consecuencias de la subvaloración de la tarifa se refuerzan con la estructura tarifaria actual con incrementos progresivos que tampoco inducen el ahorro del recurso. El análisis del caso muestra que dicha estructura sólo promueve el ahorro del nivel de bienestar 2, lo cual es de esperarse por tratarse del segmento de la población con menores ingresos.

Por el contrario, la estructura tarifaria escalonada aplicada en 2000 muestra un claro efecto en pro del ahorro para los niveles de bienestar 2, 3 y 5; el resto de los niveles de bienestar no son sensibles en diversos grados a dicha estructura, debido a dos factores muy importantes: el ingreso, que para los niveles de bienestar alto es suntuoso, y el nivel educativo.

- c) Adicionalmente, se observa también que la gestión actual contribuye a la inequidad social debido a que los incrementos tarifarios afectan de manera desigual el poder adquisitivo de los diversos niveles de bienestar. El impactar más a los niveles bajos deviene en una relación perversa en la que estos niveles en los hechos subsidian el consumo excesivo de los niveles más altos, y por ende fomenta el desperdicio del recurso.
- d) En cuanto al aspecto educativo, se deriva de esta investigación que la mayor escolaridad de las personas tiene una correlación significativa con la

responsabilidad en el consumo del recurso; es decir, un nivel educativo alto impacta el consumo hacia la baja. Lamentablemente la condición de un alto nivel educativo para inducir el ahorro en algunos niveles de bienestar pierde su efecto positivo, frente al desperdicio que se observa en la población de altos ingresos. El presente estudio muestra que para los habitantes del área metropolitana de Monterrey la opulencia que se traduce en un consumo excesivo de recursos a niveles de insustentabilidad.

Por todo lo anterior, mientras las políticas de gestión del recurso permanezcan orientadas a satisfacer la demanda de crecientes volúmenes del líquido se agudizarán las tendencias hacia la insustentabilidad desde los ámbitos social, ambiental y económico. Los hallazgos del análisis y las aportaciones de los especialistas en los grupos de discusión convergen en la identificación de las acciones que hay que impulsar para transformar el actual estado de cosas, a saber:

- a) la urgente disminución del volumen de agua no contabilizada;
- b) el incremento en la reutilización del agua tratada;
- c) la reestructuración de la tarifa para que constituya un real incentivo para el ahorro y no contribuya a la inequidad social;
- d) la puesta en marcha de un programa de educación ambiental, que apoyado con los incentivos económicos, se traduzca en un cambio cultural a favor de la sustentabilidad;
- e) el replanteamiento de las políticas públicas que favorezcan las acciones para concretar las propuestas realizadas, y

f) el control de la corrupción mediante la concientización de la importancia del control de las emociones humanas a través de una reflexión ética y moral acompañada de una reglamentación que sancione comportamientos ilícitos y que se aplique irrestrictamente.

Bibliografía.

- Aguilar-Barajas, I. (1999). Transferencia interregional de agua en el noreste de México: La disputa sobre el Chuchillo. *Natural Resources Journal*, 39, 65-98.
- Aguilar-Benítez, I. & Saphores, J. (2009). Aspectos institucionales y políticas para reforzar el pago de los servicios de agua en Nuevo Laredo, Tamaulipas y Laredo, Texas. *Gestión y Política Pública*, 18(2), 341-377.
- Aguilar-Benítez, I. (2011). Los servicios del agua en el norte de México. Gestión, manejo financiero y aspectos ambientales. *El Colegio de la Frontera Norte. El Colegio de Sonora OPD*. México.
- Aguilera, F. (2001). *Economía del Agua: Algunas cuestiones Ignoradas Mucho antes del Nuevo Milenio*. Departamento de Economía Aplicada. España: Universidad de la Laguna.
- Aguilera, F. *Hacia una Nueva Economía del Agua: Cuestiones Fundamentales. Departamento de Análisis Económico. Universidad de la Laguna.*
- Al-jayyousi, O. (2003). Scenarios for Public-Private Partnerships in Water Management: A Case Study from Jordan. *Water Resources Development*, 19(2), 185-201.
- Amarasinghe, U., Shah, T., Turrall, H., Anand, B.(2007). India's water future to 2025-2050: Business-as-usual scenario and deviations. *International Water Management Institute. IWMI Research Report 123*.
- Amemiya, M. (2006). El Derecho al Agua. *Gestión y Cultura del Agua*, 1, 23-43.
- ANEAS. (2006). *Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento A.C.* Consultado en: www.aguaysaneamiento.com
- Arranz, R. & McCartney, M. (2007). Application of the Water Evaluation And Planning (WEAP) model to assess future water demands and resources in the Olifants catchment, South Africa. *International Water Management Institute*, 103. IWMI Working Paper 116.
- Arrojo, P. (2008). Seminario Internacional Crisis del Agua y Sustentabilidad. Hacia una Nueva Cultura del Agua. *Instituto de Investigaciones Sociales-UANL*. 13 al 15 de Octubre. Monterrey, N.L., México.

- ASCE/UNESCO (1998). "Sustainability Criteria for Water Resource Systems, prepared by the Task Committee on Sustainability Criteria, American Society" Consultado el 22 de junio de 2011 en:
http://www.emeraldinsight.com/Insight/html/Output/Published/EmeraldFullTextArticle/Pdf/0830140401_ref.html.
- Balanyá, B., Brennan, B., Hoedeman, O., Kishimoto, S. & Terhorst, P. (2005). *Por un Modelo Público de Agua Triunfos, Luchas y Sueños*. España: Ediciones de Intervención Cultural/El Viejo Topo.
- Barkin, D. (2006). Las Contradicciones de la Gestión del Agua en México. *Gestión y Cultura del Agua*. 1.
- Barkin, D. (2006). *La Gestión del Agua Urbana en México: retos, debates y bienestar*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Barkin, D. (1998). *Riqueza, pobreza. Desarrollo sustentable*. México: Editorial Jus y Centro de ecología y Desarrollo.
- Barlow, M. & Clarke, T. (2004). *Oro Azul: Las multinacionales y el robo organizado de agua en el mundo*. Barcelona, España: Paidós Controversias.
- Barlow, M. & Clarke, T. *La privatización de los sistemas de agua en Latinoamérica. La furia del oro azul*, en: <http://www.bolpress.com/temas.php?cod=2006011616>
- Baumann, D. D., Hanemann W. M. & Boland J. J. (1998). *Urban water demand management and planning*, New York: McGraw-Hill.
- Bayea, S. & Nicoll, M. (2000) Collecting, analyzing, and interpreting focus group data. *Research Corner*. 71 (6).
- Bharati L., Smakhtin V. U. & Anand B. K., (2009). Modeling water supply and demand scenarios: the Godavari-Krishna inter-basin transfer, India. *Water Policy 11 Supplement*. 1 (2009) 140-153.
- Biswas, A. (2007). ¿Adónde Va El Mundo Del Agua?.
- Bindé, J. (2008). *Firmemos la paz con la tierra: coloquios del siglo XXI: ¿cuál será el futuro del planeta y de la especie humana?*. Consultado en agosto 2008 en: www.thirdworldcentre.org/mundoaguaakb.pdf
- Biswas, A. (1998). Water Management in Latin America and the Caribbean. *Water Resources Development*, 4(3), 293 - 303.

- Biswas, A. (2008). Current directions: integrated water resources management – a second look. *Water International*. 33(3), 274–278.
- Boland, J. (1993). Pricing Urban Water: Principles and Compromises. *Journal of Contemporary Water Research and Education*. 92, 7-10.
- Bourguett, V. Manual del Operador del modelador de estructuras Tarifarias. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. Comisión Nacional del Agua. Subdirección de Infraestructura Hidráulica urbana. *Unidad de Agua Potable*.
- Brzovic, F., CEPAL & PNUD. (1998). *Instrumentos económicos para la gestión ambiental en América Latina y el Caribe*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.
- Buttram, J. (1990). Focus Groups: A Starting Point for Needs Assessment. *Evaluation Practice*. 11(3), 207-211.
- Carabias, J. & Landa, R. (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. México: UNAM/El Colegio de México/Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Castro, J. (2004). Más allá del evento del Todo Americano: escenarios futuros de la oferta de agua en el medio urbano del Valle de Mexicali. En V. Sánchez (Coord.), *El revestimiento del canal todo americano. ¿Competencia o cooperación por el agua en la frontera México Estados Unidos?* (189-214) Tijuana, COLEF-Plaza y Valdés (Colecc. México Norte).
- Castro, J. (2008). Gestión y políticas públicas del agua. Diplomado en Manejo Sustentable del Agua. Módulo II-Material de apoyo. *COLEF-Sede Monterrey*. 24 de Octubre del 2008 al 7 de Marzo del 2009. Monterrey, N.L., México.
- Castro-Ruiz, J. & González-Avila, M., (2012). Environmental Sustainability Policies and Practices on the Mexico-Texas Border. En: *The U.S.-Mexican Border Environment. SCERP Monograph Series*. 16. 75-103.
- Cavazos, I. (1994). *Breve historia de Nuevo León. Fideicomiso Historia de las Américas. El Colegio de México*. México: Fondo de cultura Económica.
- Cázares et al., (2011). Estrategias para el Uso Sostenible del Agua en la Cuenca del Río San Juan. *Centro de Estudios del Agua del Tecnológico de Monterrey*, Monterrey, Nuevo León, México. (Material no publicado, referencia sujeta a cambios)
- Cázares, E. (2006) Análisis comparativo de costos y tarifas de agua potable entre organismos operadores de los servicios de agua y drenaje en la frontera México-

- EUA. *Centro de Estudios del Agua y Banco de Desarrollo de América del Norte*. p. 5. Monterrey, N.L. México.
- Chang, M. (2001). *Capítulo 6: La economía ambiental*. Consultado en: http://rimd.reduaz.mx/coleccion_desarrollo_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad9.pdf
- Chávez, G., (2008). Diplomado en Manejo Sustentable del Agua. Módulo II Gestión y políticas públicas del agua. *Conferencia COLEF-Sede Monterrey*. 24 de Octubre del 2008 al 7 de Marzo del 2009. Monterrey, N.L., México.
- Chenoweth, J. & Walter, W. (2006). Scenario Development for 2050 for the Israeli /Palestinian Water Sector. *Popul Environ*. 27, 245–261.
- Centro de Calidad Ambiental (CCA) (2010) *Programa de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Nuevo León (2010-2015)*. Gobierno del estado de Nuevo León.
- Centro de Estudios del Agua (2006). *Análisis Comparativo de Costos y Tarifas de Agua Potable entre Organismos Operadores de los Servicios de Agua y Drenaje en la Frontera México- EUA*. México: Banco de Desarrollo de América del Norte.
- Collado, J. (1999). *Marco Legal para el Manejo de Cuencas en México*. IX Congreso Nacional de Irrigación, México: ANEI.
- Comisión Nacional del Agua (2006). *Lo que se dice del agua*. IV Foro Mundial del Agua. México: Talleres Gráficos de México.
- Comisión Nacional del Agua. (2009, Agosto). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero (1924) El Carmen-Salinas-victoria Estado de Nuevo León. *Diario Oficial de la Federación*.
- Comisión Nacional del Agua (2009, Agosto). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero (1908) Campo Mina, Estado de Nuevo León. *Diario Oficial de la Federación*.
- Comisión Nacional del Agua (2009, Agosto). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero (1906) Área Metropolitana de Monterrey Estado de Nuevo León. *Diario Oficial de la Federación*.
- Comisión Nacional del Agua (2009, Agosto). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero (1910) Campo Topo Chico Estado de Nuevo León. *Diario Oficial de la Federación*.

- Comisión Nacional del Agua (2009). *Estadísticas del Agua en México*. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Comisión Nacional del Agua (2008). *Ley Federal de Derechos. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Comisión Nacional del Agua (2007). Programa Nacional Hídrico 2007-2012. *Contribución al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Comisión Nacional del Agua (2009). *Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA (2009). *Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea, Acuífero (1907)*. Campo Buenos Aires, Estado de Nuevo León: Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas.
- CONAGUA (2009). *Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea, Acuífero (1909)*. Campo Durazno, Estado de Nuevo León: Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas.
- CONAGUA, (2009). *Localizador REPDA de Aguas Nacionales, Zonas Federales y Descargas*. Consultado en: <http://siga.cna.gob.mx/ArcIMS/Website/REPDA/Localizador/viewer.htm>
- CONAGUA, (2009). Organismo de Cuenca Río Bravo de la Comisión Nacional del Agua. *Dirección Técnica, Departamento de Monitoreo Hidroclimatológico y Departamento de Aguas Superficiales*.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO) (2009). *Proyecciones de la Población de México 2005-2050*. [Http://www.conapo.gob.mx/oocifras/5htm](http://www.conapo.gob.mx/oocifras/5htm).
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (1992). *Ley de Aguas Nacionales. Artículos 1, 2, 3 y 6*. México.
- Contreras, E. *El revestimiento del canal Todo Americano*. Consultado el 18 de mayo de 2010 en: <http://www.tij.uia.mx/elbordo/vol15/canal1.html>
- Dalhuisen, J. & Nijkamp P. (2001). Critical Factors for achieving multiple Goals with Eater Tariff Systems. Tinbergen institute Discussion Paper. *Department of Spatial Economics, Faculty of Economics and Business Administration, Vrije universiteit Amsterdam, and Tinbergen institute*.

- Daly, H. (2005). Economics in a full world. *Scientific American*. 100-107.
- DATA306 (2011). *Environment. Average Water Use Per Person Per Day*. Consultado el 27 de marzo en: http://www.data360.org/dsg.aspx?Data_Set_Group_Id=757
- De la Garza, J. (2007). Problemática de la Gestión Ambiental en Municipios Metropolitanos. Instituto Nacional de Ecología. En:
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/9/delagarza.html>
- Dellapenna, J. (2005). Markets for Water: Time to Put the Myth to Rest? *Universities council on water resources journal of contemporary water research & education*. (131) 33-41.
- Diario Oficial de la Federación (1989). *Acuerdo por el que se Establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89*. México.
- Díez, E., Díez, F. & Medrano, M. (2007). La estrategia Medio Ambiental. Una Visión Prospectiva. *Universidad de Sevilla. Universidad Rey de Juan Carlos*.
- D.O.F. (2009). Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos. *Diario Oficial de la Federación el 28 de Agosto de 2009*.
- Domínguez, C. (2005). Modelo para la gestión de los recursos hídricos en la cuenca de las bambas: model to hydric resource management in bambas basin. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*. 8(16), 81-88.
- Dourojeanni, A. Jouravlev, A. & Chávez, G. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*. Chile: CEPAL.
- ESCWA . *Economic and Social Commission for Western Asia* Briefing Paper No. 14. Consultado en: <http://www.escwa.un.org/divisions/sdpd/wssd/pdf/14.pdf>
- Fabiola, L. (2006). Cuando la gestión del agua se vuelve problemática: el caso de México *Observatoire des Amériques. La Chronique des Amériques*. (38) 10.
- Fernandez, M., CEPAL/PNUMA, (1998). *Instrumentos económicos para la gestión ambiental en América Latina y el Caribe*. México: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Fernández-Jáuregui, C. (2006). El Agua como Fuente de Conflictos: Repaso de los Focos de Conflictos en el Mundo. *Programa Hidrológico Internacional-Oficina Regional de Ciencia y Tecnología del UNESCO*.

- Flores, O. (2000). *Monterrey Industrial 1890-2000*. México: Universidad de Monterrey. CONACYT.
- Flores L., F.J. & Scott, C.A. (1999). *Simulación de Alternativas del Manejo del Agua en la Cuenca del San Juan, México. IWMI, Serie Latinoamericana No. 9. México, D.F.* México: Instituto Internacional del Manejo del Agua. IWMI.
- Foladori, G., (1999). *Los límites del desarrollo sustentable*. Uruguay: Banda Oriental.
- Foladori, G., (2007). Paradojas de la sustentabilidad: ecológica versus la social. *Trayectorias*. Año ix, (24).
- Foladori, G. (1999). *Los límites del desarrollo sustentable. Trabajo y Capital*. Uruguay: Banda Oriental. 135-158.
- Foro Mundial del Agua (FMA). (2012). *Conclusiones del Foro Mundial del Agua. Hidrología y Conservación*. Consultado en: <http://ghidrologia.blogspot.mx/2012/06/conclusiones-del-foro-mundial-del-agua.html>.
- Frank, B. (1955). *La Historia del agua como historia del hombre En Agua su aprovechamiento en la agricultura*. Estados Unidos: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 1-9.
- Gao, Y. & Liu, C. (1997). Research on Simulated Optimal Decision Making. *Water Resources Development*. 13(1), 123-134.
- García, B. (2000). *Economía Ambiental*. México: Facultad de Economía. UNAM.
- Garduño, H. & Foster, S. (2010). Sustainable groundwater irrigation approaches to reconciling demand with resources. *Strategic Overview Series*. (4).
- Gobierno del Estado de Nuevo León (2001). Atlas de Riesgo de Nuevo León, México. *Secretaría General de Gobierno. Subsecretaría de Seguridad, Dirección de Protección Civil*. (69) Monterrey, N.L. México.
- Gobierno del Estado de Nuevo León. *Segundo Informe de Gobierno*. Consultado del 12 de junio de 2011 en: http://www.nl.gob.mx/pics/pages/test1_base/libro_segundo_informe_nl_2011.pdf
- González, M. (2006). Análisis comparativo de costos y tarifas de agua potable entre organismos operadores de lo servicios de agua y drenaje en la frontera México-EUA. *Centro de Estudios del Agua*.

- González-Gaudio, E. (2007). *Educación Ambiental. Trayectorias, rasgos y escenarios*. México: Plaza y Valdés-UANL.
- Gutiérrez, E. & González-Gaudio, E. (2010). *De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable*. México: Siglo veintiuno editores.
- Hanemann, M. (2005). The Value of Water. University of California, Berkeley. En: <http://are.berkeley.edu/courses/EEP162/spring05/valuewater.pdf>
- Hantke-Domas, M. & Jouravlev, A. (2011). *Lineamientos de política pública para el sector de agua potable y saneamiento*. Consultado el 3 de febrero de 2013 en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/43601/lcw400e.pdf>
- Hardin G. (1995) . The Tragedy of Commons. *Science*, 162 (1968), 1243-1248.
- Heasom, B. (2005). *Sustainable Design for Water Pollution Engineering*. Consultado el 18 de Noviembre de 2011 en: <http://email.asce.org/ewri/sustainable.html>.
- Hernández, F. Modelo para la gestión óptima de la oferta de agua en un área territorial. *XV Jornadas de ASEPUMA y III Encuentro Internacional*.
- Howard, G. & Bartram, J. (2003). *Domestic water quantity, service level and health*. Ginebra (Suiza): Organización Mundial de la Salud.
- Howitt, R., & Msangi, S. (2006). Estimating disaggregate production functions: an application to northern Mexico. *Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association*.
- INE. Instituto Nacional de Estadística. España (2011). *Encuesta sobre el suministro y saneamiento del agua*. Consultado el 03 de abril: <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t26/p067/p01/a2009/10/&file=01005.px&type=pcaxis>
- INE (Instituto Nacional de Ecología). *Estudio de la Calidad del Agua en la cuenca del San Juan*. Libros. Consultado en: http://repositorio.ine.gob.mx/ae/ae_001639-2.pdf
- INEGI (2010). *Censo de Población y Vivienda*. Resultados preliminares. 12
- INEGI. *II Conteo de Población y Vivienda, 2005*. Consultado el 12 de mayo de 2008 en: www.inegi.gob.mx.
- INEGI (2010). Producto Interno Bruto por entidad federativa 2005-2009: año base 2003. *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. 34 (1).

- Instituto Nacional de Ecología*, México, 1995. Consultado en: <http://www.ine.gob.mx/>
- Jochenmonstadt, J. (2006). Future scenarios for a sustainable water sector: a case study from switzerland. *Environ. Sci. Technol.* (40), 436-442.
- Jiménez, B. (2007). Información y calidad del agua en México. *Trayectorias*. (Año ix,) 24.
- Jiménez, B., Torregrosa M. & Aguilar, L. (2010). *El Agua en México: cauces y encauces*. México: Academia Mexicana de Ciencias.
- JLienert J., Monstadt J. y Truffer B. (2006). Future Scenarios for a Sustainable Water Sector: A Case Study from Switzerland. *Environmental Science & Technology*. 40 (2), 436-442.
- Kayaga S. & Muñoz-Trochez C. (2009). Financial and Economic Aspects of Water Demand Management in the Context of Integrated Urban Water Management. *3rd SWITCH Scientific Meeting*, Belo Horizonte, Brazil.
- Kitzinger, J. (1995). Introducing focus groups. *British Medical Journal*. 311 (700), 299.
- Kraimer, M. (1997). Organizational goals and values: a socialization model. *Human Resource Management Review*. 7 (4), 425-447.
- Krueger, R. & Casey, M. (2009). *Focus Groups. A practical Guide for Applied Research*. USA: Sage Publications. Cuarta edición.
- Kumar, A. (2011). Urbanization and Spatial changes in demographic characteristics in Monterrey Metropolitan Región. *Caminos de Geografía*. Brasil.
- Laguna G. Planeación del desarrollo sustentable en la cuenca del Río San Juan México. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=20693>.
- Landa, R., Magaña, V. & Neri, C. (2008). Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Larsen, T., y Gujer, W. (1997). The concept of sustainable urban and water management. *Wat. Sci. Tech.* 35(9), 3-10.
- Labandeira, X., León, C., & Vázquez, M., (2007). *Economía Ambiental*. España: Pearson Prentice Hall.
- Lazaroms, R. & Poos, D. (2004). The Dutch Water Board Model. *Water Law*. 15. 3/4.

- Liu, J. & Hubert H. (2003). Water as an economic good and water tariff design Comparison between IBT-con and IRT-cap. *Physics and Chemistry of the Earth*. 28, 209–217.
- Loewenstein, G. (2000). Emotions in Economic Theory and Economic Behavior. *The American Economic Review*. 90 (2), 426-432.
- Luege, J. (2008). Situación Actual y Perspectivas de la Gestión del Agua en México (Entrevista), *Tlaloc – Nueva Época*. 42. 11-12.
- Lundie, S., Peters, G. & Beavis, P. (2005). Quantitative systems analysis as a strategic planning approach for metropolitan water service providers. *Water Science & Technology*. 52(9), 11–20.
- Manzano, M. y Cantú J. (2011). “Ecosistemas”. En: Cázares, et al., (2011). Estrategias para el Uso Sostenible del Agua en la Cuenca del Río San Juan. *Centro de Estudios del Agua del Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México*. (Material no publicado, referencia sujeta a cambios).
- Martínez-Alier, J. (1998). Curso de Economía Ecológica. *Textos básicos para la formación ambiental*. México: PNUMA.
- Martínez-Alier, J. & Roca, J. (2003). *Economía Ecológica y Política Ambiental*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mathews, R. (2005). A Six-Step Framework for Ecologically Sustainable Water Management. *Universities Council on Water Resources Journal of Contemporary Water Research & Education*. 131, 60-65.
- Mazari-Hiriart (2000). Recarga, calidad y reúso del agua en la zona metropolitana de la Ciudad de México. *Dualidad población-agua, inicio en el tercer milenio. El Colegio Nacional*. (1), 137-165.
- McCartney, M., Alemayehu, T., Shiferaw, A. & Awulachew, S. B. (2010). Evaluation of current and future water resources development in the Lake Tana Basin, Ethiopia. *International Water Management Institute*. (IWMI Research Report 134). 204
- Medellín, J., (2006). Economic- Engineering Analysis of Water Management for Restoring the Colorado River Delta. *Dissertation*. EUA: University of California Davis.
- Melvilla, R. y Cirelli C. (2000). La Crisis del Agua. Sus Dimensiones Ecológica, Cultural y Política. *Memoria-Revista Mensual de Política y Cultura*. No. 134, pp: 26-30.
- Mestre, E. Evolución del marco institucional para la gestión integrada de los recursos hídricos: Tendencias y perspectivas en el mundo. *Tlaloc. Nueva Época*. No. 42.

- Monforte, G. & Cantú, P. (2009). Escenario del agua en México. *Cultura Científica y Tecnológica*. 30, 31-39.
- Monforte, G., Aguilar-Benítez, I. & González-Gaudio, E. (2012). Limitaciones de una gestión sectorizada para la sustentabilidad del agua: caso Monterrey, México. *Bitácora Urbano Territorial*. 20, 53-63.
- Morales, M., y Martínez, L. Descripción de la Cuenca Hidrográfica del Río San Juan, Presa de la Boca - Presa el Cuchillo, Nuevo León, México. Recuperado de: <http://www.bioecologia.org/docs/cuenca.pdf>
- Morales-Reyes, J. (2001). El Agua en México: de cifras, tarifas e ironías. *Rev. Renglones*. (49), 1-9.
- Moreno, R., (2000). *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: la econometría espacial*. España: Ediciones de la Universidad de Barcelona.
- Muñoz, R. y Muñoz E. (2006). La gestión del agua en México. Análisis de las capacidades públicas en el marco de la seguridad nacional. En Agua seguridad nacional e instituciones. Conflictos y riesgos para el diseño de las políticas públicas. *UAM, IILSEN, Senado de la República LIX Legislatura*. 363-463.
- Murillo S., M. E. (2002). Estudio del efecto del cambio de uso del suelo en el escurrimiento en la subcuenca 24Bf -Monterrey, aplicando un Sistema de Información Geográfica. *Tesis de Maestría. División de Ingeniería y Arquitectura del ITESM- Campus Monterrey*. Consultado en: <http://albers.mty.itesm.mx/tesis/erendira.pdf>
- Návar, J. (2005). Escasez de agua y degradación en la cuenca del río San Juan del noreste de México. Recuperado de: <http://aplicaciones.colef.mx:8080/fronteranorte/articulos/FN46/5-f46.pdf>
- Némiga X. A., E. J. Treviño-Garza, J. Jiménez-Pérez, H. Villalón-Mendoza & J. Návar-Cháidez. (2006). Cambios en la vegetación en la Subcuenca del Pílon, Nuevo León, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(1), 5-11.
- Nicholson, W. (2005). *Microeconomía Intermedia y sus aplicaciones*. México: Thomson.
- Nieto, L. (2004). *Sabemos pero no actuamos ¿Cuál es el papel de la Educación Ambiental?*. Consultado el 1 de febrero de 2011 en: <http://ambiental.uaslp.mx/docs/LMNC-AU-0406-GAP.pdf>.

- Nieto, L. (2001). Modalidades de la educación ambiental: diversidad y desafíos. *A Contribuicao da Educacao Ambiental a Esperanza de Pandora*. Brasil: Rima Editorial. 624.
- Nomen, E. (2005). *Valor razonable de los activos intangibles. El Efecto Mariposa de la Segunda Deslocalización*. Barcelona: Ediciones Deusto.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- Odeh, R. & Rashid, M., (1995). An Analysis of Future Water Policies in Jordan Using Decision Support Systems. *Water Resources Development*. 11(3).
- Ortiz, G., Castro, J., Piña, R. & Cruz, F. (2001). La política Hidráulica mexicana, Apoyada en su legislación e Instituciones, Avances y Retrocesos. *IX Congreso Nacional de Irrigación. Simposio 8. Cultura, legislación y Economía del Agua*.
- Pacheco, R. & Vega, O., (2001). Dos modalidades de participación ciudadana en política ambiental. *Economía Sociedad y Territorio*. 3(9).
- Pérez, J. Valoración Económica del Agua. *Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial. CIDIAT*. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. Recuperado de: webdelprofesor.ula.ve/cidiat/prjose/Investigaciones/-PONENCIA DEFINITIVA.pdf
- Periódico Oficial del estado de Nuevo León (1997). *Ley Federal de Agua Potable y Saneamiento para el Estado de Nuevo León*. Gobierno de Nuevo León
- Pineda, N. & Briseño, H., (2010). Análisis comparativo del desempeño de organismos operadores en Baja California y Sonora durante el año 2007. *Primer Congreso Red de Investigadores Sociales Sobre Agua 18 y 19 de marzo*.
- Pineda, N. (2006). La Búsqueda de la Tarifa Justa. El Cobro de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en México. *Memorias del Coloquio "Tarifas de agua" El Colegio de Sonora: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (ITAM)*. 284.
- Pineda, N., Salazar, A. & Buenfil, M. (2010). Para dar de beber a las ciudades mexicanas: el reto de la gestión eficiente del agua ante el crecimiento urbano. En Jimenez, B., Torregrosa M. y Aguilar, L. *El agua en México: cauces y encauces*. Academia Mexicana de Ciencias y CONAGUA, México.
- Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA). (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* en: <http://www.millenniumassessment.org/es/index.aspx>

- Odeh R. A-Jayyousi, (2003) Scenarios for Public-Private Partnerships in Water Management: A Case Study from Jordan. *Water Resources Development*. 19 (2), 185-201
- Quba'a R., El-Fadel M. y Darwish M., (2002). Water Pricing for Multi-sectoral Allocation: A Case Study. *Water Resources Development*. 18(4). 523-544.
- Ramírez, I., (2008). Retos Frente a la Crisis del Agua en México. *Revista Bien Común*. 158, 27-32.
- Raskin, P., Hansen, E., & Zhu, Z. (1992). Simulation of Water Supply and Demand in the Aral Sea Region. *Water International*. 17(2). 55-67.
- Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) (2011). *Comisión Nacional del Agua* Consultado el 15 de febrero 2012 en: [http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?id=ada36b70-b1c1-4bc5-92ab7635941bc171%7C%20%20%20Registro%20P%3%BAblico%20de%20Der echos%20de%20Agua%20\(REPDA\)%7C0%7C37%7C0%7C0%7C0](http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?id=ada36b70-b1c1-4bc5-92ab7635941bc171%7C%20%20%20Registro%20P%3%BAblico%20de%20Der echos%20de%20Agua%20(REPDA)%7C0%7C37%7C0%7C0%7C0)
- Rendón, G. *Evolución y perspectivas del marco jurídico del agua en México: nuevos retos y oportunidades para la gestión integrada del recurso hídrico*. Consultado en: <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/6/2598/6.pdf>
- Rendón, G., Castro, J. C., Piña, R. & Cruz, F. (2001). La Política Hidráulica Mexicana, apoyada en su legislación e instituciones, avances y retrocesos. *IX Congreso Nacional de Irrigación, Guanajuato*, México: ANEI, A.C.
- Reynolds, K. (2002). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica Identificación del Problema. *Agua Latinoamérica*. (Septiembre/Octubre).
- Rivera, E., (1999). Marco legal para el manejo de cuencas en México propuesta de estructura tarifaria de agua potable para los organismos operadores de los servicios de agua y drenaje en la frontera México-EUA. *Ix congreso nacional de irrigación. Simposio 4 Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas*. Culiacán, Sinaloa, México. 27-29.
- Rivera, E. *Estudio del manejo integral del agua en la cuenca del Río San Juan*. Recuperado de: http://centrodelagua.org/index.php?option=com_content&view=article&id=188%3Aestudio-del-manejo-integral-del-agua-en-la-cuenca-del-rio-san-juan&catid=36%3Aproyectos&Itemid=72&lang=es

- Robinson N. (1999). The use of focus group methodology - with selected examples from sexual health research. *Journal of Advanced Nursing*. 29(4), 905-913.
- Rogers. P, de Silva, R. y Bhatia, R (2002) Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability. *Water Policy* 4, 1-17.
- Romero, C. (1994) *Economía de los recursos ambientales y naturales*. Madrid, España: Alianza Editorial, S.A.
- Russell, C., & Sagoff, M. (2005). Why is Meaningful Collaboration Between Ecologists and Economists So Difficult? *Journal of Contemporary Water Research & Education*. 131 13-20.
- Sahely, H. & Kennedy, C. (2007). Water Use Model for Quantifying Environmental and Economic Sustainability Indicators. *Journal of Water Resources Planning and Management*. (Noviembre/Diciembre 2007) (133), 550-559.
- Samuelson, Paul A. (1954) The Pure Theory of Public Expenditure. *Review of Economics and Statistics*. 36 (4), 387-389. Versión en castellano publicada en Hacienda Pública Española, 5 1970, 165-167.
- Schmidt, G. (2005). Cambios legales e institucionales hacia la privatización del agua en México. *Brot Für Die Welt*. 35.
- Seckler. D., Upali A., Molden D. & Barker, R. (1998). World water demand and supply, 1990 to 2025: Scenarios and issues. *International Water Management Institute*. Research Report 19.
- Secretaría de Desarrollo Económico, Gobierno del Estado de N.L. (2011)
- Selyutin, V., Berdnikov, S., & Kulygin, V. (2009). Comparative Analysis of Water-Use Scenarios for Lower Don Water Management System. *Water Resources*. 36(2), 225-237.
- SEMARNAT (2004). *Degradación del suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana - Escala 1: 250,000 (FGDC) / degradación (ISO)*.
- Serageldin, I. (1995). A New Policy for a Sustainable. *Water Resources Management*. 11(3).
- Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM). *Cultura del agua*. Consultado el 10 de abril de 2011 en: [http:// www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/seccion.jsp?id=99](http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/seccion.jsp?id=99).
- Sharma, S, y Vairavamoorthy, K., (2009). Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries. *Water and Environment Journal*. 23, 210-218.

- Smout I., Kayaga S., & Muñoz-Trochez, C. (2009). Incorporating Energy Use into the Economic Level of Leakage Model. *Presented at the 2nd International Conference on Whole Life Urban Sustainability and its Assessment, Loughborough*. 22–24.
- Soto, A. (2008). Una explicación a los determinantes de la eficiencia contractual: La provisión de agua en Saltillo, México, Artículo en revisión.
- SSA (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso humano. Límites permisibles de la calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- Suárez, B. & Birrichaga, D., (1997). *Dos estudios sobre el uso del agua en México (siglos XIX y XX)*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Suarja, I. & Thijssen, R. (2003). Traditional water management in Bali. *Leisa Magazine*. 25-26.
- Toledo, A. (2002). El agua en México y el Mundo. *Gaceta Ecológica-Instituto Nacional de Ecología*. 64, 9-18.
- Tortajada, C., V. Guerrero & R. Sandoval (2004). *Hacia una gestión integral del agua en México: retos y alternativas*. México: Porrúa/Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C./ LIX Legislatura de la H. Cámara de Diputados. 464.
- Torres M. & Barajas L., Descripción de la cuenca hidrográfica de la cuenca del río San Juan Presa la Boca-Presa el Cuchillo, Nuevo León, México. *Fondo mixto CONACYT Gobierno del Estado de Nuevo León*.
- Torres, E. & Santoscoy, M. (1985). *La historia del agua en Monterrey desde 1577 hasta 1985*. México: Ediciones Castillo.
- Treviño, E. (2006). Evaluación del impacto a los ecosistemas de las cuencas de los ríos Pesquería, Santa Catarina y Pilon. *Reporte técnico, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales*.
- United States Environmental Protection Agency. (2010). *Control and Mitigation of Drinking Water Losses in Distribution Systems*. EUA.
- UNESCO (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero (1909) campo durazno estado de Nuevo León. *Publicado en Resultado de la reunión de expertos internacionales sobre el derecho humano al agua*. Paris 7 y 8 de Julio.

- UN-Water (2008). *Status Report on IWRM and Water Efficiency Plans for CSD16 (Prepared for the 16th session of the Commission on Sustainable Development - May 2008)*. Consultado el 20 de abril de 2011 en: http://www.unwater.org/downloads/UNW_Status_Report_IWRM.pdf
- USEPA (US Environmental Protection Agency). (2010). Control and mitigation of drinking water losses in distribution systems. Office of Water (4606M) EPA 816-R-10-019. http://water.epa.gov/type/drink/pws/smallsystems/upload/Water_Loss_Control_508_FINALDEc.pdf.
- Valdés, M., (2004). *Naturaleza y Valor Una aproximación a la ética ambiental*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Vázquez A., Integración y manejo de abastos de agua y cuencas hidrográficas con herramientas de alta tecnología. *XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*.
- Water International*. (2004). Integrated Water Resources Management: A Reassessment A Water Forum Contribution. *Water International*. 29 (2), 248–256.
- Wildere P. Applying sustainable water management concepts in rural and urban areas: some thoughts about reasons, means and needs. *Water Science and Technology*. 49(7). 7–16.
- World Water Assessment Program. (2003). Agua para todos. Agua para la vida. *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. Paris, Francia: UNESCO.
- Wunder, S. (2006). *Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales*. Consultado en: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42S.pdf
- Yu, M., Faladori, G., & Gazzano, I. (2001). *Trabajo y Capital*. Montevideo: Imprenta Editorial Baltagráfica.
- Yepes, G. (2003). Los subsidios cruzados en los servicios de agua potable y saneamiento. USA: *Publicaciones IFM. Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Zúñiga, C. R. (2001). *Enfoque holístico del agua y manejo de cuencas hidrográficas como ecosistemas*. México: Barkin D. Innovaciones Mexicanas en el Manejo del Agua. Centro de Ecología y Desarrollo A. C.

ANEXOS

Anexo 1. Convenio entre los estados de Nuevo León y Tamaulipas por el uso del agua de la presa El Cuchillo.

ACUERDOS QUE CON LA APROBACION Y APOYO DE LA COMISION CONSTITUCIONAL DEL AGUA, REPRESENTADA POR SU TITULAR, EL C. GUILLERMO GUERRERO VILLALOBOS, QUE EN LO SUCESIVO SE DENOMINARA "CNA", CELEBRAN POR EL ESTADO DE NUEVO LEON, LOS CC. GOBERNADOR SUBSTITUTO, BENJAMIN CLARIOND REYES RETANA, JUAN FRANCISCO RIVERA BEDOYA, SECRETARIO GENERAL DE GOBIERNO, Y CESAR LAZO HINOJOSA, SECRETARIO DE DESARROLLO URBANO Y OBRAS PUBLICAS, QUE EN LO SUCESIVO SE DENOMINARA "EL GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON"; POR EL ESTADO DE TAMAULIPAS, LOS CC. GOBERNADOR CONSTITUCIONAL MANUEL CAVAZOS LERMA Y JAIME RODRIGUEZ INURRIGARRO SECRETARIO GENERAL DE GOBIERNO QUE EN LO SUCESIVO SE DENOMINARA "EL ESTADO DE TAMAULIPAS"; FEDERICO VILLARREAL GONZALEZ, DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY I.P.D.; Y LAS ASOCIACIONES CIVILES DE USUARIOS DE LOS MODULOS DEL DISTRITO DE RIEGO N° 026 BAJO RIO SAN JUAN, POR SUS REPRESENTANTES, CON EL OBJETO DE DAR CONTINUIDAD A LAS ACCIONES INSTRUMENTADAS EL 19 DE ENERO DE 1996, CON RELACION AL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS DEL RIO SAN JUAN.

ANTECEDENTES

1. Con fecha 2 de julio de 1952, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, un Acuerdo Presidencial que estableció veda por tiempo indefinido para el otorgamiento de concesiones de aguas del Río San Juan, en el Estado de Tamaulipas y de toda su cuenca tributaria, aguas arriba de la presa Marte R. Gómez. (Anexo 1).
2. El Ejecutivo Federal, el Ejecutivo del Estado de Nuevo León y Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, con fecha 9 de octubre de 1989, celebraron un Acuerdo de Coordinación, que tuvo por objeto realizar el proyecto, construcción y operación de las obras del Programa Monterrey IV. (Anexo 2).

3. El Ejecutivo Federal y los Ejecutivos de los Estados de Nuevo León y Tamaulipas, celebraron un Acuerdo de Coordinación con fecha 6 de septiembre de 1990, en el que acordaron realizar un programa de coordinación para el aprovechamiento de la Cuenca del Río San Juan, con el objeto de satisfacer demandas de agua para usos urbanos e industriales de la Ciudad de Monterrey y preservar las de usos múltiples del Distrito de Riego 026 en el Estado de Tamaulipas. (Anexo 3).

4. A la fecha y a efecto de cumplir con las normas aplicables en el Programa Monterrey se han puesto en operación en el Estado de Nuevo León, las plantas de tratamiento de aguas residuales, mismas que se envían a la presa Marte R. Gómez.

5. A efecto de continuar el proceso tendiente a concluir con la satisfacción de las necesidades hidráulicas, tanto del Distrito de Riego 026, como de la Ciudad de Monterrey y su área metropolitana, el Ejecutivo Federal, los Ejecutivos de los Estados de Nuevo León y Tamaulipas, así como los Usuarios de las aguas nacionales de esa región, han convenido nuevas acciones, mismas que se atienden en este documento.

6. Con fecha 19 de enero de 1996, el Comité Hidráulico del Distrito de Riego 026 y los Gobiernos de los Estados de Nuevo León y Tamaulipas, con la aprobación y apoyo de la Comisión Nacional del Agua, suscribieron una minuta que refleja los consensos logrados en relación al aprovechamiento de las aguas del Río San Juan (Anexo 4). La Comisión Nacional del Agua y los Ejecutivos de las mencionadas Entidades Federativas, se reunieron nuevamente para evaluar los avances de las acciones y acordaron continuar atendiendo los compromisos adquiridos en la minuta antes mencionada.

En virtud de lo anterior y con fundamento en los artículos 27 y 116 fracción VI, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 5º, 12, 13, 38, 39, 42 y 101 de la Ley de Aguas Nacionales; 14, 18, 19, 20, 22, 25, 73 y 74 de su Reglamento; 33, 34, 37 y 38 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; 30 y 88 de la Constitución Política del Estado de Nuevo León; 6 y 7 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Nuevo León; 91 Fracción XXI y 95 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Tamaulipas; 6 y 7 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Tamaulipas; los estatutos de las Asociaciones Civiles de Usuarios del Distrito de Riego 026 Bajo Río San Juan, las partes a través de sus representantes que manifiestan contar con capacidad jurídica suficiente toman los siguientes:

[Handwritten signatures and stamps]

ACUERDOS



PRIMERO.- El Gobierno del Estado de Nuevo León y la CNA, iniciarán en 1997 la construcción del emisor necesario para conducir las aguas residuales tratadas, provenientes de la ciudad de Monterrey y su zona metropolitana, a la presa Marte R. Gómez, en el Estado de Tamaulipas, programándose su conclusión en 1998, con una aportación única a cargo del Gobierno Federal por conducto de la CNA, de hasta 500 millones de pesos de 1996, en caso de que la obra requiera mayor inversión como resultado de la licitación que se lleve a cabo, el Gobierno del Estado de Nuevo León y/o Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey I.P.D., se comprometen a tramitar ante las instancias necesarias, la autorización del presupuesto correspondiente. El Gobierno del Estado de Tamaulipas otorgará todas las facilidades para la construcción de esta obra.

SEGUNDO.- La CNA y el Gobierno del Estado de Tamaulipas, han elaborado un programa calendarizado de inversiones por un monto de 200 millones de pesos de 1996, a cargo del Gobierno Federal por conducto de la CNA, que se llevarán a cabo durante 1997, 1998 y 1999, destinadas a eficientar el uso de las aguas del Distrito de Riego 026 Bajo Río San Juan, mediante la rehabilitación, el mejoramiento de infraestructura y la utilización de tecnología moderna. La realización de las obras se hará tomando en cuenta la factibilidad de las propuestas de las Asociaciones Civiles de Usuarios del Distrito de Riego mencionado, que se presentarán por escrito en un plazo no mayor de 30 días naturales, a partir de la firma del presente instrumento, mismas que deberán de contener la relación de obras y la prioridad de su ejecución que permita la elaboración del programa constructivo.

TERCERO.- La CNA, durante 1997, concluirá los estudios necesarios para la construcción de la presa "Las Blancas", en el Estado de Tamaulipas, que almacenará los escurrimientos del Río Álamo, cuya ejecución quedará a cargo de la misma y se realizará durante 1998 y 1999, con una inversión del Gobierno Federal estimada en 450 millones de pesos de 1996 por conducto de la CNA. Los volúmenes que almacenará esta presa, se aprovecharán en riego para el Distrito de Riego 026 Bajo Río San Juan en Tamaulipas.

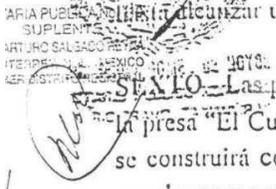
CUARTO.- El Gobierno del Estado de Nuevo León y Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey I.P.D., se obligan a su cargo, a continuar realizando el programa de reducción

[Handwritten signatures and initials]

de las Lajas en el sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Monterrey y su zona metropolitana, a efecto de aumentar la eficiencia física del sistema.



QUINTO.- El Gobierno del Estado de Nuevo León y Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey I.P.D., con el apoyo técnico de la CNA, se comprometen a concluir las obras que permitan operar en condiciones óptimas el acueducto "El Cuchillo-Monterrey", para permitirle alcanzar un gasto de cinco metros cúbicos por segundo.



SEXTO.- Las partes que suscriben este Acuerdo, convienen que el segundo acueducto de la presa "El Cuchillo-Solidaridad" para la ciudad de Monterrey y su zona metropolitana, se construirá con recursos del Gobierno del Estado de Nuevo León, una vez que se concluyan y operen las obras que se mencionan en el presente instrumento.

[Handwritten signature]

SEPTIMO.- Las partes que suscriben el presente instrumento, con fundamento en lo dispuesto en el Artículo 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, han consensado diversas propuestas y lineamientos relativos al Reglamento de las Aguas del Sistema Hidráulico del Río San Juan que se agregan debidamente rubricadas como Anexo 5 al presente instrumento y que someten por conducto de la CNA a consideración del Ejecutivo Federal para los efectos en su caso, de la expedición del Reglamento correspondiente.

[Handwritten signature]

OCTAVO.- La CNA, de conformidad con lo que se establezca en el Reglamento ya mencionado, analizará durante el mes de noviembre de cada año, con base en la información al 31 de octubre, la disponibilidad total de las aguas, y determinará en el mes de noviembre, los volúmenes a usar de la presa El Cuchillo, para asegurar el abastecimiento de la Ciudad de Monterrey y su zona metropolitana, el Acueducto Regional China - Los Aldamas - Arcabuz y para el uso de riego en los Distritos de Riego 026 Bajo Río San Juan Tamaulipas y 031, Las Lajas en Nuevo León. Asimismo, el 1º de mayo de cada año la CNA revisará la disponibilidad de sus fuentes de abastecimiento, con el fin de reprogramar, si es el caso, su utilización para el resto del año.

[Handwritten signature]

NOVENO.- Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey I.P.D., se obliga a retomar las aguas residuales tratadas de la ciudad de Monterrey y su zona metropolitana, con la calidad que establece la Norma Oficial Mexicana aplicable, a través del emisora que con capacidad de 8 metros cúbicos por segundo y con ella asegurar el retorno mínimo de 189 millones de metros cúbicos a la presa Marte R. Gómez, así como respetar los derechos

[Handwritten signatures and initials]

legalmente concesionados que quedarán inscritos en el padrón de usuarios de la Cuenca del Río San Juan. El excedente de los 8 metros cúbicos por segundo de agua residual que se genere en la Ciudad de Monterrey y su zona metropolitana serán reusados por Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey I.P.D.. Una vez que entre en operación el citado emisor deberá ser vigilado por los gobiernos estatales de Nuevo León y Tamaulipas en los ámbitos de sus jurisdicciones territoriales correspondientes, con el apoyo de la Comisión Nacional del Agua.

COPIA PUBLICA
SUPLENTE
ARTURO SALGADO
MONTERREY, N. L.
AER DISTRITO REGISTRAL

Para el caso de que el Distrito de Riego 026 Bajo Río San Juan, no reciba el volumen total convenido, se procederá a compensar este déficit a los usuarios, bajo el siguiente procedimiento:

- I.- Con datos al 31 de octubre de cada año, en el mes de noviembre se determinará el volumen no entregado, este se dividirá entre una lámina promedio de 80 cm., con lo cual se obtendrá la superficie que dejaría de regarse.
- II.- Para calcular el monto a compensar, se tomará como referencia el precio de una tonelada de maíz blanco cosechado en el ciclo correspondiente en las áreas regadas del propio Distrito 026 y se multiplicará por el número de hectáreas no regadas, y la cantidad que resulte se entregará en dos parcialidades iguales, una en el mes de febrero y la segunda en el mes de mayo.
- III.- La Comisión Nacional del Agua determinará, con base en las condiciones específicas de cada caso, el origen de la fuente de compensación.

DECIMO.- A más tardar dentro de los 180 días calendario posteriores a la firma del presente instrumento, las partes acuerdan integrar el Consejo de Cuenca del Río San Juan para llevar a cabo las acciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente instrumento. El Consejo emitirá los lineamientos que de conformidad con la normatividad aplicable sean procedentes, sesionando periódicamente. Lo anterior, en el marco del Consejo Hidrológico de Cuenca del Río Bravo.

DECIMO PRIMERO.- La CNA con apoyo de las partes, en un plazo de 180 días a partir de la firma del presente instrumento, actualizará el padrón de usuarios de aguas nacionales superficiales de la Cuenca del Río San Juan. Para el efecto, los usuarios del

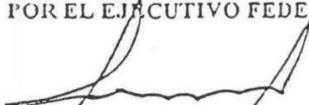
Distribuido en el Distrito de Riego 07 Bajo Río San Juan, podrán participar y por escrito hacer sus propuestas al Consejo de Cuenca correspondiente.

PRIMERO. La CNA y los Gobiernos de los Estados de Nuevo León y Tamaulipas, formalizarán la realización de las acciones que se contemplan en los presentes Acuerdos, a través de los instrumentos jurídicos procedentes, previas las autorizaciones correspondientes de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público e instancias respectivas y con sujeción a la disponibilidad presupuestal en cada caso.

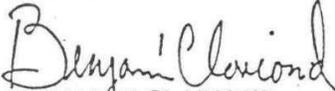
NOTARIA PUBLICA No. 110
SUPLENTE
LIC. ARTURO SALGADO
MONTEBENI, N. L.
PRIMER DISTRITO REGISTRAL

México, D.F., a

POR EL EJECUTIVO FEDERAL


GUILLERMO GUERRERO VILLALOBOS
DIRECTOR GENERAL DE LA COMISION
NACIONAL DEL AGUA

EL EJECUTIVO DEL ESTADO
DE NUEVO LEON


BENJAMÍN CLARIOND
REYES RETANA

EL EJECUTIVO DEL ESTADO
DE TAMAULIPAS


MANUEL CAVAZOS LERMA

SECRETARIO GENERAL DE
GOBIERNO

JUAN FRANCISCO RIVERA BEDOYA

SECRETARIO GENERAL DE
GOBIERNO


JAIME RODRIGUEZ INURRIGARRO

SECRETARIO DE DESARROLLO
URBANO Y OBRAS PUBLICAS

CESAR LAZO HINOJOSA

Anexo 2. Legislación y estructura tarifaria para el AMM.

La Ley de agua potable y saneamiento para el Estado de Nuevo León (3 de octubre de 1997) establece:

ARTÍCULO 41.- Las cuotas y tarifas deberán ser suficientes para cubrir los costos de operación, administración, mantenimiento, depreciación, costo financiero y una reserva para rehabilitación y mejoramiento del sistema. Entendiéndose por costo financiero el derivado del servicio de la deuda.

ARTÍCULO 42.- Además de las bases contenidas en el Artículo 41, para la determinación de las cuotas y tarifas se deberá observar lo siguiente:

- I.-** El servicio de agua potable será medido, siendo obligatoria la instalación de aparatos medidores para la cuantificación del consumo en los predios o establecimientos que lo reciban. En los lugares donde no haya medidores o mientras estos no se instalen, los pagos serán con base en cuotas fijas autorizadas.
- II.-** Las tarifas que se fijen, según los usos específicos a que se refiere el Artículo 22 de esta Ley, deberán establecer tarifas diferenciales que estimulen el uso eficiente del agua. Además las tarifas serán aplicadas por rangos de consumo.
- III.-** La actualización de los niveles tarifarios se hará en función de la proporción que representen las variaciones de los componentes de los costos, determinada mediante la aplicación de una fórmula para el ajuste a las tarifas, de la siguiente forma:

Para el ajuste de las tarifas se usa la siguiente ecuación:

$$A = [(\%S)(\Delta s)] + [(\%E)(\Delta e)] + [(\%D)(\Delta INPC)]$$

En donde:

A = Factor de ajuste en las tarifas.

%S= Componente de sueldos en los costos.

Δs = Factor de incremento en los sueldos durante el periodo de revisión.

%E = Componente de energía eléctrica en los costos.

Δe = Factor de incremento en la energía eléctrica durante el periodo de revisión.

%D = Componente de depreciación y otros gastos en los costos.

$\Delta INPC$ = Inflación durante el periodo de revisión.

Tarifas para Área Metropolitana se establecen a partir de las siguientes categorías:

Categoría 1: Servicio de Agua Potable sin Drenaje.

Categoría 2 : Servicio agua potable con drenaje

Categoría 6 : Servicio agua potable con drenaje

Categoría 7 : Servicio agua potable con drenaje

Categoría 11: Descargas al drenaje, uso o aprovechamiento de aguas residuales y para agua no potable.

Cuota de Aportación para Infraestructura

Tipos de usuarios: Domésticos, domésticos de la 3a. Edad, domésticos colectivos, establecimientos comerciales e industriales, molinos de nixtamal, gobierno y

organismos públicos, instituciones de beneficencia pública y privada con reconocimiento oficial (SADM, 2011).

Anexo 3. Lista de la información solicitada por Institución

Subsecretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León

- Edafológicos vectoriales en formato shape con atributos, Escala 1:250,000.
- Hidrología subterránea en formato shape con atributos, Escala 1:250,000.
- Hidrología superficial en formato shape con atributos, Escala 1:250,000.
- Uso de suelo y vegetación en formato shape con atributos, serie I, II y III, Escala 1:250,000.
- Fisiografía en formato shape con atributos, Escala 1:1000000.
- Clima en formato shape con atributos, Escala 1:1000000.
- Datos vectoriales del AMM en formato shape con atributos, Capas de Nombres de calles, Manzanas, AGEB's Urbanas, Servicios.
- Polígonos de colonia para todas las colonias de los nueve municipios que conforman en AMM.
- Datos del censo de población y vivienda del segundo conteo del 2005 a nivel AGEB o a nivel manzana.
- Conjunto de datos vectoriales topográficos escala 1:50,000.
- Cartas: C14, C15, C16, C17, C24, C25, C26, C27, C34, C35, C36 y C37.
- Ortofoto digital escala 1:10,000 ó 1:20,000 ó cualquier otra escala.

Comisión Nacional del Agua

- Nivel freático de los pozos que abastecen de agua al AMM (con coordenadas o georreferenciados) de 1990 a la fecha.
- Estudios técnicos (balance hídrico), de 1990 a la fecha, para los siguientes acuíferos:
 - Acuífero del AMM
 - Campo Buenos Aires
 - Campo Mina
 - Acuífero del Carmen Salinas Victoria
 - Campo Durazno
 - Campo Topo Chico
 - Acuífero del cañón del Huajuco
- Registros de precipitación y temperatura de las estaciones climatológicas del Estado de NL de 1980 a la fecha.

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey

- La disponibilidad del agua de 1990 a la fecha.
- El volumen de agua residual tratada de 1990 a la fecha.
- La calidad del agua medida en DBO y DQO de 1990 a la fecha.
- El consumo de agua para el Área Metropolitana de Monterrey de manera desagregada, por colonia. Para el periodo comprendido entre 1980 hasta la fecha.

- Consumo de agua domiciliar, industrial y comercial por colonia para los 9 municipios del AMM en el periodo comprendido entre 2000 y 2011.

Registro Público de Derechos del Agua perteneciente a la CONAGUA

Para los acuíferos:

- Área Metropolitana de Monterrey
- Campo Buenos Aires
- Campo Mina
- El Carmen Salinas Victoria
- Campo Durazno
- Campo Topo Chico
- Cañón del Huajuco

Se solicitó la siguiente información:

- Fecha registro
- Titular
- Volumen m³/año
- Uso del agua
- Dominio del aprovechamiento
- Localidad
- Coordenadas

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

- Estadísticas sociodemográficas a nivel manzana para los nueve municipios que conforman el área metropolitana de Monterrey de los censos poblacionales de los años 2000 y 2010.

Centro de Estudios del Agua para América Latina y el Caribe del Tecnológico de Monterrey

- Estudio del cambio climático

Centro de Calidad Ambiental del Tecnológico de Monterrey

- Estudio de la cuenca del río San Juan

Consultas electrónicas

- Ley de Aguas Nacionales
- Ley de Agua del Estado de Nuevo León

Anexo 4. Metodología de elaboración de los datos cartográficos.

Software utilizado:

1. ARCGIS/ARCINFO ver 9.3
2. ARCVIEW 3.2
3. AUTOCAD MAP versión 2005

Insumos datos vectoriales:

1. Conjunto de datos vectoriales de hidrología de aguas superficiales, escala 1:250,000, serie 1, generados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
2. Conjunto de datos vectoriales de hidrología de aguas subterráneas, escala 1:250,000, serie 1, generados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
3. Conjunto de datos vectoriales geológicos, escala 1:250,000, serie 1, generados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
4. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250,000, serie 3, generados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
5. Balance Hídrico, resultado de los estudios técnicos de la Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Estudio de Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea para los Acuíferos de DR-1902, DR-1906, DR-1907, DR-1908, DR-1909, DR-19010, DR-1912, DR-1914, DR-1916, DR-1920 y DR-1921.
6. Datos de temperatura media mensual en grados centígrados para el periodo de 1980-2009.
7. Datos de precipitación mensual en milímetros.
8. Marco de referencia, Marco Geo-estadístico del 2005, producto del II Censo de Población Y Vivienda del 2005.

Características geodésicas de la información cartográfica:

- 1.- Mapas en escala 1:100,000
Proyección: Universal de Mercator
Datum geodésico horizontal de referencia: WGS84
Elipsoide Geodésico de Referencia: WGS84
- 2.- Mapas en escala 1:4,500,000 y 1:1,000,000
Proyección: Cónica Conforme de Lambert
Datum geodésico horizontal de referencia: WGS84
Elipsoide Geodésico de Referencia: WGS84

Metodología:

- 1.- En la elaboración de los mapas, se revisó que cumplieran con dos elementos:
 - a) Sistema de proyección cartográfica. Se determinó que de acuerdo a la escala de trabajo 1:100,000, 1:1000,000 o 1:4000,000, estos mapas deberían de contar con una proyección específica, siendo para cada una de ellas la mencionada anteriormente. Además de garantizar que toda la información espacial está dentro de un sistema

geodésico de referencia convencional o datum (es el origen de las coordenadas y ubica un puntos en alguna parte del territorio nacional). Apegado normas técnicas cartográficas según INEGI, se determinó usar el datum WGS84. Datum que cartográficamente no presenta diferencias significativas cartográficas con respecto al datum ITRF92. Dicho datum se encuentra definido en las normas técnicas de levantamientos geodésicos de 1998 las cuales establecen que todo punto perteneciente a un levantamiento geodésico horizontal deberá estar referenciado al marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF92) para el año de 1992 con datos de la época de 1988.

Los datos técnicos correspondientes a las proyecciones cartográficas corresponde a:

UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

- Elipsoide wgs84
- Factor de Escala 0.999600
- Longitud origen para la zona 14 de -99° al oeste del meridano de Greenwich.
- Latitud origen 0°
- Unidad Metro
- Falsa Ordenada 0.0 metros en el ecuador para el hemisferio norte
- Falsa Abscisa 500,000 metros para el meridiano central de cada zona.

CONICA CONFORME DE LABERT

- Elipsoide WGS84
- Latitud del Primer Paralelo Base $17^{\circ}30'00''$ N
- Latitud del Segundo Paralelo Base $29^{\circ}30'00''$
- Longitud del Meridiano Central $-102^{\circ}00'00''$
- Factor de Escala sobre el Meridiano Central 1.0
- Falso Este 2 500 000; Falso Norte 0

b) Definición de las escalas de trabajo a utilizar en base a las características del territorio en estudio. El diseño cartográfico se elaboró en el software ArcGis, generando una layout con dimensiones de 90 por 70 centímetros, en formato horizontal, este diseño corresponde a la totalidad de los planos elaborados en este proyecto. Sin embargo, debido a que los mapas representan diferentes dimensiones del territorio del área metropolitana de monterrey. Se determinaron escalas de trabajo 1:100,000, 1:1000000 y 1:4500000. Cabe señalar que la elección de la escala, se basa en las características de los municipios del Área Metropolitana de Monterrey.

Características finales del proyecto digital:

- 1.- El programa para la estructuración y elaboración de la cartografía fue el software Arcgis/Arcviw 9.3.
- 2.- Los archivos shapefile cuentan con los tributos necesarios para elaborar cada uno de los diferentes mapas.
- 3.- Los mapas se elaboraron con una leyenda estándar para todos y cada uno de ellos cuenta con un cuerpo del mapa y tira marginal.

Anexo 5. Lista de invitados y fecha de realización de cada grupo.

Primer grupo de discusión con la participación de **Expertos Académicos**

Fecha de realización del evento: **martes 10 de agosto de 2010**

Participantes:	Institución:
Dr. Juan Manuel Rodríguez Martínez	Geo-hidrología y Geofísica UANL
Dr. Víctor Hugo Guerra Cobián	Centro Internacional del Agua UANL
Dr. Jimmy Luis Loaiza Navia	Gerencia de Tratamiento SADM
Dr. Miguel Ángel López Zavala	Centro del Agua para América Latina y el Caribe ITESM

Segundo grupo de discusión con la participación de **Expertos Técnicos**

Fecha de realización del evento: **martes 21 de septiembre de 2010**

Participantes:	Institución:
Ing. José Alberto Pérez	Jefe de proyecto de agua subterránea CNA
Ing. Claudia Saldivar de la Fuente	Directora de Programación CNA
Ing. Amalio Cardona	Dirección del organismo de cuenca CNA
Ing. Ildefonso Garcés	Jefe de unidad de aprovechamiento y restauración SEMARNAT
Quim. Elisa Guillén	Jefe de departamento de impacto y riesgo ambiental SEMARNAT
Ing. José Luis Flores	Dirección de proyectos sustentables SADM
Ing. Cuauhtémoc Guajardo	Superintendente de operación y distribución SADM
Ing. Jorge Bernal	Gerente de tratamiento SADM
Quim. Maura Rico	Gerencia de calidad del agua SADM

Tercer grupo de discusión con la participación de **Tomadores de Decisiones**

Fecha de realización del evento: **martes 19 de octubre de 2010**

Participantes:	Institución:
Dr. Gerardo Mejía	Secretaría de Desarrollo Sustentable Gobierno del Edo de N.L.
Ing. Luis Rechy	Ternium representante de CAINTRA
Lic. Miguel Ángel Cantú	Asociación Hotelera de N.L. representante de CANACO
Ing. Santiago Magallanes	Delegado de CONAFOR
Lic. Alfonso Robledo	Congreso del Estado de N.L.

Ing. Juan Luis Ruiz
Ing. Erick Rivas
Lic. Carlos Ávila
Ing. Jesús Salgado

Dirección de servicios ambientales de CONAFOR
Instituto del Agua de Nuevo León
Secretaría Administrativa de SADM
Representante de CONAFOR

Anexo 6. Cuestionario para los grupos de discusión

Tema de la investigación: “Gestión Sustentable del Recurso Hídrico para el Área Metropolitana de Monterrey”

Objetivo: “Proponer un sistema de gestión del recurso hídrico para el AMM que propicie la sustentabilidad y la equidad considerando: las variables que resulten más importantes en una consulta a especialistas y expertos en el tema de gestión del agua en el AMM y de una propuesta tarifaria que surja a partir del perfil de los consumidores bajo tres escenarios previsibles en el mediano plazo.”

Objetivo del grupo de discusión: discutir los aspectos relacionados con la gestión sustentable del recurso hídrico, en la que se abordarán temas como: **tratamiento y re-uso del agua, protección ambiental y participación social en el marco de los posibles efectos provocados por el cambio climático.** La participación de los tomadores de decisiones es crucial, debido a la perspectiva integral en el manejo y gestión del recurso y a su capacidad para identificar la trascendencia de variables que expertos a en otras áreas no podrían visualizar.

Guía Focus Group

Perfil de los invitados: dependiendo del grupo

Rapport

Agradeciendo su asistencia a esta reunión, me gustaría comentarles que en esta ocasión nos interesa platicar con ustedes sobre aspectos relacionados con el manejo del agua en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM).

1. Gestión sustentable:

Actualmente en el AMM se lleva a cabo una gestión sustentable del agua.

- ¿Qué hace falta para que la gestión que se lleva a cabo en el AMM sea sustentable?
- ¿Cuáles son las variables involucradas para llevar a cabo una gestión sustentable del agua en el AMM?

2. Tratamiento y Re-uso de aguas residuales:

El nivel de re-uso actual contribuye de manera sustancial para que la gestión del recurso hídrico sea sustentable.

- Además del sector industrial, ¿qué otros sectores serían los más viables para ser usuarios de las aguas tratadas?
- ¿Qué cambios deberían hacerse para que esto sucediera?
- ¿Dadas las condiciones actuales de infraestructura en el AMM, habrá un balance positivo costo-beneficio al incrementar el re-uso de las aguas

tratadas respecto a los beneficios de disminuir el gasto de agua de primera mano?

3. Protección ambiental:

Los esfuerzos que se hacen actualmente (por parte de SADM, Gobierno, Agencias Federales) para la protección ambiental son suficientes y efectivos.

- ¿Cuáles son las principales limitantes que enfrenta la protección ambiental en la región?
- ¿Qué hace falta para llevar a cabo un cuidado mínimo adecuado de las partes altas de las cuencas hidrológicas que abastecen al AMM?
- ¿Cuáles son las variables más importantes relacionadas con la protección ambiental que participan en una gestión sustentable del agua?

4. Participación social:

Respecto a la participación social, podemos decir que solamente tiene efecto en el consumo del agua pero no en la gestión sustentable de la misma.

Los esfuerzos realizados a través de la cultura del agua han sido suficientes para evitar el desperdicio del agua.

- ¿Cuáles serían las mejoras más relevantes que deberían implementarse a partir del programa “cultura del agua” para aumentar los beneficios hacia una gestión sustentable del agua en el AMM?

Anexo 7. Resumen de los resultados de los tres grupos de discusión.

Resumen de los resultados del grupo de discusión con la participación de **Expertos Académicos**

Aspecto	Variables	Comentarios
Manejo Técnico	<p>Obras hidráulicas (infraestructura):</p> <ul style="list-style-type: none"> -Control de avenidas. -Recarga de acuíferos. -Sincronización de redes de suministro. -Tratamiento primario (uso doméstico) -Control de fugas. -Re-uso doméstico. -Colectores para recuperación de agua de lluvia. -Uso de aguas grises. -Drenaje municipal para la conducción del agua de lluvia. -Áreas de amortiguamiento. Humedales en los causes de los ríos. 	<p>Aunque la infraestructura actual es buena, las áreas de oportunidad están en la recuperación del agua de lluvia, control de fugas, mecanismos de tratamiento primario para el re-uso de aguas grises a nivel domiciliario.</p> <p>Se hace énfasis en el incremento en el re-uso de aguas tratadas en todos los sectores: industrial, servicios y doméstico.</p> <p>También se señala que el tratamiento de agua es caro por lo que esta agua debería ser utilizada en vez de ser enviada a Tamaulipas.</p> <p>Debe haber un incremento en la tarifa de agua de uso industrial de primera mano para que el agua tratada pueda ser una opción competitiva.</p>
Social	<ul style="list-style-type: none"> -Valor del recurso -Conciencia -Cultura del agua -Educación 	<p>No se valora el agua, es necesario crear conciencia para que tenga un claro impacto en el consumo, el consumo aún es muy alto, debe hacerse mayor esfuerzo en la cultura del agua propiciando una educación formal formativa, la educación informal no es eficiente ni suficiente para propiciar la conservación.</p> <p>Se propone educar a políticos e industriales. Concientización con tandeo y tarifas.</p>
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> -Tala -Recarga de acuíferos 	<p>La tala provoca la disminución en la recarga de acuíferos por la disminución en la</p>

	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio de uso de suelo -Esgurrimiento 	<p>infiltración, la erosión del suelo y el arrastre de materiales con altos costos ambientales y sociales.</p> <p>El cambio de uso de suelo en el marco del cambio climático propicia incremento de sequías y precipitaciones más intensas, se debe cambiar el estilo de vida para la adaptación para eventos extremos.</p>
Político	<ul style="list-style-type: none"> -Crecimiento poblacional -Nuevos polos de crecimiento -Normatividad para el re- uso y agua de lluvia -Desarrollo urbano 	<p>Debe tomarse en cuenta aspectos ambientales como la disponibilidad de los recursos en la planeación del crecimiento de la ciudad debe pensarse en el desarrollo de nuevos polos de crecimiento (planeación estratégica).</p> <p>Falta normatividad para el re-uso del recurso así como la conducción y aprovechamiento del agua de lluvia.</p> <p>Se señaló la importancia de consultar a los académicos para la toma de decisiones.</p>

Resumen de los resultados del grupo de discusión con la participación de **Expertos Técnicos**

Aspecto	VARIABLES	COMENTARIOS
Manejo Técnico	<p>Obras hidráulicas (infraestructura):</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la sectorización. - Inversión en tecnología. - Aumento en la macro y micro medición. - Incremento en la capacidad de tratamiento. - Control de abasto industrial macro y micro medición. - Manejo de agua de lluvia. - A nivel domiciliario, el uso de cisternas para 	<p>SADM lleva a cabo un manejo eficiente del recurso debido a que utiliza un sistema de abastecimiento que cuenta con fuentes subterráneas y superficiales que le permite distribuir el agua al menor costo, sin embargo las áreas de oportunidad son: el aumento de la eficiencia física que la actual es del 26%. También se mencionó la necesidad de aumentar el control de uso industrial mediante el uso de macro y micro medidores por parte de CNA.</p> <p>Se hizo énfasis en los beneficios del uso del agua de lluvia por ser agua potable y también la necesidad del manejo de las avenidas de agua respetando los caudales</p>

	<p>captar agua de lluvia, pavimento con materiales porosos, diseño de jardines como zonas de captación y filtración.</p> <p>Inversión en tratamientos secundarios y terciarios.</p>	<p>y evitando el cambio de uso de suelo y el deterioro de las partes altas de la cuenca.</p>
Social	<ul style="list-style-type: none"> - Cultura del agua programas intensivos. - Inversión en la educación básica. - Publicidad en medios para cambiar la percepción del uso de agua tratada. - Cultura del re-uso industrial. - Cultura del manejo de desechos sólidos y grasas. - Manejo del concepto de pago por servicios ambientales. 	<p>Se mencionó la necesidad de hacer más esfuerzos en el tema de cultura del agua dirigido hacia el ahorro, hacia el uso de las aguas tratadas, hacia el uso del agua de lluvia, hacia el manejo de desechos sólidos y grasas a nivel domiciliar y también una campaña dirigida a restaurantes y usuarios que desechan grasas y aceites.</p> <p>Dar más realce a los Espacios de Cultura del Agua establecidos por CNA para comprometer a la ciudadanía con el cuidado del agua.</p>
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Escorrentía y absorción del suelo, por cambio de uso de suelo. - Manejo del concepto Servicios Ambientales. - Reforestación del bosque y urbana. 	<p>Diseño de espacios naturales de recarga del subsuelo a través de jardines en las construcciones habitacionales así como la reforestación de las partes altas de la cuenca y en general de la zona serrana así como el incremento de los árboles en la zona urbana.</p>
Político	<p>Normatividad para los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso y distribución de agua tratada. - Uso y manejo de agua de lluvia. 	<p>Un manejo adecuado de incentivos económicos para que por un lado de incentive el ahorro y el buen uso del recurso y por otra parte se distribuya entre los usuarios la responsabilidad de mejoramiento y optimización de la red de</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo urbano, tamaño del lote, materiales de construcción, espacios verdes, cantidad de árboles. - Multas fuertes para evitar corrupción. - Precio competitivo del agua tratada. - Precios altos de agua de primera mano. - Estructura tarifaria que incentive el ahorro, y que incluya costos de mantenimiento de la fuente. 	<p>abasto así como de la conservación de la fuente.</p> <p>Revisar la normatividad y de no existir proponer el uso del agua de lluvia.</p> <p>Establecer normatividad más restrictiva en torno a la urbanización de zonas protegidas o de alto riesgo con programas urbanos más acorde a las condiciones naturales del sitio que va a urbanizarse.</p>
--	--	--

Resumen de los resultados del grupo de discusión con la participación de **Tomadores de Decisiones**

Aspecto	Variables	Comentarios
<p>Manejo Técnico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiencia física - Re-uso industrial. - Tratamientos secundarios y terciarios. - Nuevos desarrollo con red de agua tratada. - Plan de ordenamiento urbano. - Infraestructura para no mezclar agua de lluvia con agua residual. - Restaurar sistemas de manejo. - Financiamiento para conservación de 	<p>La eficiencia actual de SADM es del 26%. Del agua tratada la mitad va a Tamaulipas, aproximadamente el 40% para uso industrial el resto no se re-usa.</p> <p>El diseño de la ciudad no está preparado para un manejo sustentable del agua.</p>

	suelos.	
Social	<ul style="list-style-type: none"> - Cultura del agua. - Uso urbano de agua tratada. - Difusión de información veraz. - Estrategia mercadológica. - Uso y consumo responsable. 	<p>Incrementar la conciencia del ahorro. Fomentar el uso urbano del consumo de agua tratada. Fomentar la cultura de prevención. Fomento a programas de conservación. Promover iniciativas locales para la conservación del recurso. Distribución de información veraz. Programa mercadológico enfocado a aumentar la conciencia y cultura de la ciudadanía.</p> <p>Llevar a cabo una planeación para el uso y consumo del agua en vez de hacer esfuerzos para tratarla o re-utilizarla.</p>
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Pago por servicios ambientales, cuota en el recibo (luz, agua, etc.) - Reforestación. - Programa para protección contra incendios. - Ecoturismo. - Plan de ordenamiento forestal. - Plantaciones comerciales forestales. 	<p>La gestión será sustentable cuando la cantidad de agua utilizada sea menor a la disponibilidad, mediante el restablecimiento de la cuenca con recursos de SADM. En el mediano plazo se proyecta un incremento en las sequías. Históricamente la cuenca se encuentra en déficit.</p>
Político	<ul style="list-style-type: none"> - Precios del agua tratada. - Legislación para el uso de agua tratada en nuevos desarrollos. - Legislación para la autorización de desarrollos urbanos - Respeto a las leyes multas. - Crear un mercado para la conservación. 	<p>Establecer un mercado permanente por conservación. Comunicación entre el Consejo Federal Estatal y Ayuntamientos. Municipios con jurisprudencia para autorización de desarrollos urbanos. Establecer esquemas de recuperación del pago por servicios ambientales. Aumentar la inversión de gobiernos municipales debe ser rentable electoralmente.</p> <p>Desconcentrar la ciudad en vez de traer agua de otras partes.</p>

Anexo 8. Tarifa aplicada a los usuarios domésticos en el mes de septiembre de 2000.

SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY, I.P.D.

TARIFAS PARA CATEGORIA DE USUARIOS DOMESTICOS

ZONA CONURBADA DEL AREA METROPOLITANA

CATEGORIA 1 : SERVICIO DOMESTICO AGUA POTABLE SIN DRENAJE

SEPTIEMBRE 2000

AGUA POTABLE					
RANGOS DE CONSUMO METROS CUBICOS		IMPORTE POR RANGO	VALOR M3 ADICIONAL	IMPORTE POR RANGO	
MINIMO	MAXIMO	MINIMO		MAXIMO	
0	0	\$ 14.33	\$ 0.000	\$ 14.33	
1	10	14.62	0.287		17.20
11	15	20.93	3.726		35.83
16	20	39.75	3.915		55.41
21	25	59.89	4.494		77.87
26	30	84.09	6.219		108.97
31	35	115.70	6.741		142.66
36	40	150.02	7.359		179.46
41	45	187.45	7.990		219.41
46	50	228.09	8.677		262.80
51	55	271.87	9.067		308.14
56	60	317.62	9.480		355.54
61	70	365.42	9.881		454.35
71	80	464.64	10.294		557.29
81	90	568.03	10.753		664.81
91	100	676.03	11.222		777.03
101	110	788.72	11.692		893.95
111	120	916.26	22.307		1,117.02
121	130	1,139.81	22.778		1,344.81
131	140	1,368.06	23.248		1,577.29
141	150	1,601.01	23.717		1,814.46
151	160	1,838.66	24.200		2,056.46
161	170	2,081.17	24.714		2,303.60
171	180	2,328.86	25.264		2,556.24
181	190	2,582.03	25.792		2,814.16
191	200	2,840.49	26.330		3,077.46
201	Y MAS	3,092.75	15.292		

SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY, I.P.D.

TARIFAS PARA CATEGORIA DE USUARIOS DOMESTICOS

ZONA CONURBADA DEL AREA METROPOLITANA

CATEGORIA 2 : SERVICIO DOMESTICO AGUA POTABLE CON DRENAJE

SEPTIEMBRE 2000

AGUA POTABLE				DRENAJE SANITARIO	AMBOS SERVICIOS		
RANGOS DE CONSUMO METROS CUBICOS		IMPORTE POR RANGO	VALOR M3 ADICIONAL		IMPORTE POR RANGO	IMPORTE	
Mínimo	Máximo	MINIMO			MAXIMO	MINIMO	MAXIMO
0	0	\$ 19.52	\$ 0.000	\$ 19.52	25 %	\$ 24.40	\$ 24.40
1	6	20.09	0.573	22.96	25 %	25.11	28.70
7	15	26.75	3.287	57.04	25 %	33.44	71.30
16	20	60.96	3.915	76.61	25 %	76.19	95.77
21	25	81.11	4.494	99.09	25 %	101.39	123.86
26	30	105.31	6.219	130.19	25 %	131.64	162.74
31	35	136.92	6.741	163.88	25 %	171.15	204.85
36	40	171.24	7.359	200.68	25 %	214.05	250.85
41	45	208.67	7.990	240.63	25 %	260.84	300.79
46	50	249.31	8.677	284.02	25 %	311.64	355.02
51	55	293.09	9.067	329.36	25 %	366.36	411.70
56	60	338.83	9.480	376.75	25 %	423.54	470.94
61	70	386.63	9.881	475.56	25 %	483.29	594.45
71	80	485.85	10.294	578.50	25 %	607.31	723.13
81	90	589.25	10.753	686.03	25 %	736.56	857.54
91	100	697.25	11.222	798.25	25 %	871.56	997.81
101	110	809.94	11.692	915.17	25 %	1,012.43	1,143.96
111	120	937.48	22.307	1,138.24	25 %	1,171.85	1,422.80
121	130	1,161.02	22.778	1,366.02	25 %	1,451.27	1,707.53
131	140	1,389.27	23.248	1,598.50	25 %	1,736.59	1,998.13
141	150	1,622.22	23.717	1,835.67	25 %	2,027.77	2,294.59
151	160	1,859.87	24.200	2,077.67	25 %	2,324.84	2,597.09
161	170	2,102.38	24.714	2,324.81	25 %	2,627.98	2,906.01
171	180	2,350.07	25.264	2,577.45	25 %	2,937.59	3,221.81
181	190	2,603.24	25.792	2,835.37	25 %	3,254.05	3,544.21
191	200	2,861.70	26.330	3,098.67	25 %	3,577.13	3,873.34
201	Y MAS	3,113.96	15.292		25 %	3,892.45	

TARIFAS PARA CATEGORIA DE USUARIOS

DOMESTICOS COLECTIVOS

ZONA CONURBADA DEL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY

SEPTIEMBRE 2000

AGUA POTABLE		DRENAJE SANITARIO
CATEGORIA	COSTO M3 CONSUMIDO	PORCENTAJE SOBRE VALOR CONSUMO DE AGUA POTABLE
14	\$ 3.05	25.00%
15	Ver base para su aplicación	25.00%
16	\$ 3.05	-

Anexo 9. Tarifa aplicada al sector doméstico en el mes de julio de 2010.

SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY, I.P.D.

TARIFAS PARA USUARIOS DOMESTICOS

ZONA CONURBADA DEL AREA METROPOLITANA

CATEGORIA 2 : SERVICIO AGUA POTABLE CON DRENAJE

JULIO 2010

AGUA POTABLE Y DRENAJE SANITARIO					
CONSUMO MTS. ³ / MES	VALOR DEL CONSUMO INCLUYE 25% POR DRENAJE	CONSUMO MTS. ³ / MES	VALOR DEL CONSUMO INCLUYE 25% POR DRENAJE	CONSUMO MTS. ³ / MES	VALOR DEL CONSUMO INCLUYE 25% POR DRENAJE
0	0	41	435.58	82	1,317.33
1	1.09	42	453.60	83	1,341.80
2	2.16	43	471.71	84	1,365.95
3	3.25	44	489.61	85	1,390.29
4	4.33	45	507.71	86	1,414.59
5	5.41	46	527.16	87	1,438.55
6	6.50	47	546.67	88	1,462.89
7	13.63	48	566.28	89	1,487.08
8	20.79	49	585.86	90	1,511.33
9	27.94	50	605.38	91	1,536.54
10	35.06	51	625.90	92	1,561.81
11	48.77	52	646.43	93	1,587.28
12	57.03	53	666.68	94	1,612.45
13	65.28	54	687.15	95	1,637.69
14	73.54	55	707.58	96	1,663.20
15	81.81	56	728.91	97	1,688.29
16	88.42	57	750.34	98	1,713.65
17	95.08	58	771.61	99	1,738.94
18	101.73	59	793.04	100	1,764.00
19	108.37	60	814.35	101	1,790.73
20	115.05	61	836.69	102	1,817.00
21	128.89	62	858.85	103	1,843.19
22	142.75	63	881.05	104	1,869.53
23	156.60	64	903.52	105	1,895.91
24	170.49	65	925.69	106	1,922.31
25	184.44	66	948.09	107	1,949.14

26	199.26	67	970.33	108	1,975.05
27	214.18	68	992.55	109	2,001.51
28	229.00	69	1,014.81	110	2,027.85
29	243.89	70	1,037.14	111	2,078.20
30	258.68	71	1,060.48	112	2,128.28
31	274.00	72	1,083.51	113	2,178.79
32	289.16	73	1,106.59	114	2,228.70
33	304.39	74	1,129.98	115	2,278.87
34	319.51	75	1,153.13	116	2,329.43
35	334.74	76	1,176.10	117	2,379.64
36	351.36	77	1,199.56	118	2,429.62
37	367.83	78	1,222.55	119	2,480.11
38	384.37	79	1,246.03	120	2,530.35
39	401.01	80	1,269.20	121	2,581.99
40	417.70	81	1,293.16	122	2,633.37

AGUA POTABLE Y DRENAJE SANITARIO			
CONSUMO MTS.³/ MES	VALOR DEL CONSUMO INCLUYE 25% POR DRENAJE	CONSUMO MTS.³/ MES	VALOR DEL CONSUMO INCLUYE 25% POR DRENAJE
123	2,684.32	162	4,758.95
124	2,735.75	163	4,814.41
125	2,787.19	164	4,870.39
126	2,838.31	165	4,926.49
127	2,889.89	166	4,981.66
128	2,941.12	167	5,037.35
129	2,992.31	168	5,093.34
130	3,043.79	169	5,148.59
131	3,096.35	170	5,204.98
132	3,148.53	171	5,261.24
133	3,200.81	172	5,318.24
134	3,253.19	173	5,375.54
135	3,305.81	174	5,432.28
136	3,358.35	175	5,489.10
137	3,410.79	176	5,545.76
138	3,462.94	177	5,603.38
139	3,515.31	178	5,660.18
140	3,567.73	179	5,716.81
141	3,621.06	180	5,773.95
142	3,674.43	181	5,831.36
143	3,728.36	182	5,889.98
144	3,781.62	183	5,948.41

145	3,834.89	184	6,006.22
146	3,888.53	185	6,064.54
147	3,941.62	186	6,122.89
148	3,995.45	187	6,180.59
149	4,048.70	188	6,238.55
150	4,102.13	189	6,297.25
151	4,156.65	190	6,355.03
152	4,211.54	191	6,414.26
153	4,265.64	192	6,473.76
154	4,320.28	193	6,533.29
155	4,374.88	194	6,591.88
156	4,429.43	195	6,651.70
157	4,483.73	196	6,711.53
158	4,538.55	197	6,770.65
159	4,593.31	198	6,829.76
160	4,647.40	199	6,888.89
161	4,703.21	200	6,923.50

Cuando el consumo mensual rebase los 200 metros cúbicos los usuarios pagarán \$ 6,923.50, que corresponden al valor de ese consumo, más la cantidad de \$ 34.63 por cada metro cúbico adicional, misma que ya incluye el 25% por concepto de drenaje sanitario.

Los usuarios que tengan 0 metros de consumo y hasta 10 metros cúbicos se les agregará un cargo fijo de \$ 30.89, y a partir de 11 metros cúbicos se les agregará un cargo fijo de \$ 35.69.

Anexo 10. Metodología del estudio de índice de bienestar

El INEGI elaboró un estudio para establecer el nivel de bienestar de las unidades poblacionales con el propósito de *“Aportar un resumen comparativo de entidades federativas, municipios y áreas geoestadísticas básicas del país, a partir de la clasificación de éstas en siete grupos o estratos que muestren sus diferencias y similitudes con base en indicadores relacionados con temáticas tales como vivienda, educación, salud y empleo, contruidos a partir de información del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, en apoyo a la toma de decisiones.”*

Para ello los indicadores se agruparon de la siguiente manera:

- a) Infraestructura de la vivienda
- b) Calidad de la vivienda
- c) Hacinamiento
- d) Equipamiento en la vivienda
- e) Salud
- f) Educación y
- g) Empleo

Los indicadores empleados para realizar la clasificación a nivel AGEB (Área Geoestadística Básica) son:

1. Porcentaje de población en viviendas con agua entubada en el ámbito de la vivienda.
2. Porcentaje de población en viviendas con energía eléctrica.
3. Porcentaje de población en viviendas con drenaje.
4. Porcentaje de población en viviendas con piso diferente de tierra.
5. Porcentaje de población en viviendas con paredes de materiales durables.
6. Porcentaje de población en viviendas con techos de materiales durables.
7. Porcentaje de población en viviendas sin hacinamiento.
8. Porcentaje de población en viviendas con servicio sanitario exclusivo.
9. Porcentaje de población en viviendas que usan gas o electricidad para cocinar.
10. Porcentaje de población en viviendas con refrigerador.
11. Porcentaje de población en viviendas con radio, radiograbadora o televisión.
12. Porcentaje de población en viviendas con teléfono.
13. Porcentaje de población en viviendas con automóvil o camioneta propios.
14. Porcentaje de población con derechohabiencia a servicios de salud.
15. Porcentaje de población de 15 años y más alfabeta.
16. Porcentaje de niños de 6 a 14 años que asisten a la escuela.
17. Porcentaje de adolescentes de 12 a 17 años que asisten a la escuela.
18. Porcentaje de población de 15 años y más con instrucción postprimaria.
19. Porcentaje de población ocupada femenina.
20. Porcentaje de población económicamente activa entre 20 y 49 años.
21. Perceptores por cada 100 personas.
22. Porcentaje de población ocupada que percibe más de dos y medio salarios mínimos.
23. Porcentaje de población ocupada que percibe más de cinco salarios mínimos.

24. Porcentaje de población en hogares que perciben más de \$10.42 diarios por persona.
25. Porcentaje de población ocupada que son trabajadores familiares sin pago.
26. Porcentaje de población ocupada en el sector terciario formal.
27. Porcentaje de población ocupada que son profesionistas o técnicos.

Las expresiones empleadas para establecer los niveles de bienestar a partir de las variables anteriores se pueden consultar en www.inegi.org.mx

Después de efectuada la clasificación y el agrupamiento de las variables en los 7 niveles de bienestar se estableció la siguiente relación:

Nivel de bienestar 1, corresponde a un nivel socioeconómico bajo.

Niveles de bienestar 2 y 3 corresponden a un nivel socioeconómico medio bajo.

Nivel de bienestar 4 corresponde a un nivel socioeconómico medio.

Niveles de bienestar 5 y 6 corresponden a un nivel socioeconómico medio alto.

Nivel de bienestar 7 corresponde a un nivel socioeconómico alto.

Anexo 11. Comparación del consumo per-cápita para los años 2000 y 2010.

Tests of Assumptions Section

Assumption	Value	Probability	Decision(.050)
Skewness Normality (CONSUMO_2000)	37.3932	0.000000	Reject normality
Kurtosis Normality (CONSUMO_2000)	21.8953	0.000000	Reject normality
Omnibus Normality (CONSUMO_2000)	1877.6528	0.000000	Reject normality
Skewness Normality (CONSUMO_2010)	31.8871	0.000000	Reject normality
Kurtosis Normality (CONSUMO_2010)	20.0411	0.000000	Reject normality
Omnibus Normality (CONSUMO_2010)	1418.4311	0.000000	Reject normality
Variance-Ratio Equal-Variance Test	1.0325	0.618765	Cannot reject equal variances
Modified-Levene Equal-Variance Test	2.0992	0.147541	Cannot reject equal variances

Descriptive Statistics Section

Variable	Count	Standard Mean	Standard Deviation	95.0% LCL Error	95.0% UCL of Mean	of Mean
CONSUMO_2000	972	169.1631	325.0583	10.42625	148.6784	189.6477
CONSUMO_2010	972	220.0395	330.2923	10.59413	199.225	240.854

Note: T-alpha (CONSUMO_2000) = 1.9647, T-alpha (CONSUMO_2010) = 1.9647

Equal-Variance T-Test Section

Alternative Hypothesis	T-Value	Prob Level	Reject H0 at .050	Power (Alpha=.050)	Power (Alpha=.010)
Difference <> 0	-3.4228	0.000633	Yes	0.928239	0.801484
Difference < 0	-3.4228	0.000316	Yes	0.962291	0.863552
Difference > 0	-3.4228	0.999684	No	0.000000	0.000000

Difference: (CONSUMO_2000)-(CONSUMO_2010)

Anexo 12. Comparación del consumo entre municipios para cada nivel de bienestar.

NIVEL DE BIENESTAR 2

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	Chi-Square DF	Prob (H)	Level	Decision(0.05)
Not Corrected for Ties	5	207.624	0.000000	Reject H0
Corrected for Ties	5	207.6241	0.000000	Reject H0

NIVEL DE BIENESTAR 3

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	Chi-Square DF	Prob (H)	Level	Decision(0.05)
Not Corrected for Ties	6	142.868	0.000000	Reject H0
Corrected for Ties	6	142.868	0.000000	Reject H0

NIVEL DE BIENESTAR 4

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	Chi-Square DF	Prob (H)	Level	Decision(0.05)
Not Corrected for Ties	6	194.4454	0.000000	Reject H0
Corrected for Ties	6	194.4454	0.000000	Reject H0

NIVEL DE BIENESTAR 5

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	Chi-Square DF	Prob (H)	Level	Decision(0.05)
Not Corrected for Ties	5	415.3174	0.000000	Reject H0
Corrected for Ties	5	415.3174	0.000000	Reject H0

NIVEL DE BIENESTAR 6

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	Chi-Square DF	Prob (H)	Level	Decision(0.05)
Not Corrected for Ties	6	117.9357	0.000000	Reject H0
Corrected for Ties	6	117.9357	0.000000	Reject H0

NIVEL DE BIENESTAR 7

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	Chi-Square DF	Prob (H)	Level	Decision(0.05)
Not Corrected for Ties	5	1042.002	0.000000	Reject H0
Corrected for Ties	5	1042.002	0.000000	Reject H0

Anexo 13. Relación entre consumo y cantidad de habitantes.

Datos del año 2000

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo_2000	Rows Processed	15176
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.0137	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.0137	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.1687	Rows Used in Estimation	15176
Mean Square Error	0.1997241	Sum of Weights	13720.730
Square Root of MSE	0.446905	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	27.961		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 10%?	of Test at 10%
Intercept	2.74145	0.00741	370.034	0.0000	Yes	1.0000
POB TOT	-0.00077	0.00005	-14.538	0.0000	Yes	1.0000

Datos del año 2010

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo_2010	Rows Processed	15700
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.0042	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.0042	Rows with Y Missing	298
Coefficient of Variation	0.1581	Rows Used in Estimation	15402
Mean Square Error	0.1967825	Sum of Weights	13631.483
Square Root of MSE	0.4436018	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	290.706		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 10%?	of Test at 10%
Intercept	2.85749	0.00741	385.884	0.0000	Yes	1.0000
POB TOT	-0.00047	0.00006	-8.078	0.0000	Yes	1.0000

Anexo 14. Comparación del consumo contra nivel de bienestar y del nivel de bienestar contra la cantidad de habitantes promedio por vivienda.

Consumo contra nivel de bienestar

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

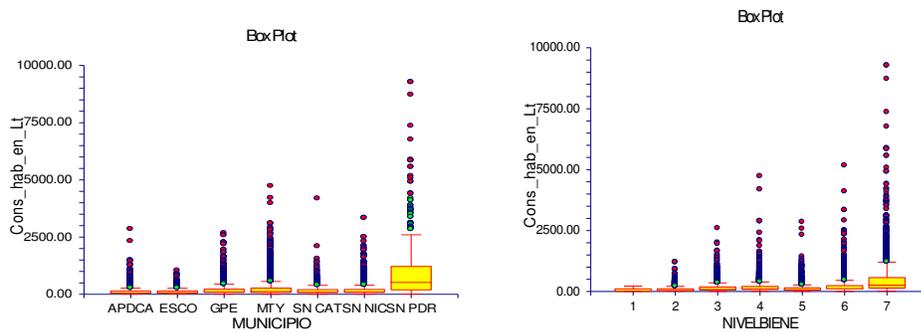
H0: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	Chi-Square DF	Prob (H)	Level	Decision(0.05)
Not Corrected for Ties	5	4340.333	0.000000	Reject H0
Corrected for Ties	5	4340.333	0.000000	Reject H0

Consumo en litros por habitante por municipio y por nivel de bienestar



Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	Chi-Square DF	Prob (H)	Level	Decision(0.05)
Not Corrected for Ties	6	1090.218	0.000000	Reject H0
Corrected for Ties	6	1090.218	0.000000	Reject H0

Cantidad de habitantes por nivel de bienestar

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method	Chi-Square DF	Prob (H)	Level	Decision(0.05)
Not Corrected for Ties	5	3090.82	0.000000	Reject H0

Corrected for Ties

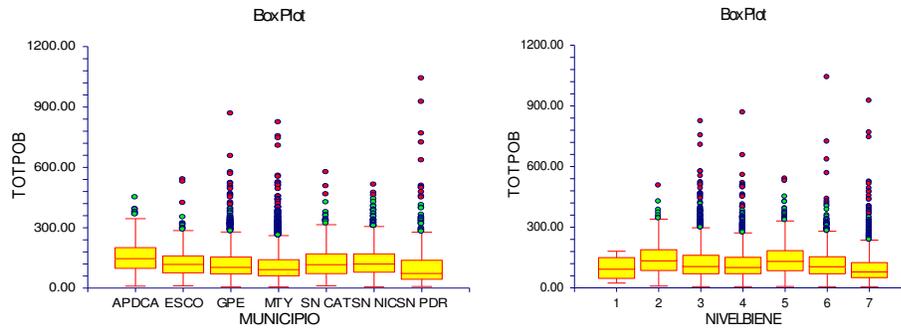
5

3090.929

0.000000

Reject H0

Habitantes por municipio y por nivel de bienestar



Response TOTPOB

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks

Hypotheses

H0: All medians are equal.

Ha: At least two medians are different.

Test Results

Method

Not Corrected for Ties

Corrected for Ties

DF

6

6

Chi-Square

(H)

575.3862

575.4002

Prob

Level

0.000000

0.000000

Decision(0.05)

Reject H0

Reject H0

Anexo 15. Relación entre consumo y nivel escolar.

APODACA

Run Summary Section 2000

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Cons_viv_m3_mes_	Rows Processed	864
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.0472	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.0461	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.6759	Rows Used in Estimation	864
Mean Square Error	96.80514	Sum of Weights	864.000
Square Root of MSE	9.83896	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	55.573		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	Reject to test H0:B(i)=0	Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	11.1809	0.6155	18.166	0.0000	Yes	1.0000
grado_ingreso	1860.8946	284.6896	6.537	0.0000	Yes	1.0000

Run Summary Section 2010

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Consumo	Rows Processed	15176
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	14344
R2 0.0016	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.0004	Rows with Y Missing	1
Coefficient of Variation	0.2876	Rows Used in Estimation	831
Mean Square Error	22.30888	Sum of Weights	671.851
Square Root of MSE	4.723228	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	22.044		

Correlation Matrix Section

Ingreso Grado_	Consumo	
Grado_Ingreso	1.0000	-0.0396
Consumo	-0.0396	1.0000

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	Reject to test H0:B(i)=0	Prob Level	Power H0 at 10%?	of Test at 10%
Intercept	16.74958	0.33831	49.510	0.0000	Yes	1.0000
Grado_Ingreso	-285.99204	250.55965	-1.141	0.2540	No	0.3100

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Cons_viv__m3_mes_	Rows Processed	864
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.0211	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.0199	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.6851	Rows Used in Estimation	864
Mean Square Error	99.46336	Sum of Weights	864.000
Square Root of MSE	9.973132	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	55.162		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	23.6803	2.1454	11.038	0.0000	Yes	1.0000
Grado_Ingreso	-0.9662	0.2244	-4.307	0.0000	Yes	0.9905

ESCOBEDO**Run Summary Section**

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Cons_viv__m3_mes_	Rows Processed	927
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.3282	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.3274	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.2943	Rows Used in Estimation	927
Mean Square Error	10.63989	Sum of Weights	927.000
Square Root of MSE	3.261884	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	24.786		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	14.5972	0.1970	74.095	0.0000	Yes	1.0000
grado_ingreso	-1541.7854	72.5335	-21.256	0.0000	Yes	1.0000

GUADALUPE**Run Summary Section**

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Cons_viv__m3_mes_	Rows Processed	3445
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.1719	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.1717	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.4484	Rows Used in Estimation	3445
Mean Square Error	47.25615	Sum of Weights	3445.000
Square Root of MSE	6.874311	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	52.948		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	21.0440	0.2437	86.351	0.0000	Yes	1.0000
grado_ingreso	-2969.3221	111.0649	-26.735	0.0000	Yes	1.0000

MONTERREY

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Cons_viv_m3_mes_	Rows Processed	5922
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.1339	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.1337	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.5915	Rows Used in Estimation	5922
Mean Square Error	86.60477	Sum of Weights	5922.000
Square Root of MSE	9.306169	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	65.324		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	21.6745	0.2306	93.973	0.0000	Yes	1.0000
grado_ingreso	-3110.1418	102.8159	-30.250	0.0000	Yes	1.0000

SAN NICOLÁS

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Cons_viv_m3_mes_	Rows Processed	2255
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.1015	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.1011	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.5346	Rows Used in Estimation	2255
Mean Square Error	84.53144	Sum of Weights	2255.000
Square Root of MSE	9.194098	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	40.512		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	21.3907	0.3263	65.555	0.0000	Yes	1.0000
grado_ingreso	-3241.8672	203.1686	-15.957	0.0000	Yes	1.0000

SANTA CATARINA

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Cons_viv_m3_mes_	Rows Processed	957
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.0095	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.0085	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.4176	Rows Used in Estimation	957
Mean Square Error	38.15464	Sum of Weights	957.000
Square Root of MSE	6.176944	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	31.563		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	Reject to test H0:B(i)=0	Power Prob Level	H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	16.0532	0.4627	34.697	0.0000	Yes	1.0000
grado_ingreso	-551.4119	182.2511	-3.026	0.0025	Yes	0.8567

SAN PEDRO

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Cons_viv_m3_mes_	Rows Processed	777
Number Ind. Variables	1	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.2762	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.2753	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.5867	Rows Used in Estimation	777
Mean Square Error	685.5469	Sum of Weights	777.000
Square Root of MSE	26.18295	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	55.997		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	Reject to test H0:B(i)=0	Power Prob Level	H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	57.4876	1.2006	47.881	0.0000	Yes	1.0000
grado_ingreso	-16727.9348	972.6719	-17.198	0.0000	Yes	1.0000

Anexo 16. Fracción del salario que representa la tarifa.

NIVEL DE BIENESTAR 2

Año 2000

Summary Section of tarifa_ingreso

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
1194	1.989986E-02 1.093462	5.627624E-02	1.628632E-03	2.77372E-04	1.09374	

Percentile Section of tarifa_ingreso

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	0.3041597	0.2670396	0.8177075	96.32376
95	4.719432E-02	3.612896E-02	7.354815E-02	95.38532
90	2.567341E-02	2.263397E-02	2.908614E-02	95.20129
85	1.989469E-02	1.897881E-02	0.0215383	95.2621
80	1.753564E-02	1.700499E-02	1.872457E-02	95.34638
75	1.615797E-02	1.517095E-02	1.695525E-02	95.13335
70	1.450952E-02	1.372232E-02	1.517095E-02	95.31583
65	0.0132489	1.274683E-02	0.0137989	95.14363
60	0.0122706	1.174105E-02	1.289126E-02	95.21761
55	0.0114166	1.095722E-02	1.182711E-02	95.20857
50	1.063538E-02	0.0101465	1.102603E-02	95.0873
45	9.807808E-03	9.271351E-03	1.028247E-02	95.20857
40	8.863793E-03	8.192911E-03	9.349124E-03	95.20745
35	7.652385E-03	6.891519E-03	8.243867E-03	95.10677
30	6.387008E-03	5.259577E-03	7.048885E-03	95.33653
25	2.967588E-03	2.67538E-03	5.363462E-03	95.12591
20	2.432202E-03	2.197465E-03	2.645742E-03	95.3009
15	1.801011E-03	1.682861E-03	2.076124E-03	95.30425
10	1.491613E-03	1.366195E-03	1.603782E-03	95.19676
5	1.041894E-03	8.97957E-04	1.226047E-03	95.38532
1	6.24438E-04	4.25006E-04	6.6757E-04	95.71378

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

Summary Section of Cons_viv_m3_mes_

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
1194	10.62747 131.6707	9.921781	0.2871359	1.128419	132.7991	

Percentile Section of Cons_viv_m3_mes_

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	65.08852	58.83432	117.3205	96.32376
95	21.32758	18.47063	27.53492	95.38532
90	14.68816	13.50305	15.964	95.20129
85	12.28654	11.88713	12.83989	95.2621
80	11.36925	11.02751	11.76231	95.34638

75	10.79754	10.58378	11.01185	95.13335
70	10.24792	10.07174	10.5921	95.31583
65	9.897557	9.683867	10.10254	95.14363
60	9.550926	9.384633	9.7232	95.21761
55	9.268288	9.128022	9.403959	95.20857
50	9.002479	8.886074	9.170685	95.0873
45	8.797487	8.572958	8.9027	95.20857
40	8.411942	8.225297	8.610711	95.20745
35	8.094584	7.872241	8.256613	95.10677
30	7.65576	7.415536	7.912333	95.33653
25	7.07433	6.7556	7.41684	95.12591
20	6.381826	5.982884	6.695463	95.3009
15	5.555696	5.067822	5.881454	95.30425
10	4.243203	3.960005	4.805693	95.19676
5	3.339059	2.75801	3.717124	95.38532
1	1.621641	1.289622	1.851192	95.71378

Año 2010

Summary Section of Nivel_2

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
878	4.150733E-02	0.1082419	3.652986E-03	4.27837E-04	1.610131	1.609703

Percentile Section of Nivel_2

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	0.5742003	0.5170664	1.610131	95.27414
95	8.027495E-02	5.059073E-02	0.3112768	95.60336
90	3.731994E-02	3.470581E-02	0.0425364	95.13123
85	3.470581E-02	3.211132E-02	3.470581E-02	95.29341
80	2.886525E-02	2.886525E-02	3.211132E-02	95.26669
75	2.886525E-02	2.886525E-02	2.886525E-02	95.31149
70	2.659575E-02	2.562311E-02	2.886525E-02	95.33214
65	2.562311E-02	2.562311E-02	2.562311E-02	95.24893
60	2.562311E-02	0.0223849	2.562311E-02	95.01368
55	0.0223849	0.0223849	2.562311E-02	95.08331
50	0.0223849	0.0223849	0.0223849	95.30986
45	0.0223849	1.914276E-02	0.0223849	95.08331
40	1.914276E-02	1.914276E-02	1.914276E-02	95.0431
35	1.914276E-02	1.914276E-02	1.914276E-02	95.24893
30	1.752836E-02	1.376143E-02	1.914276E-02	95.33214
25	1.376143E-02	1.376143E-02	1.376143E-02	95.3009
20	1.376143E-02	1.376143E-02	1.376143E-02	95.23618
15	1.096675E-02	1.096675E-02	1.376143E-02	95.29341
10	8.160301E-03	8.160301E-03	1.096675E-02	95.0116
5	2.551321E-03	2.123484E-03	5.349923E-03	95.57291
1	4.27837E-04	4.27837E-04	8.47824E-04	95.87447

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

NIVEL DE BIENESTAR 3

Año 2000

Summary Section of tarifa_ingreso

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
3567	1.465711E-02 0.4218796	0.0188778	3.16082E-04	2.1183E-04	0.4220914	

Percentile Section of tarifa_ingreso

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	0.1017006	8.178303E-02	0.1412128	95.80668
95	3.096006E-02	2.806186E-02	3.401818E-02	95.43826
90	2.187472E-02	2.115473E-02	2.274307E-02	95.25106
85	1.900853E-02	1.841834E-02	1.965948E-02	95.1116
80	1.739215E-02	1.708668E-02	1.768742E-02	95.08944
75	1.632136E-02	1.605454E-02	0.0165927	95.14052
70	1.538658E-02	1.506219E-02	0.0156853	95.15117
65	1.448076E-02	1.421441E-02	0.0147309	95.07003
60	1.372539E-02	1.352139E-02	0.0139479	95.06237
55	1.303034E-02	1.284769E-02	1.328169E-02	95.09579
50	1.235552E-02	1.215019E-02	1.259595E-02	95.18313
45	1.174961E-02	1.156695E-02	1.195342E-02	95.10439
40	0.0110249	1.083483E-02	1.128026E-02	95.05364
35	1.038535E-02	1.014903E-02	1.058144E-02	95.07003
30	9.570951E-03	9.356035E-03	9.842455E-03	95.15117
25	8.700386E-03	8.43952E-03	9.014495E-03	95.14052
20	7.550531E-03	7.198625E-03	7.92868E-03	95.08944
15	6.172084E-03	5.813169E-03	6.591896E-03	95.1116
10	4.437909E-03	3.996711E-03	4.823763E-03	95.22867
5	1.647958E-03	1.568894E-03	1.72907E-03	95.43826
1	5.787886E-04	5.05663E-04	6.59329E-04	95.70061

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

Año 2010

Summary Section of Nivel_3

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
3197	0.0218138 0.9786608	4.055024E-02	7.171699E-04	2.56702E-04	0.9789175	

Percentile Section of Nivel_3

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	0.1570074	0.1333625	0.3331449	95.62578
95	5.393095E-02	4.692699E-02	6.452874E-02	95.33838
90	3.035441E-02	2.709501E-02	3.361853E-02	95.17972
85	2.552182E-02	2.395806E-02	2.552182E-02	95.24809
80	2.239194E-02	2.239194E-02	2.395806E-02	95.08623
75	2.082347E-02	2.082347E-02	2.239194E-02	95.00878

70	2.082347E-02	1.926677E-02	2.082347E-02	95.09701
65	1.926677E-02	1.926677E-02	1.926677E-02	95.05954
60	1.731914E-02	1.731914E-02	1.926677E-02	95.08912
55	1.731914E-02	1.731914E-02	1.731914E-02	95.15095
50	1.537385E-02	1.537385E-02	1.731914E-02	95.03516
45	1.537385E-02	1.537385E-02	1.537385E-02	95.14626
40	1.537385E-02	1.537385E-02	1.537385E-02	95.0794
35	1.343093E-02	1.343093E-02	1.343093E-02	95.05954
30	1.343093E-02	1.343093E-02	1.343093E-02	95.09701
25	1.148564E-02	1.148564E-02	1.148564E-02	95.00878
20	1.148564E-02	8.256853E-03	1.148564E-02	95.08679
15	8.256853E-03	8.256853E-03	8.256853E-03	95.24809
10	6.580047E-03	4.896177E-03	6.580047E-03	95.15476
5	3.209952E-03	3.209952E-03	3.209952E-03	95.26692
1	1.019742E-03	7.65396E-04	1.274089E-03	95.56205

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

NIVEL DE BIENESTAR 4

Año 2000

Summary Section of tarifa_ingreso

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
2852	1.190288E-02 0.3133853	1.696956E-02	3.177575E-04	2.16236E-04	0.3136016	

Percentile Section of tarifa_ingreso

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	0.1217158	8.264931E-02	0.2125485	95.30581
95	2.284531E-02	2.133537E-02	0.0245432	95.20126
90	1.777577E-02	1.718861E-02	1.875001E-02	95.06068
85	1.562921E-02	1.512209E-02	1.614232E-02	95.08209
80	1.416807E-02	1.374916E-02	1.451905E-02	95.07612
75	1.298464E-02	1.264414E-02	1.324795E-02	95.09179
70	1.195192E-02	1.173662E-02	1.227855E-02	95.01854
65	1.127165E-02	1.099483E-02	1.145982E-02	95.03573
60	1.058639E-02	0.0103729	1.080379E-02	95.1001
55	1.000643E-02	9.799926E-03	1.020695E-02	95.18156
50	9.371741E-03	9.133261E-03	9.628533E-03	95.05774
45	8.805781E-03	8.609445E-03	8.98941E-03	95.18425
40	8.296671E-03	8.101299E-03	8.455767E-03	95.08922
35	7.783141E-03	7.63468E-03	7.955163E-03	95.03573
30	7.281933E-03	7.069071E-03	7.432326E-03	95.01854
25	6.684525E-03	6.47416E-03	6.888025E-03	95.09179
20	5.942375E-03	5.734303E-03	6.188575E-03	95.07612
15	5.088945E-03	4.738567E-03	5.315313E-03	95.05705
10	3.957954E-03	3.631685E-03	4.198492E-03	95.07702
5	1.116238E-03	9.56515E-04	2.684233E-03	95.20126
1	3.533316E-04	3.25628E-04	3.86347E-04	95.11317

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

Año 2010

Summary Section of Nivel_4

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
3005	1.572181E-02 0.4402822	2.660636E-02	4.853592E-04	1.60439E-04	0.4404426	

Percentile Section of Nivel_4

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	0.267331	0.1362537	0.2984823	96.29295
95	3.152548E-02	2.932938E-02	3.370686E-02	95.07032
90	2.305019E-02	2.101159E-02	2.305019E-02	95.1904
85	1.897151E-02	1.693438E-02	1.897151E-02	95.08572
80	1.693438E-02	1.595114E-02	1.693438E-02	95.0126
75	1.595114E-02	1.497379E-02	1.595114E-02	95.23272
70	1.497379E-02	1.497379E-02	1.497379E-02	95.12083
65	1.399497E-02	1.399497E-02	1.399497E-02	95.11394
60	1.301467E-02	1.301467E-02	1.399497E-02	95.15524
55	1.301467E-02	1.301467E-02	1.301467E-02	95.01438
50	1.204174E-02	1.204174E-02	1.301467E-02	95.1198
45	1.204174E-02	1.204174E-02	1.204174E-02	95.02163
40	1.082446E-02	1.082446E-02	1.082446E-02	95.1543
35	1.082446E-02	1.082446E-02	1.082446E-02	95.10422
30	9.608662E-03	9.608662E-03	9.608662E-03	95.11874
25	9.608662E-03	8.394332E-03	9.608662E-03	95.23272
20	8.394332E-03	8.394332E-03	8.394332E-03	95.00857
15	7.17853E-03	7.17853E-03	7.17853E-03	95.06491
10	5.160534E-03	4.112531E-03	5.160534E-03	95.18039
5	3.060112E-03	2.00622E-03	3.060112E-03	95.08933
1	3.17934E-04	3.17934E-04	4.78372E-04	95.69989

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

NIVEL DE BIENESTAR 5

Año 2000

Summary Section of tarifa_ingreso

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
1917	4.796444E-03 2.641653E-02	3.297089E-03	7.530428E-05	1.42145E-04	2.655867E-02	

Percentile Section of tarifa_ingreso

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	2.157139E-02	1.989893E-02	2.482642E-02	95.07833

95	1.098511E-02	9.622107E-03	0.0122033	95.35343
90	7.629569E-03	7.155669E-03	8.236181E-03	95.23078
85	6.454308E-03	6.230847E-03	6.736165E-03	95.26969
80	5.903176E-03	5.760406E-03	6.073379E-03	95.11204
75	5.532546E-03	5.381373E-03	5.666296E-03	95.19764
70	5.180873E-03	5.082898E-03	5.341899E-03	95.08523
65	4.933793E-03	4.822989E-03	5.033455E-03	95.03575
60	4.664575E-03	4.574787E-03	4.79334E-03	95.24776
55	4.432901E-03	4.33301E-03	4.546233E-03	95.16525
50	4.187741E-03	4.068084E-03	4.299905E-03	95.05223
45	3.915727E-03	3.818864E-03	4.036403E-03	95.16525
40	3.701507E-03	3.608304E-03	3.799296E-03	95.23179
35	3.477693E-03	3.380395E-03	3.58337E-03	95.03575
30	3.25426E-03	3.163603E-03	0.0033602	95.10444
25	3.029264E-03	2.932494E-03	3.109152E-03	95.20845
20	2.778725E-03	2.661803E-03	2.867467E-03	95.11292
15	2.465003E-03	2.355256E-03	2.581094E-03	95.26969
10	2.114789E-03	1.993798E-03	2.22365E-03	95.23078
5	1.40818E-03	5.7641E-04	1.651068E-03	95.35343
1	1.791604E-04	1.69505E-04	1.95988E-04	95.00354

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

Año 2010

Summary Section of Nivel_5

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
2153	8.779371E-03	2.423755E-02	5.223561E-04	8.55674E-05	0.6658437	
	0.6657581					

Percentile Section of Nivel_5

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	6.809492E-02	3.560859E-02	0.1384778	95.58749
95	0.0191459	0.0168136	2.030694E-02	95.22169
90	1.229344E-02	1.120619E-02	1.338384E-02	95.17277
85	1.011815E-02	9.031676E-03	1.011815E-02	95.02688
80	8.507281E-03	8.507281E-03	8.507281E-03	95.07934
75	7.986027E-03	7.986027E-03	7.986027E-03	95.06117
70	7.463987E-03	7.463987E-03	7.986027E-03	95.17416
65	7.463987E-03	7.463987E-03	7.463987E-03	95.0638
60	6.941163E-03	6.941163E-03	6.941163E-03	95.22672
55	6.941163E-03	6.941163E-03	6.941163E-03	95.13058
50	6.422263E-03	6.422263E-03	6.422263E-03	95.01151
45	6.422263E-03	6.422263E-03	6.422263E-03	95.11515
40	6.422263E-03	5.77305E-03	6.422263E-03	95.22672
35	5.77305E-03	5.77305E-03	5.77305E-03	95.05947
30	5.77305E-03	5.77305E-03	5.77305E-03	95.17416
25	5.124622E-03	5.124622E-03	5.124622E-03	95.07119
20	5.124622E-03	4.476979E-03	5.124622E-03	95.06702
15	4.476979E-03	3.828551E-03	4.476979E-03	95.02688
10	2.752286E-03	2.752286E-03	3.828551E-03	95.18197
5	2.193351E-03	2.193351E-03	2.193351E-03	95.22169

1 1.69565E-04 1.69565E-04 1.69565E-04 95.00821

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

NIVEL DE BIENESTAR 6

Año 2000

Summary Section of tarifa_ingreso

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
2320	5.988734E-03 0.1972755	1.077934E-02	2.237938E-04	5.63164E-05	0.1973318	

Percentile Section of tarifa_ingreso

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	8.812895E-02	0.0672339	0.1107417	96.22469
95	1.750543E-02	1.525228E-02	1.958729E-02	95.46737
90	8.831391E-03	7.981446E-03	1.021925E-02	95.15388
85	6.527408E-03	6.253099E-03	6.925756E-03	95.19603
80	5.700212E-03	5.570824E-03	5.92375E-03	95.14302
75	5.277556E-03	5.152863E-03	5.412636E-03	95.06717
70	4.96722E-03	4.858323E-03	5.050678E-03	95.12823
65	4.659806E-03	4.567257E-03	4.779217E-03	95.23817
60	4.418548E-03	4.333533E-03	4.518975E-03	95.12583
55	4.189495E-03	4.114105E-03	4.28564E-03	95.01446
50	3.994554E-03	3.899936E-03	4.091047E-03	95.12574
45	3.815572E-03	3.748926E-03	3.873974E-03	95.01389
40	3.648514E-03	3.573181E-03	3.71353E-03	95.10438
35	3.459828E-03	3.374742E-03	3.534922E-03	95.23817
30	3.282699E-03	3.195523E-03	3.344641E-03	95.12823
25	3.045571E-03	2.943092E-03	3.125935E-03	95.0634
20	2.72642E-03	2.558168E-03	2.852634E-03	95.13763
15	2.170226E-03	1.989045E-03	2.345106E-03	95.19603
10	1.396549E-03	1.092057E-03	1.674841E-03	95.15388
5	2.983985E-04	2.70693E-04	3.29666E-04	95.43774
1	7.051428E-05	6.08419E-05	1.52507E-04	95.32526

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

Año 2010

Summary Section of Nivel_6

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
2234	8.469998E-03	3.162583E-02	6.691145E-04	6.41755E-05	1.365914	1.36585

Percentile Section of Nivel_6

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	0.1095304	5.582034E-02	0.1731632	95.06638

95	2.165659E-02	1.667033E-02	2.564548E-02	95.36472
90	0.0126102	1.173176E-02	1.348275E-02	95.18172
85	9.220079E-03	8.512384E-03	1.003787E-02	95.26834
80	7.588608E-03	7.588608E-03	8.404638E-03	95.27386
75	6.773755E-03	6.773755E-03	6.773755E-03	95.21619
70	6.38046E-03	6.38046E-03	6.773755E-03	95.01582
65	6.38046E-03	5.989519E-03	6.38046E-03	95.16373
60	5.989519E-03	5.989519E-03	5.989519E-03	95.0584
55	5.989519E-03	5.597989E-03	5.989519E-03	95.19487
50	5.597989E-03	5.597989E-03	5.597989E-03	95.07097
45	5.597989E-03	5.205871E-03	5.597989E-03	95.20233
40	5.205871E-03	5.205871E-03	5.205871E-03	95.05294
35	4.816696E-03	4.816696E-03	5.205871E-03	95.14407
30	4.816696E-03	4.816696E-03	4.816696E-03	95.02768
25	4.329787E-03	4.329787E-03	4.329787E-03	95.21213
20	3.843466E-03	3.843466E-03	3.843466E-03	95.24949
15	3.357734E-03	2.871413E-03	3.357734E-03	95.29089
10	2.064214E-03	1.645013E-03	2.871413E-03	95.18172
5	8.02488E-04	3.82698E-04	8.02488E-04	95.2934
1	6.41755E-05	6.41755E-05	1.91349E-04	95.66386

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

NIVEL DE BIENESTAR 7

Año 2000

Summary Section of tarifa_ingreso

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
3310	7.208022E-03 0.3053687	1.330049E-02	2.311818E-04	3.76936E-05	0.3054064	

Percentile Section of tarifa_ingreso

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	7.549702E-02	0.0471208	0.134545	95.29418
95	2.214981E-02	2.080747E-02	2.399551E-02	95.39822
90	1.563028E-02	1.476651E-02	1.684681E-02	95.11774
85	1.145979E-02	1.054966E-02	1.245042E-02	95.1338
80	8.367614E-03	7.920671E-03	8.889365E-03	95.20097
75	7.145317E-03	6.917229E-03	7.404029E-03	95.08327
70	6.436791E-03	6.28529E-03	6.600929E-03	95.14201
65	5.953265E-03	5.739641E-03	6.078613E-03	95.0933
60	5.344357E-03	5.205497E-03	5.551505E-03	95.10791
55	4.790964E-03	4.655055E-03	5.052379E-03	95.16026
50	4.399147E-03	4.19186E-03	4.52187E-03	95.03607
45	0.0038881	3.74025E-03	4.060567E-03	95.15985
40	3.461926E-03	3.330725E-03	3.566913E-03	95.10791
35	3.106967E-03	3.004594E-03	3.195175E-03	95.0933
30	2.824969E-03	2.718433E-03	2.908501E-03	95.1401
25	2.523452E-03	2.451134E-03	2.595526E-03	95.08327
20	2.305575E-03	2.254848E-03	2.358693E-03	95.20097
15	2.025257E-03	1.943034E-03	2.129636E-03	95.12827

10	2.12078E-04	1.77348E-04	1.482351E-03	95.10883
5	1.47377E-04	1.44023E-04	1.51475E-04	95.39822
1	1.183704E-04	1.04341E-04	1.21285E-04	95.61094

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

Año 2010

Summary Section of Nivel_7

Count	Standard Mean	Standard Deviation	Error	Minimum	Maximum	Range
3614	5.338533E-03	4.864083E-03	8.091088E-05	3.20878E-05	0.0700526	
	7.002051E-02					

Percentile Section of Nivel_7

Percentile	Value	95% LCL	95% UCL	Exact Conf. Level
99.5	3.121875E-02	2.856489E-02	3.531303E-02	95.3116
95	1.282274E-02	1.229639E-02	1.388635E-02	95.28746
90	9.854183E-03	9.405838E-03	1.034345E-02	95.09726
85	8.512385E-03	8.512385E-03	8.96073E-03	95.21792
80	7.615105E-03	7.615105E-03	0.0080661	95.18011
75	7.062605E-03	6.741375E-03	7.179712E-03	95.21124
70	6.305099E-03	6.243749E-03	6.741375E-03	95.00348
65	5.86036E-03	5.429604E-03	5.86588E-03	95.12302
60	5.018939E-03	5.018939E-03	5.429604E-03	95.11041
55	4.610041E-03	4.610041E-03	4.794619E-03	95.14861
50	4.20232E-03	4.165993E-03	4.20232E-03	95.03203
45	3.794305E-03	3.794305E-03	3.794305E-03	95.14861
40	3.386879E-03	3.386879E-03	3.386879E-03	95.11041
35	3.190231E-03	3.190231E-03	3.190231E-03	95.11083
30	2.99476E-03	2.99476E-03	2.99476E-03	95.00348
25	2.798995E-03	2.798995E-03	2.798995E-03	95.20872
20	2.564548E-03	2.408349E-03	2.602936E-03	95.16499
15	1.921734E-03	1.523021E-03	2.164894E-03	95.23206
10	1.59261E-04	3.20878E-05	1.91349E-04	95.0961
5	3.20878E-05	3.20878E-05	3.20878E-05	95.28746
1	3.20878E-05	3.20878E-05	3.20878E-05	95.58806

Percentile Formula: Ave X(p[n+1])

Anexo 17. Modelos de regresión de consumo en función de la tarifa para el 2000 y 2010.

Año 2000

NIVEL 2

Stepwise Regression Report

Iter.					Max R-Squared
No. Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's	
0	Unchanged	0.000000	0.5824922	0.000000	
1	Added Ln_Tarifa	0.876697	0.2046254	0.000000	
2	Unchanged	0.876697	0.2046254	0.000000	
3	Added DX1	0.902361	0.1821657	0.216601	
4	Unchanged	0.902361	0.1821657	0.216601	
5	Added D1	0.920641	0.164299	0.921439	
6	Unchanged	0.920641	0.164299	0.921439	
7	Added DX2	0.921666	0.163303	0.923235	
8	Unchanged	0.921666	0.163303	0.923235	
9	Added D2	0.922621	0.1623732	0.994440	
10	Unchanged	0.922621	0.1623732	0.994440	
11	Added DX4	0.923037	0.1620045	0.994442	
12	Unchanged	0.923037	0.1620045	0.994442	
13	Added DX3	0.923498	0.1615858	0.994444	
14	Unchanged	0.923498	0.1615858	0.994444	

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	1194
Number Ind. Variables	7	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.9235	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.9230	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.0746	Rows Used in Estimation	1194
Mean Square Error	2.610996E-02	Sum of Weights	1194.000
Square Root of MSE	0.1615858	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	8.136		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	0.9625	0.0121	79.663	0.0000	Yes	1.0000
D1 0.5815	0.0340	17.080	0.0000	Yes	1.0000	
D2 1.3613	0.3525	3.862	0.0001	Yes	0.9714	
DX1-0.2765	0.0121	-22.939	0.0000	Yes	1.0000	
DX2-0.3815	0.0895	-4.262	0.0000	Yes	0.9893	
DX3-0.0347	0.0130	-2.676	0.0076	Yes	0.7629	
DX4-0.0278	0.0097	-2.880	0.0041	Yes	0.8212	
Ln_Tarifa	0.5251	0.0054	97.067	0.0000	Yes	1.0000

NIVEL 3

Stepwise Regression Report

Iter.	No. Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.4163603	0.000000
1	Added	Ln_Tarifa	0.935657	0.1056282	0.000000
2	Unchanged		0.935657	0.1056282	0.000000
3	Added	DX1	0.955729	8.762913E-02	0.015711
4	Unchanged		0.955729	8.762913E-02	0.015711
5	Added	D2	0.960511	8.277341E-02	0.461331
6	Unchanged		0.960511	8.277341E-02	0.461331
7	Added	DX3	0.961359	8.189161E-02	0.593768
8	Unchanged		0.961359	8.189161E-02	0.593768
9	Added	D4	0.962360	8.083542E-02	0.734362
10	Unchanged		0.962360	8.083542E-02	0.734362
11	Added	DX5	0.962992	8.016483E-02	0.799853
12	Unchanged		0.962992	8.016483E-02	0.799853
13	Added	D7	0.963466	7.966041E-02	0.840832
14	Unchanged		0.963466	7.966041E-02	0.840832
15	Added	D6	0.964162	7.890958E-02	0.872018
16	Unchanged		0.964162	7.890958E-02	0.872018
17	Added	D14	0.964936	7.806369E-02	0.928007
18	Unchanged		0.964936	7.806369E-02	0.928007
19	Added	DX9	0.967668	7.497161E-02	0.962447
20	Unchanged		0.967668	7.497161E-02	0.962447

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	3567
Number Ind. Variables	10	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.9677	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.9676	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.0303	Rows Used in Estimation	3567
Mean Square Error	5.620742E-03	Sum of Weights	3567.000
Square Root of MSE	7.497161E-02	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	2.043		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	0.7920	0.0075	105.253	0.0000	Yes	1.0000
D2 -0.6366	0.0197	-32.287	0.0000	Yes	1.0000	
D4 -0.6608	0.0258	-25.658	0.0000	Yes	1.0000	
D6 -0.7033	0.0375	-18.753	0.0000	Yes	1.0000	
D7 -0.7228	0.0368	-19.650	0.0000	Yes	1.0000	
D14-0.7609	0.0439	-17.342	0.0000	Yes	1.0000	
DX1-0.1748	0.0045	-38.749	0.0000	Yes	1.0000	
DX3-0.1391	0.0051	-27.050	0.0000	Yes	1.0000	
DX5-0.1327	0.0059	-22.407	0.0000	Yes	1.0000	
DX9-0.1262	0.0073	-17.334	0.0000	Yes	1.0000	
Ln_Tarifa	0.6655	0.0061	109.247	0.0000	Yes	1.0000

NIVEL 4

Stepwise Regression Report

Iter.	No. Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.475793	0.000000
1	Added	Ln_Tarifa	0.977797	7.090958E-02	0.000000
2	Unchanged		0.977797	7.090958E-02	0.000000
3	Added	DX1	0.984341	5.956028E-02	0.021039
4	Unchanged		0.984341	5.956028E-02	0.021039
5	Added	D2	0.986775	5.474443E-02	0.480785
6	Unchanged		0.986775	5.474443E-02	0.480785
7	Added	D3	0.987361	5.352868E-02	0.659872
8	Unchanged		0.987361	5.352868E-02	0.659872
9	Added	D4	0.987616	0.0529937	0.727758
10	Unchanged		0.987616	0.0529937	0.727758
11	Added	D5	0.987879	5.243827E-02	0.782503
12	Unchanged		0.987879	5.243827E-02	0.782503
13	Added	DX2	0.988036	5.210534E-02	0.999127
14	Unchanged		0.988036	5.210534E-02	0.999127
15	Added	D6	0.988175	0.0518124	0.999128
16	Unchanged		0.988175	0.0518124	0.999128
17	Added	DX7	0.988369	5.139384E-02	0.999129
18	Unchanged		0.988369	5.139384E-02	0.999129
19	Added	D9	0.988529	5.104811E-02	0.999130
20	Unchanged		0.988529	5.104811E-02	0.999130

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	2852
Number Ind. Variables	10	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2	0.9885	Rows with Y Missing	0
Adj R2	0.9885	Rows Used in Estimation	2852
Coefficient of Variation	0.0197	Sum of Weights	2852.000
Mean Square Error	2.605909E-03	Completion Status	Normal Completion
Square Root of MSE	5.104811E-02		
Ave Abs Pct Error	1.430		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	0.7002	0.0047	150.298	0.0000	Yes	1.0000
D2	-0.6512	0.0821	-7.936	0.0000	Yes	1.0000
D3	-0.1549	0.0080	-19.310	0.0000	Yes	1.0000
D4	-0.1508	0.0110	-13.731	0.0000	Yes	1.0000
D5	-0.1540	0.0130	-11.812	0.0000	Yes	1.0000
D6	-0.1519	0.0183	-8.318	0.0000	Yes	1.0000
D9	-0.1443	0.0229	-6.295	0.0000	Yes	1.0000
DX1	-0.0622	0.0016	-38.920	0.0000	Yes	1.0000
DX2	0.1112	0.0200	5.562	0.0000	Yes	0.9998
DX7	-0.0240	0.0029	-8.179	0.0000	Yes	1.0000
Ln_Tarifa	0.5790	0.0020	295.486	0.0000	Yes	1.0000

NIVEL 5

Stepwise Regression Report

Iter.	No. Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.4085073	0.000000
1	Added	Ln_Tarifa	0.973014	6.712476E-02	0.000000
2	Unchanged		0.973014	6.712476E-02	0.000000
3	Added	DX1	0.979976	5.783614E-02	0.000003
4	Unchanged		0.979976	5.783614E-02	0.000003
5	Added	D2	0.981463	5.566204E-02	0.474672
6	Unchanged		0.981463	5.566204E-02	0.474672
7	Added	D3	0.981653	5.539018E-02	0.613888
8	Unchanged		0.981653	5.539018E-02	0.613888
9	Added	D4	0.981882	5.505812E-02	0.788292
10	Unchanged		0.981882	5.505812E-02	0.788292
11	Added	DX5	0.983435	5.265968E-02	0.952602
12	Unchanged		0.983435	5.265968E-02	0.952602
13	Added	DX6	0.988651	4.359942E-02	0.987291
14	Unchanged		0.988651	4.359942E-02	0.987291
15	Added	D1	0.992356	3.579172E-02	0.994791
16	Unchanged		0.992356	3.579172E-02	0.994791
17	Added	DX2	0.992910	3.447802E-02	0.999184
18	Unchanged		0.992910	3.447802E-02	0.999184
19	Added	DX4	0.993077	3.407883E-02	0.999646
20	Removed	D4	0.993074	3.407774E-02	0.999185

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	1917
Number Ind. Variables	9	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2	0.9931	Rows with Y Missing	0
Adj R2	0.9930	Rows Used in Estimation	1917
Coefficient of Variation	0.0137	Sum of Weights	1917.000
Mean Square Error	1.161292E-03	Completion Status	Normal Completion
Square Root of MSE	3.407774E-02		
Ave Abs Pct Error	0.638		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	0.3428	0.0077	44.704	0.0000	Yes	1.0000
D1	0.3884	0.0114	34.160	0.0000	Yes	1.0000
D2	-0.3365	0.0899	-3.742	0.0002	Yes	0.9626
D3	-1.6602	0.0298	-55.751	0.0000	Yes	1.0000
DX1	-0.4871	0.0083	-58.363	0.0000	Yes	1.0000
DX2	-0.2929	0.0232	-12.631	0.0000	Yes	1.0000
DX4	-0.3721	0.0067	-55.121	0.0000	Yes	1.0000
DX5	-0.3745	0.0068	-54.738	0.0000	Yes	1.0000
DX6	-0.3759	0.0075	-50.271	0.0000	Yes	1.0000
Ln_Tarifa	0.9933	0.0080	124.542	0.0000	Yes	1.0000

NIVEL 6

Stepwise Regression Report

Iter.

No.	Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.5789328	0.000000
1	Added	Ln_Tarifa	0.973657	9.398378E-02	0.000000
2	Unchanged		0.973657	9.398378E-02	0.000000
3	Added	DX1	0.978639	8.464976E-02	0.031170
4	Unchanged		0.978639	8.464976E-02	0.031170
5	Added	D2	0.982379	7.689881E-02	0.349716
6	Unchanged		0.982379	7.689881E-02	0.349716
7	Added	D3	0.983138	7.524222E-02	0.477829
8	Unchanged		0.983138	7.524222E-02	0.477829
9	Added	D4	0.983432	7.459836E-02	0.541118
10	Unchanged		0.983432	7.459836E-02	0.541118
11	Added	D5	0.983688	7.403663E-02	0.597081
12	Unchanged		0.983688	7.403663E-02	0.597081
13	Added	D6	0.983914	7.353736E-02	0.647011
14	Unchanged		0.983914	7.353736E-02	0.647011
15	Added	D7	0.984272	7.272952E-02	0.716512
16	Unchanged		0.984272	7.272952E-02	0.716512
17	Added	D8	0.984504	7.220646E-02	0.753007
18	Unchanged		0.984504	7.220646E-02	0.753007
19	Added	D11	0.984724	7.170872E-02	0.793847
20	Unchanged		0.984724	7.170872E-02	0.793847

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	2320
Number Ind. Variables	10	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2	0.9847	Rows with Y Missing	0
Adj R2	0.9847	Rows Used in Estimation	2320
Coefficient of Variation	0.0261	Sum of Weights	2320.000
Mean Square Error	5.14214E-03	Completion Status	Normal Completion
Square Root of MSE	7.170872E-02		
Ave Abs Pct Error	10.418		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%
Intercept	0.7365	0.0065	113.812	0.0000	Yes	1.0000
D11-0.1246	0.0216	-5.760	0.0000	Yes	0.9999	
D2 -0.1992	0.0071	-28.125	0.0000	Yes	1.0000	
D3 -0.1617	0.0090	-18.064	0.0000	Yes	1.0000	
D4 -0.1526	0.0118	-12.916	0.0000	Yes	1.0000	
D5 -0.1517	0.0134	-11.303	0.0000	Yes	1.0000	
D6 -0.1482	0.0151	-9.804	0.0000	Yes	1.0000	
D7 -0.1446	0.0148	-9.791	0.0000	Yes	1.0000	
D8 -0.1412	0.0201	-7.008	0.0000	Yes	1.0000	
DX1-0.0625	0.0017	-35.764	0.0000	Yes	1.0000	
Ln_Tarifa	0.5715	0.0021	271.954	0.0000	Yes	1.0000

NIVEL 7

Stepwise Regression Report

Iter.

No.	Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.7170553	0.000000
1	Added	Ln_Tarifa	0.987936	7.876935E-02	0.000000
2	Unchanged		0.987936	7.876935E-02	0.000000
3	Added	D1	0.991106	6.764326E-02	0.030332
4	Unchanged		0.991106	6.764326E-02	0.030332
5	Added	D2	0.994002	5.555849E-02	0.069667
6	Unchanged		0.994002	5.555849E-02	0.069667
7	Added	D3	0.994737	0.0520495	0.106902
8	Unchanged		0.994737	0.0520495	0.106902
9	Added	D4	0.995498	4.814688E-02	0.187113
10	Unchanged		0.995498	4.814688E-02	0.187113
11	Added	D5	0.995983	4.548825E-02	0.256951
12	Unchanged		0.995983	4.548825E-02	0.256951
13	Added	D6	0.996153	4.452289E-02	0.296187
14	Unchanged		0.996153	4.452289E-02	0.296187
15	Added	D7	0.996280	4.378596E-02	0.341008
16	Unchanged		0.996280	4.378596E-02	0.341008
17	Added	D8	0.996407	4.304263E-02	0.400738
18	Unchanged		0.996407	4.304263E-02	0.400738
19	Added	DX2	0.996527	4.232021E-02	0.999086
20	Unchanged		0.996527	4.232021E-02	0.999086

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	3310
Number Ind. Variables	10	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2	0.9965	Rows with Y Missing	0
Adj R2	0.9965	Rows Used in Estimation	3310
Coefficient of Variation	0.0137	Sum of Weights	3310.000
Mean Square Error	0.001791	Completion Status	Normal Completion
Square Root of MSE	4.232021E-02		
Ave Abs Pct Error	1.284		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 5%?	of Test at 5%	
Intercept	0.8470	0.0028	300.895	0.0000	Yes	1.0000	
D1	-0.2065	0.0026	-78.190	0.0000	Yes	1.0000	
D2	-0.8301	0.0623	-13.321	0.0000	Yes	1.0000	
D3	-0.1100	0.0026	-42.519	0.0000	Yes	1.0000	
D4	-0.0951	0.0025	-37.369	0.0000	Yes	1.0000	
D5	-0.0859	0.0032	-27.092	0.0000	Yes	1.0000	
D6	-0.0732	0.0046	-15.891	0.0000	Yes	1.0000	
D7	-0.0613	0.0048	-12.728	0.0000	Yes	1.0000	
D8	-0.0518	0.0048	-10.832	0.0000	Yes	1.0000	
DX20.1611		0.0150	10.706	0.0000	Yes	1.0000	
Ln_Tarifa		0.5369	0.0006	859.004	0.0000	Yes	1.0000

Año 2010

Nivel 2

Stepwise Regression Report

Iteration Detail Section

Iter.

No.	Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.5483026	0.000000
1	Added	Ln_tarifa	0.965868	0.1013561	0.000000
2	Unchanged		0.965868	0.1013561	0.000000
3	Added	DX9	0.974172	8.821858E-02	0.399848
4	Unchanged		0.974172	8.821858E-02	0.399848
5	Added	D4	0.976608	8.400377E-02	0.422358
6	Unchanged		0.976608	8.400377E-02	0.422358
7	Added	D5	0.979601	7.848985E-02	0.538084
8	Unchanged		0.979601	7.848985E-02	0.538084
9	Added	DX3	0.980384	0.0770141	0.574877
10	Unchanged		0.980384	0.0770141	0.574877
11	Added	D6	0.982206	7.339084E-02	0.753756
12	Removed	DX9	0.982206	7.334937E-02	0.463884
13	Unchanged		0.982206	7.334937E-02	0.463884
14	Added	DX7	0.982810	7.213461E-02	0.510359
15	Unchanged		0.982810	7.213461E-02	0.510359
16	Added	D9	0.983386	7.095683E-02	0.857621
17	Unchanged		0.983386	7.095683E-02	0.857621
18	Added	DX2	0.984785	6.794336E-02	0.930790
19	Unchanged		0.984785	6.794336E-02	0.930790
20	Added	DX8	0.991889	4.963495E-02	0.974792

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_consumo	Rows Processed	878
Number Ind. Variables	9	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.9956	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.9955	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.0120	Rows Used in Estimation	878
Mean Square Error	9.429537E-04	Sum of Weights	825.791
Square Root of MSE	3.070755E-02	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	7.902		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 10%?	of Test at 10%
Intercept	0.47090	0.00986	47.752	0.0000	Yes	1.0000
D4	-0.78939	0.01811	-43.591	0.0000	Yes	1.0000
D5	-0.83499	0.01989	-41.970	0.0000	Yes	1.0000
D6	-0.83649	0.02182	-38.329	0.0000	Yes	1.0000
D9	-1.12091	0.03681	-30.452	0.0000	Yes	1.0000
DX2	-0.14926	0.00445	-33.579	0.0000	Yes	1.0000
DX3	-0.17646	0.00439	-40.180	0.0000	Yes	1.0000
DX7	-0.17397	0.00506	-34.365	0.0000	Yes	1.0000
DX8	-0.17690	0.00559	-31.664	0.0000	Yes	1.0000
Ln_tarifa	0.70722	0.00638	110.869	0.0000	Yes	1.0000

Nivel 3

Stepwise Regression Report

Iteration Detail Section

Iter.

No.	Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.411147	0.000000
1	Added	Ln_Tarifa	0.959276	8.298357E-02	0.000000
2	Unchanged		0.959276	8.298357E-02	0.000000
3	Added	DX9	0.967995	7.357696E-02	0.291776
4	Unchanged		0.967995	7.357696E-02	0.291776
5	Added	D4	0.973978	6.635524E-02	0.295028
6	Unchanged		0.973978	6.635524E-02	0.295028
7	Added	D5	0.981678	0.0556866	0.352324
8	Unchanged		0.981678	0.0556866	0.352324
9	Added	DX3	0.983997	5.205202E-02	0.363110
10	Unchanged		0.983997	5.205202E-02	0.363110
11	Added	D6	0.985610	4.936637E-02	0.551985
12	Unchanged		0.985610	4.936637E-02	0.551985
13	Added	D9	0.986761	4.735951E-02	0.991393
14	Unchanged		0.986761	4.735951E-02	0.991393
15	Added	DX2	0.987840	4.539453E-02	0.991457
16	Unchanged		0.987840	4.539453E-02	0.991457
17	Added	DX6	0.988584	4.399198E-02	0.999675
18	Unchanged		0.988584	4.399198E-02	0.999675
19	Added	DX7	0.988944	4.329944E-02	0.999676
20	Unchanged		0.988944	4.329944E-02	0.999676

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	3197
Number Ind. Variables	10	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.9949	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.9949	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.0095	Rows Used in Estimation	3197
Mean Square Error	6.513846E-04	Sum of Weights	3025.567
Square Root of MSE	2.552224E-02	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	1.290		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 10%?	of Test at 10%
Intercept	0.92787	0.00668	138.807	0.0000	Yes	1.0000
D4 -0.20852	0.00313	-66.700	0.0000	Yes	1.0000	
D5 -0.17331	0.00314	-55.208	0.0000	Yes	1.0000	
D6 -1.77584	0.06556	-27.089	0.0000	Yes	1.0000	
D9 -0.79730	0.02242	-35.565	0.0000	Yes	1.0000	
DX2-0.03969	0.00132	-30.010	0.0000	Yes	1.0000	
DX3-0.04541	0.00096	-47.511	0.0000	Yes	1.0000	
DX60.36875	0.01438	25.635	0.0000	Yes	1.0000	
DX7-0.00569	0.00078	-7.246	0.0000	Yes	1.0000	
DX90.14598	0.00389	37.483	0.0000	Yes	1.0000	
Ln_Tarifa	0.44569	0.00158	281.507	0.0000	Yes	1.0000

Nivel 4

Stepwise Regression Report

Iteration Detail Section

Iter.

No.	Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.4325152	0.000000
1	Added	Ln_Tarifa	0.970617	7.415121E-02	0.000000
2	Unchanged		0.970617	7.415121E-02	0.000000
3	Added	D5	0.976508	6.631482E-02	0.000332
4	Unchanged		0.976508	6.631482E-02	0.000332
5	Added	D4	0.982722	5.687995E-02	0.068634
6	Unchanged		0.982722	5.687995E-02	0.068634
7	Added	D6	0.985231	5.259775E-02	0.258523
8	Unchanged		0.985231	5.259775E-02	0.258523
9	Added	DX3	0.986927	4.949305E-02	0.319821
10	Unchanged		0.986927	4.949305E-02	0.319821
11	Added	DX6	0.987829	4.776337E-02	0.999616
12	Unchanged		0.987829	4.776337E-02	0.999616
13	Added	DX9	0.988432	4.657307E-02	0.999616
14	Unchanged		0.988432	4.657307E-02	0.999616
15	Added	D9	0.990213	0.0428456	0.999616
16	Unchanged		0.990213	0.0428456	0.999616
17	Added	DX5	0.990412	4.241379E-02	0.999616
18	Unchanged		0.990412	4.241379E-02	0.999616

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	3005
Number Ind. Variables	9	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.9958	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.9958	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.0084	Rows Used in Estimation	3005
Mean Square Error	5.531931E-04	Sum of Weights	2882.488
Square Root of MSE	2.352006E-02	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	1.436		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 10%?	of Test at 10%
Intercept	0.72159	0.00431	167.487	0.0000	Yes	1.0000
D4	-0.14769	0.00170	-86.900	0.0000	Yes	1.0000
D5	-0.69666	0.03942	-17.672	0.0000	Yes	1.0000
D6	-1.60160	0.04869	-32.891	0.0000	Yes	1.0000
D9	-0.68644	0.01628	-42.166	0.0000	Yes	1.0000
DX3	-0.02395	0.00063	-37.827	0.0000	Yes	1.0000
DX5	0.13369	0.00916	14.591	0.0000	Yes	1.0000
DX6	0.33849	0.01065	31.790	0.0000	Yes	1.0000
DX9	0.12607	0.00278	45.387	0.0000	Yes	1.0000
Ln_Tarifa	0.48284	0.00094	515.115	0.0000	Yes	1.0000

Nivel 5

Stepwise Regression Report

Iteration Detail Section

Iter.

No.	Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.444035	0.000000
1	Added	Ln_Tarifa	0.988189	4.826845E-02	0.000000
2	Unchanged		0.988189	4.826845E-02	0.000000
3	Added	D5	0.991875	4.004367E-02	0.002600
4	Unchanged		0.991875	4.004367E-02	0.002600
5	Added	D4	0.994028	3.433873E-02	0.064461
6	Unchanged		0.994028	3.433873E-02	0.064461
7	Added	D6	0.995174	3.087617E-02	0.305111
8	Unchanged		0.995174	3.087617E-02	0.305111
9	Added	D2	0.995892	2.849229E-02	0.325034
10	Unchanged		0.995892	2.849229E-02	0.325034
11	Added	DX6	0.996487	2.635403E-02	0.999647
12	Unchanged		0.996487	2.635403E-02	0.999647
13	Added	DX2	0.996624	2.584263E-02	0.999647
14	Unchanged		0.996624	2.584263E-02	0.999647
15	Added	DX8	0.996677	2.564275E-02	0.999647
16	Unchanged		0.996677	2.564275E-02	0.999647
17	Added	DX5	0.996721	2.548052E-02	0.999647
18	Unchanged		0.996721	2.548052E-02	0.999647
19	Added	D9	0.996742	2.540481E-02	0.999648
20	Unchanged		0.996742	2.540481E-02	0.999648

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	2153
Number Ind. Variables	10	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.9969	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.9969	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.0074	Rows Used in Estimation	2153
Mean Square Error	4.206327E-04	Sum of Weights	2088.856
Square Root of MSE	2.050933E-02	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	0.857		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 10%?	of Test at 10%
Intercept	0.42909	0.00378	113.543	0.0000	Yes	1.0000
D2 0.88036	0.06747	13.047	0.0000	Yes	1.0000	
D4 -0.09451	0.00195	-48.353	0.0000	Yes	1.0000	
D5 -0.31002	0.03705	-8.368	0.0000	Yes	1.0000	
D6 -1.29340	0.05176	-24.989	0.0000	Yes	1.0000	
D9 -0.01660	0.00260	-6.376	0.0000	Yes	1.0000	
DX2-0.26248	0.02277	-11.527	0.0000	Yes	1.0000	
DX50.05240	0.00860	6.094	0.0000	Yes	1.0000	
DX60.27502	0.01135	24.225	0.0000	Yes	1.0000	
DX8-0.00474	0.00060	-7.880	0.0000	Yes	1.0000	
Ln_Tarifa	0.54277	0.00090	605.649	0.0000	Yes	1.0000

Nivel 6

Stepwise Regression Report

Iteration Detail Section

Iter.

No.	Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged		0.000000	0.5532689	0.000000
1	Added	Ln_Tarifa	0.973099	9.076525E-02	0.000000
2	Unchanged		0.973099	9.076525E-02	0.000000
3	Added	D5	0.975798	0.0861106	0.006345
4	Unchanged		0.975798	0.0861106	0.006345
5	Added	D4	0.977879	8.234353E-02	0.038299
6	Unchanged		0.977879	8.234353E-02	0.038299
7	Added	D6	0.979659	7.897876E-02	0.177289
8	Unchanged		0.979659	7.897876E-02	0.177289
9	Added	D2	0.980299	7.774419E-02	0.204753
10	Unchanged		0.980299	7.774419E-02	0.204753
11	Added	DX6	0.980761	0.0768439	0.999609
12	Unchanged		0.980761	0.0768439	0.999609
13	Added	DX8	0.980953	7.647631E-02	0.999609
14	Unchanged		0.980953	7.647631E-02	0.999609
15	Added	DX7	0.981210	7.597649E-02	0.999609
16	Unchanged		0.981210	7.597649E-02	0.999609
17	Added	D9	0.982749	0.0728158	0.999612
18	Unchanged		0.982749	0.0728158	0.999612
19	Added	DX3	0.990201	5.489242E-02	0.999617
20	Unchanged		0.990201	5.489242E-02	0.999617

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	2234
Number Ind. Variables	10	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2	0.9959	Rows with Y Missing	0
Adj R2	0.9959	Rows Used in Estimation	2234
Coefficient of Variation	0.0087	Sum of Weights	2086.567
Mean Square Error	6.371986E-04	Completion Status	Normal Completion
Square Root of MSE	2.524279E-02		
Ave Abs Pct Error	20.926		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(j)	T-Value Error Sb(j)	to test H0:B(j)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 10%?	of Test at 10%
Intercept	0.55639	0.00610	91.176	0.0000	Yes	1.0000
D2	-0.21704	0.00751	-28.910	0.0000	Yes	1.0000
D4	-0.55571	0.00931	-59.702	0.0000	Yes	1.0000
D5	-0.57302	0.01003	-57.142	0.0000	Yes	1.0000
D6	-1.37348	0.05680	-24.182	0.0000	Yes	1.0000
D9	-0.63268	0.01466	-43.156	0.0000	Yes	1.0000
DX3	-0.11902	0.00241	-49.332	0.0000	Yes	1.0000
DX6	0.18148	0.01268	14.313	0.0000	Yes	1.0000
DX7	-0.10979	0.00236	-46.454	0.0000	Yes	1.0000
DX8	-0.11327	0.00243	-46.658	0.0000	Yes	1.0000
Ln_Tarifa	0.62655	0.00296	211.825	0.0000	Yes	1.0000

Nivel 7

Stepwise Regression Report

Iteration Detail Section

Iter.

No. Action	Variable	R-Squared	Sqrt(MSE)	Other X's
0	Unchanged	0.000000	0.5359629	0.000000
1	Added Ln_Tarifa	0.984909	6.585137E-02	0.000000
2	Unchanged	0.984909	6.585137E-02	0.000000
3	Added DX9	0.986159	0.0630748	0.602071
4	Unchanged	0.986159	0.0630748	0.602071
5	Added d9	0.992544	0.0463021	0.987729
6	Unchanged	0.992544	0.0463021	0.987729
7	Added d5	0.994248	4.067459E-02	0.987827
8	Unchanged	0.994248	4.067459E-02	0.987827
9	Added d6	0.995113	3.749773E-02	0.987860
10	Unchanged	0.995113	3.749773E-02	0.987860
11	Added d4	0.995798	3.477477E-02	0.987939
12	Unchanged	0.995798	3.477477E-02	0.987939
13	Added DX6	0.996217	3.299976E-02	0.999709
14	Unchanged	0.996217	3.299976E-02	0.999709
15	Added d3	0.996369	3.233337E-02	0.999709
16	Unchanged	0.996369	3.233337E-02	0.999709
17	Added DX2	0.996444	3.200409E-02	0.999710
18	Unchanged	0.996444	3.200409E-02	0.999710
19	Added DX5	0.996476	3.186686E-02	0.999710
20	Unchanged	0.996476	3.186686E-02	0.999710

Run Summary Section

Parameter	Value	Parameter	Value
Dependent Variable	Ln_Consumo	Rows Processed	3283
Number Ind. Variables	10	Rows Filtered Out	0
Weight Variable	None	Rows with X's Missing	0
R2 0.9989	Rows with Weight Missing	0	
Adj R2	0.9989	Rows with Y Missing	0
Coefficient of Variation	0.0046	Rows Used in Estimation	3283
Mean Square Error	2.313767E-04	Sum of Weights	3143.958
Square Root of MSE	1.521107E-02	Completion Status	Normal Completion
Ave Abs Pct Error	0.606		

Regression Equation Section

Regression Independent Variable	Standard Coefficient b(i)	T-Value Error Sb(i)	to test H0:B(i)=0	Reject Prob Level	Power H0 at 10%?	of Test at 10%
Intercept	0.91611	0.00483	189.494	0.0000	Yes	1.0000
d3	-0.15891	0.00640	-24.822	0.0000	Yes	1.0000
d4	-0.18147	0.00355	-51.185	0.0000	Yes	1.0000
d5	-0.90221	0.06501	-13.877	0.0000	Yes	1.0000
d6	-1.79253	0.04174	-42.950	0.0000	Yes	1.0000
d9	-0.85471	0.00635	-134.549	0.0000	Yes	1.0000
DX2-0.02983	0.00173	-17.246	0.0000	Yes	1.0000	
DX50.17582	0.01499	11.726	0.0000	Yes	1.0000	

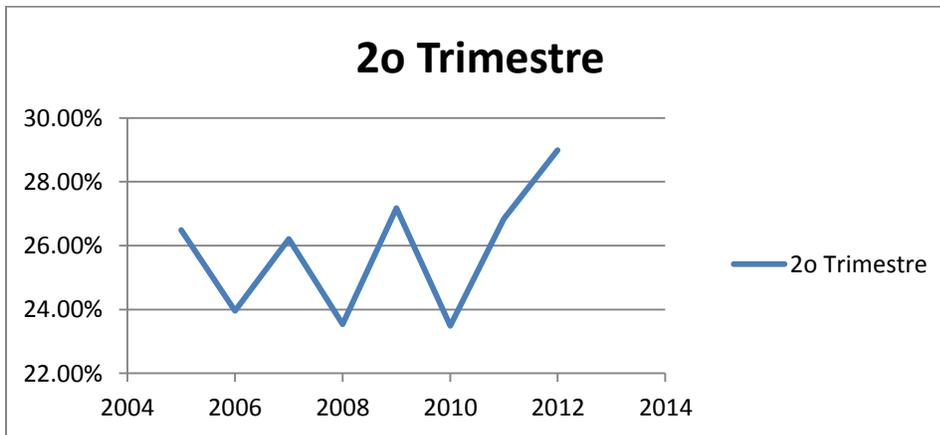
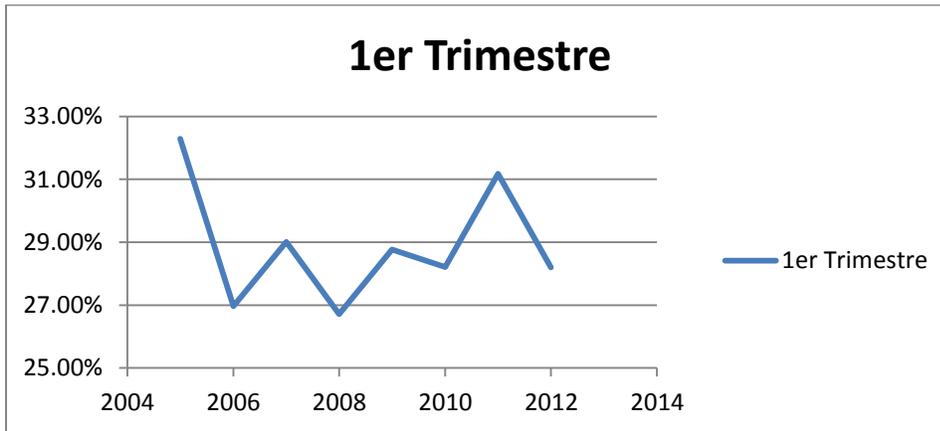
DX60.37727	0.00906	41.650	0.0000	Yes	1.0000	
DX90.15984	0.00119	134.736	0.0000	Yes	1.0000	
Ln_Tarifa	0.44393	0.00097	456.537	0.0000	Yes	1.0000

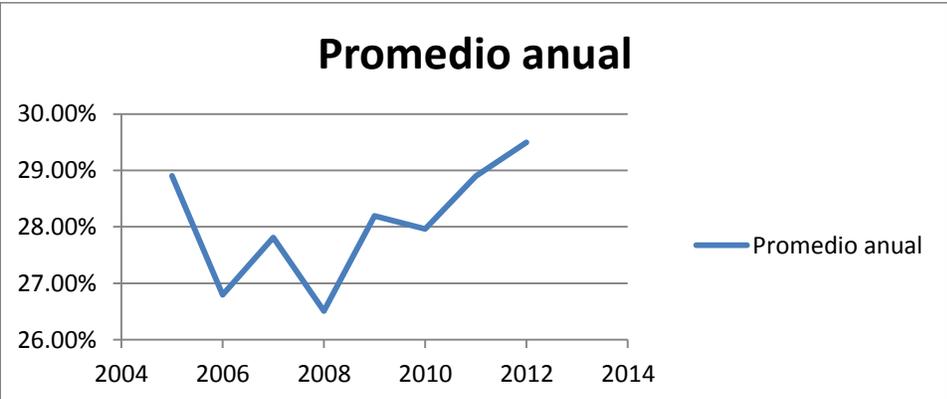
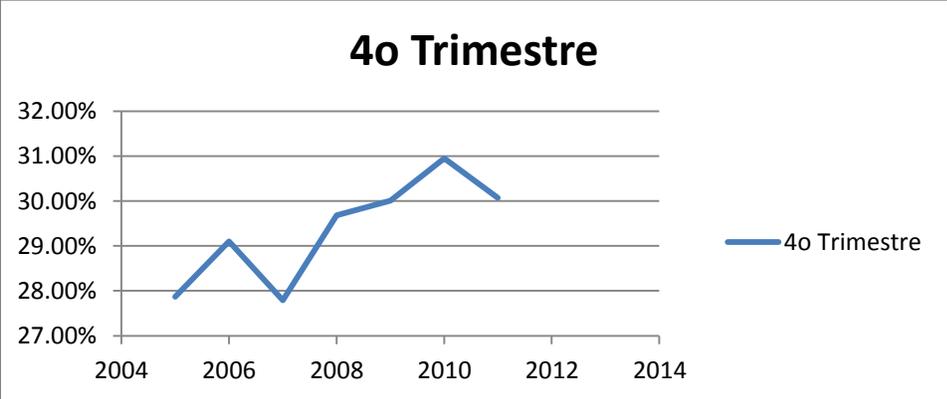
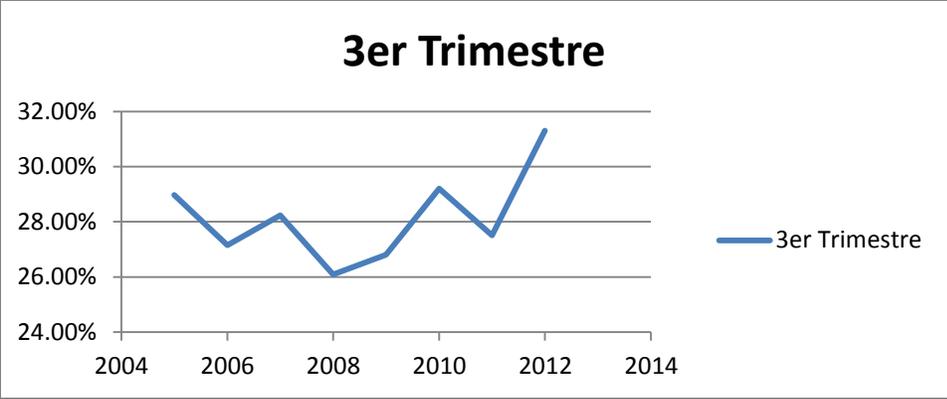
Anexo 18. Patrón de comportamiento del agua no contabilizada.

Proporción de agua no contabilizada:

Año	1er Trimestre	2o Trimestre	3er Trimestre	4o Trimestre	Promedio anual
2005	32.28%	26.48%	28.98%	27.87%	28.90%
2006	26.96%	23.96%	27.16%	29.10%	26.79%
2007	29.01%	26.21%	28.24%	27.79%	27.81%
2008	26.71%	23.54%	26.09%	29.68%	26.51%
2009	28.77%	27.18%	26.81%	30.01%	28.19%
2010	28.21%	23.49%	29.21%	30.95%	27.97%
2011	31.17%	26.84%	27.51%	30.07%	28.90%
2012	28.20%	28.99%	31.30%		29.50%

Tendencias por trimestre y promedio anual



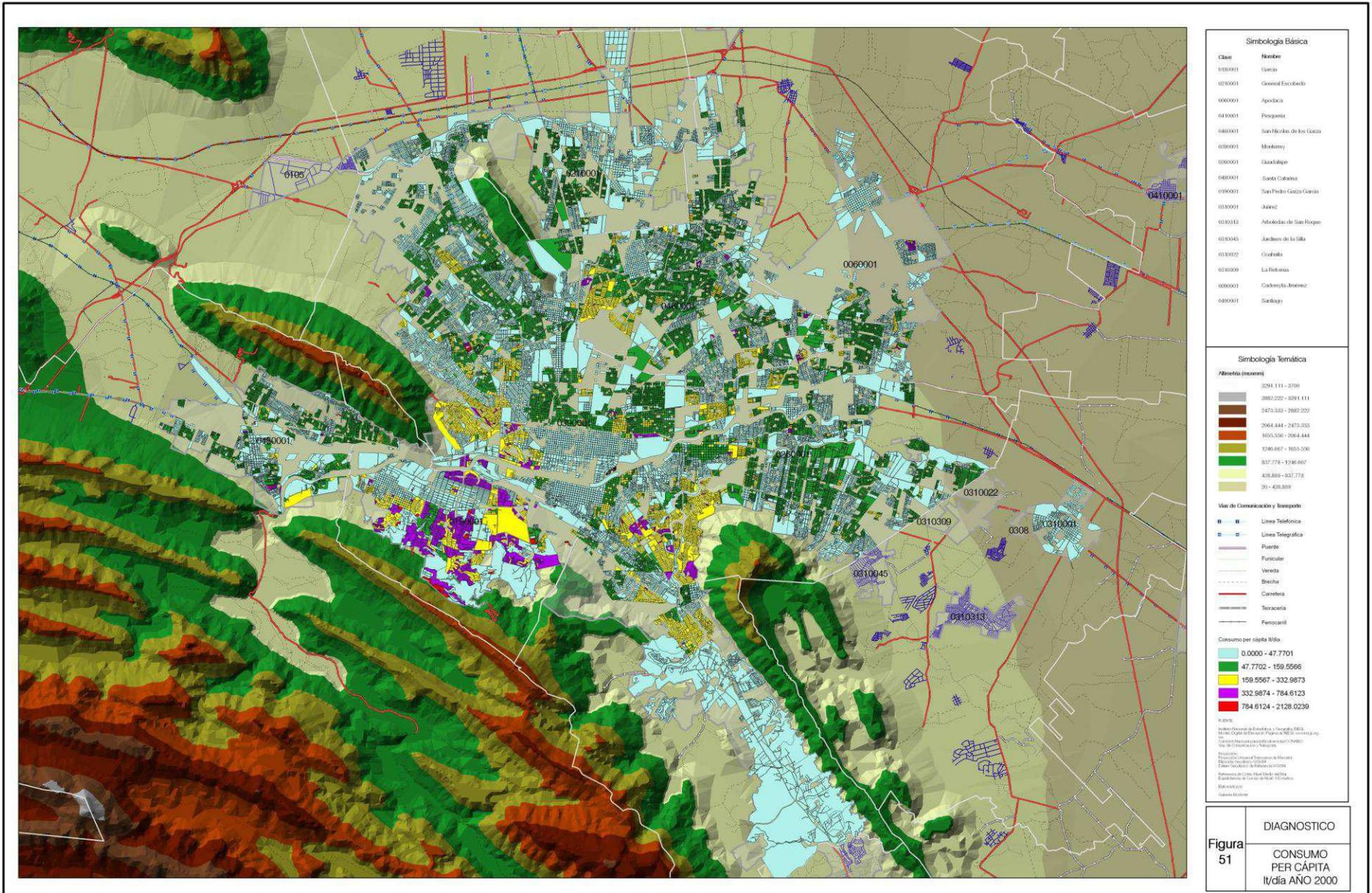


Anexo 19. Fotos alusivas a la presencia de tomas clandestinas en la red y a fugas que suman el total del agua no contabilizada.

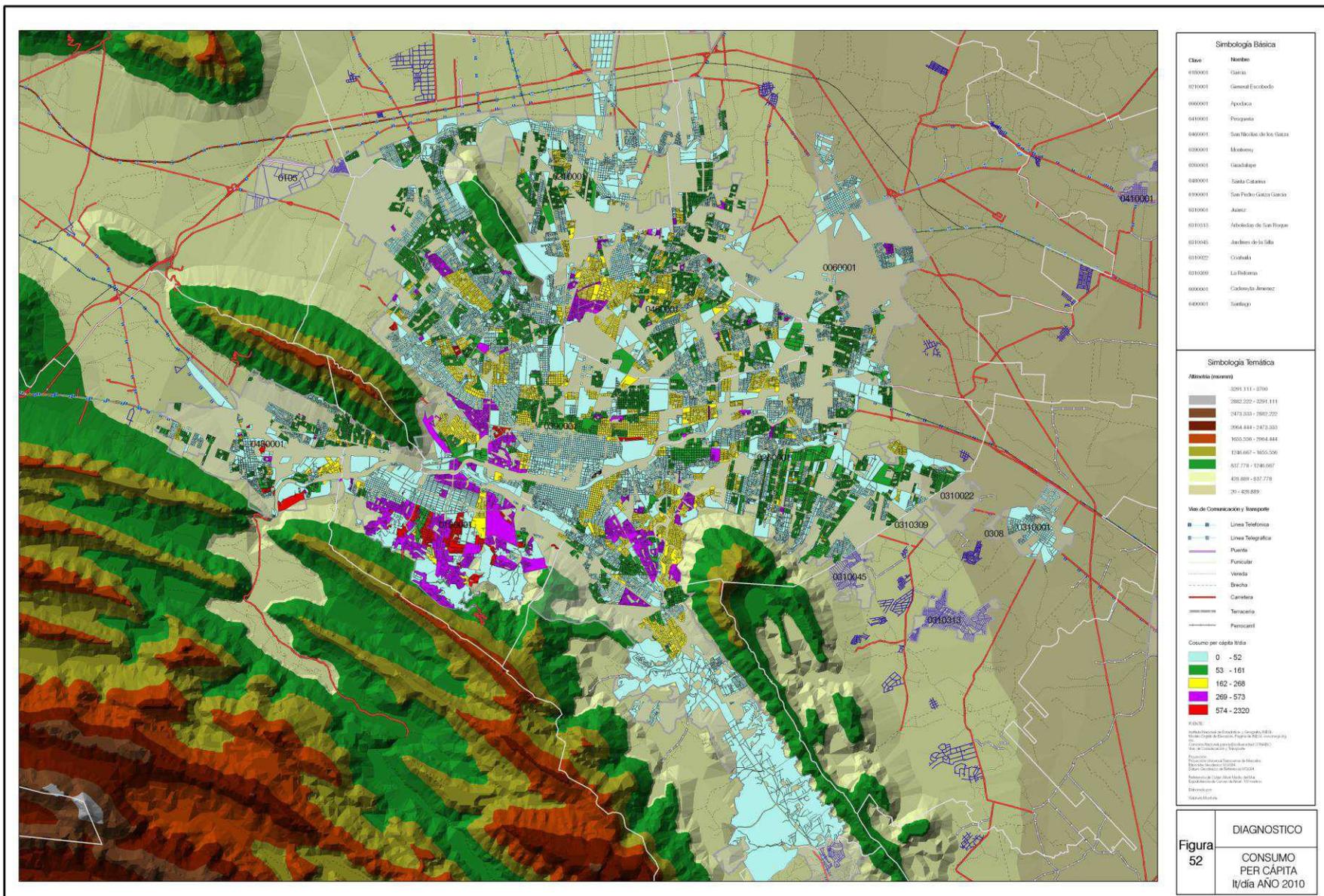




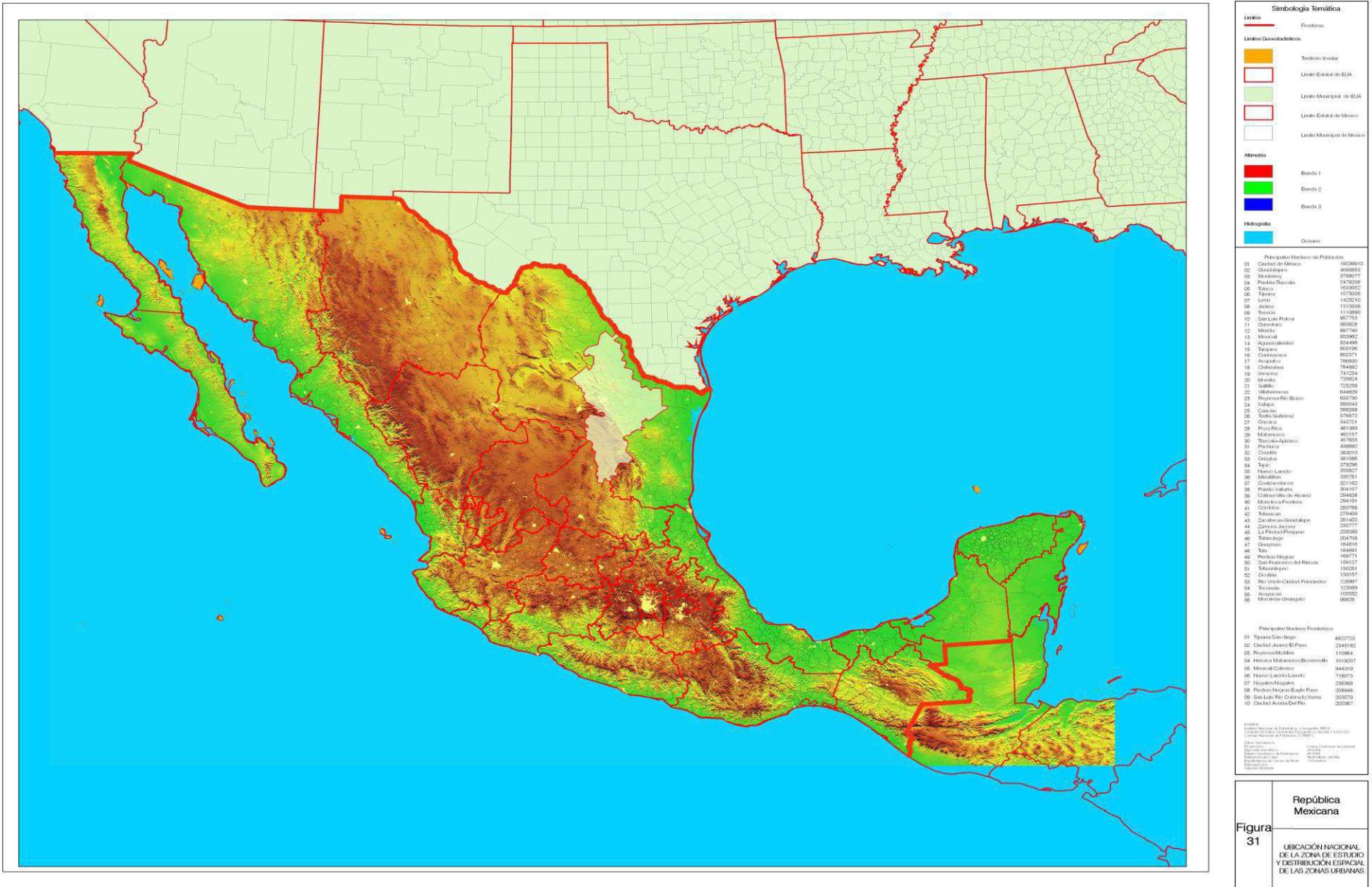
Mapa 22 Consumo del agua por manzana

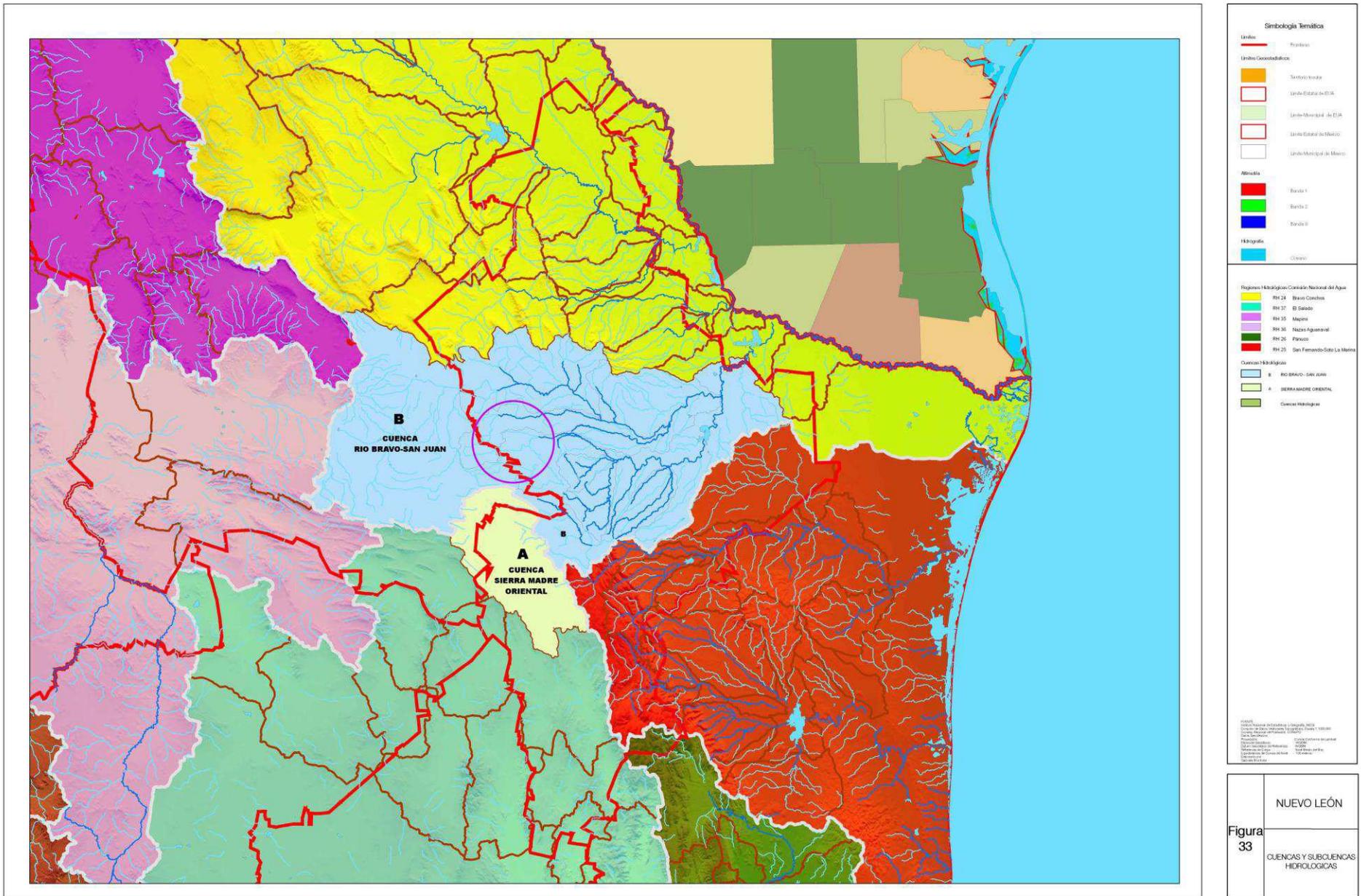


Mapa 23 Consumo del agua por manzana

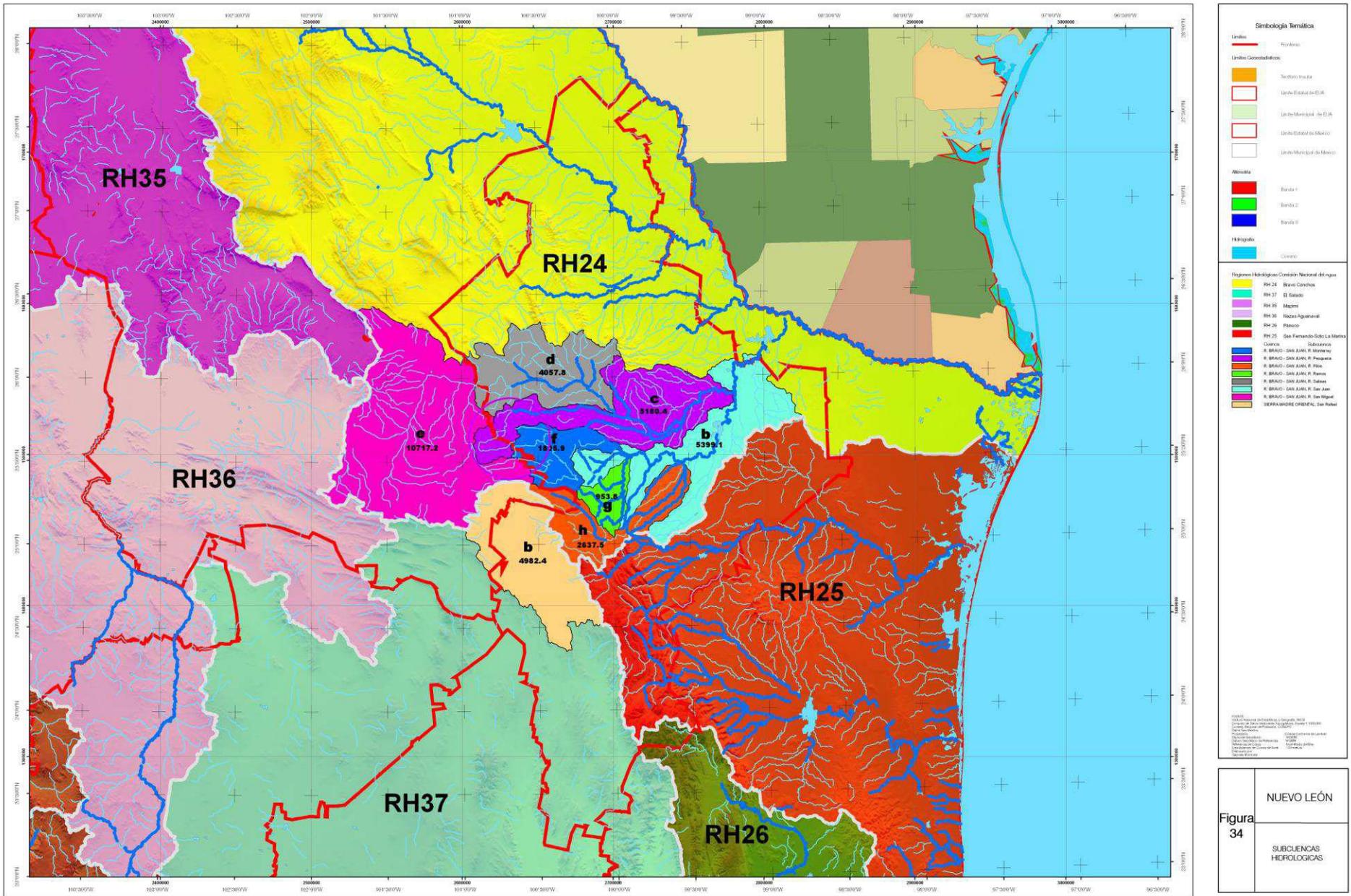


Plano 01 Ubicación General

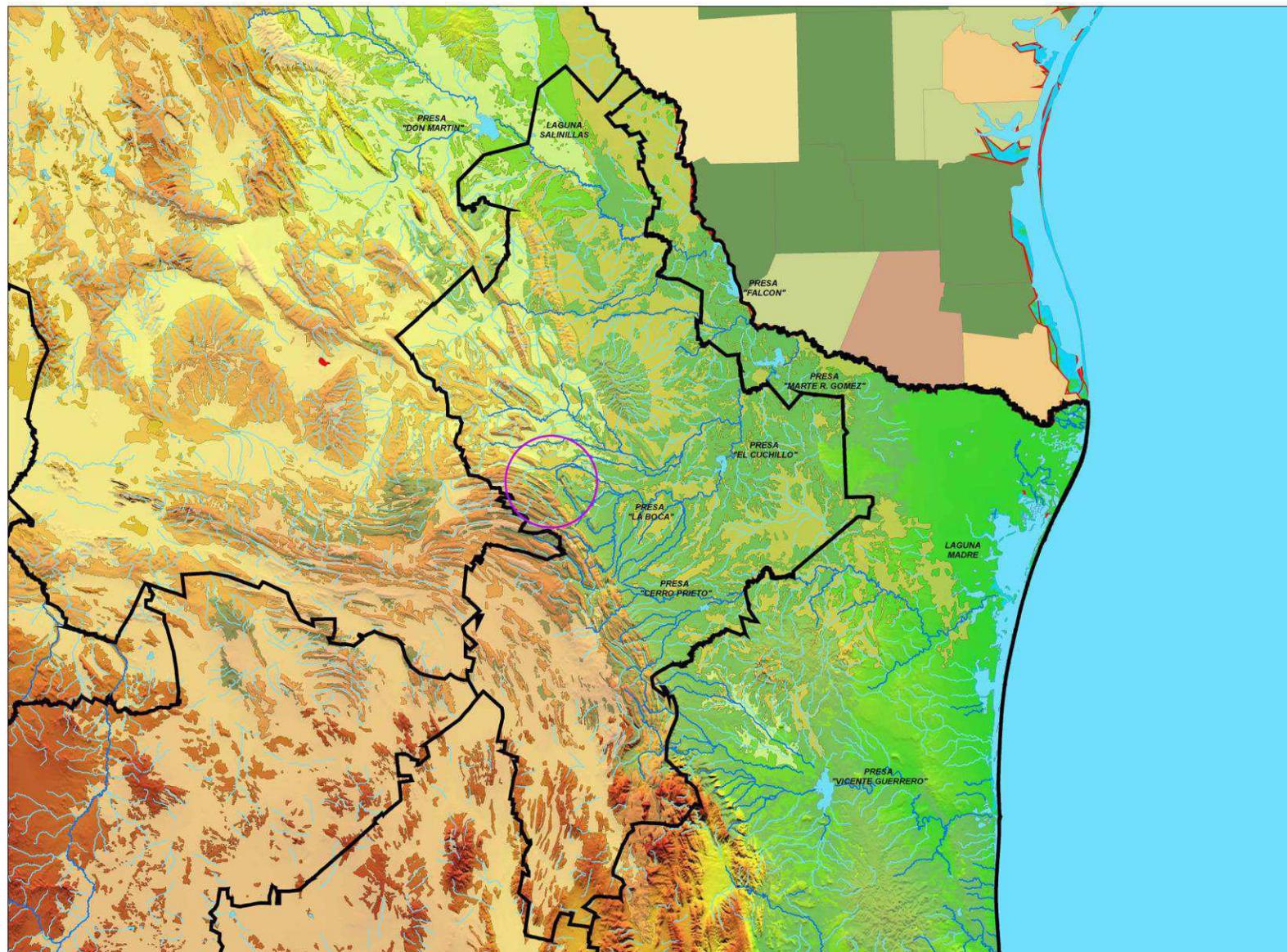




Plano 03 A Sub cuencas Hidrológicas

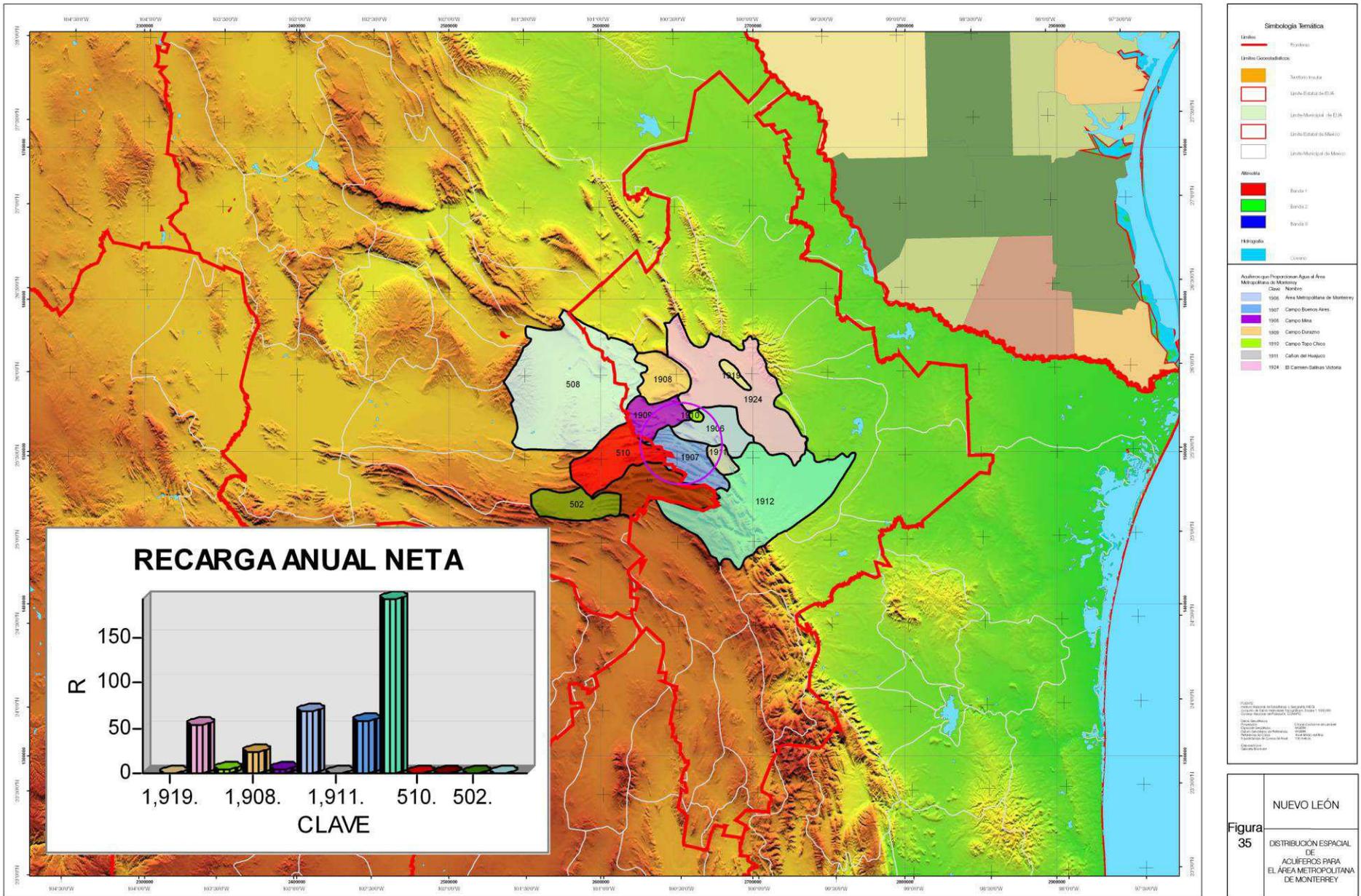


Plano 04 Coeficientes Escurrimiento

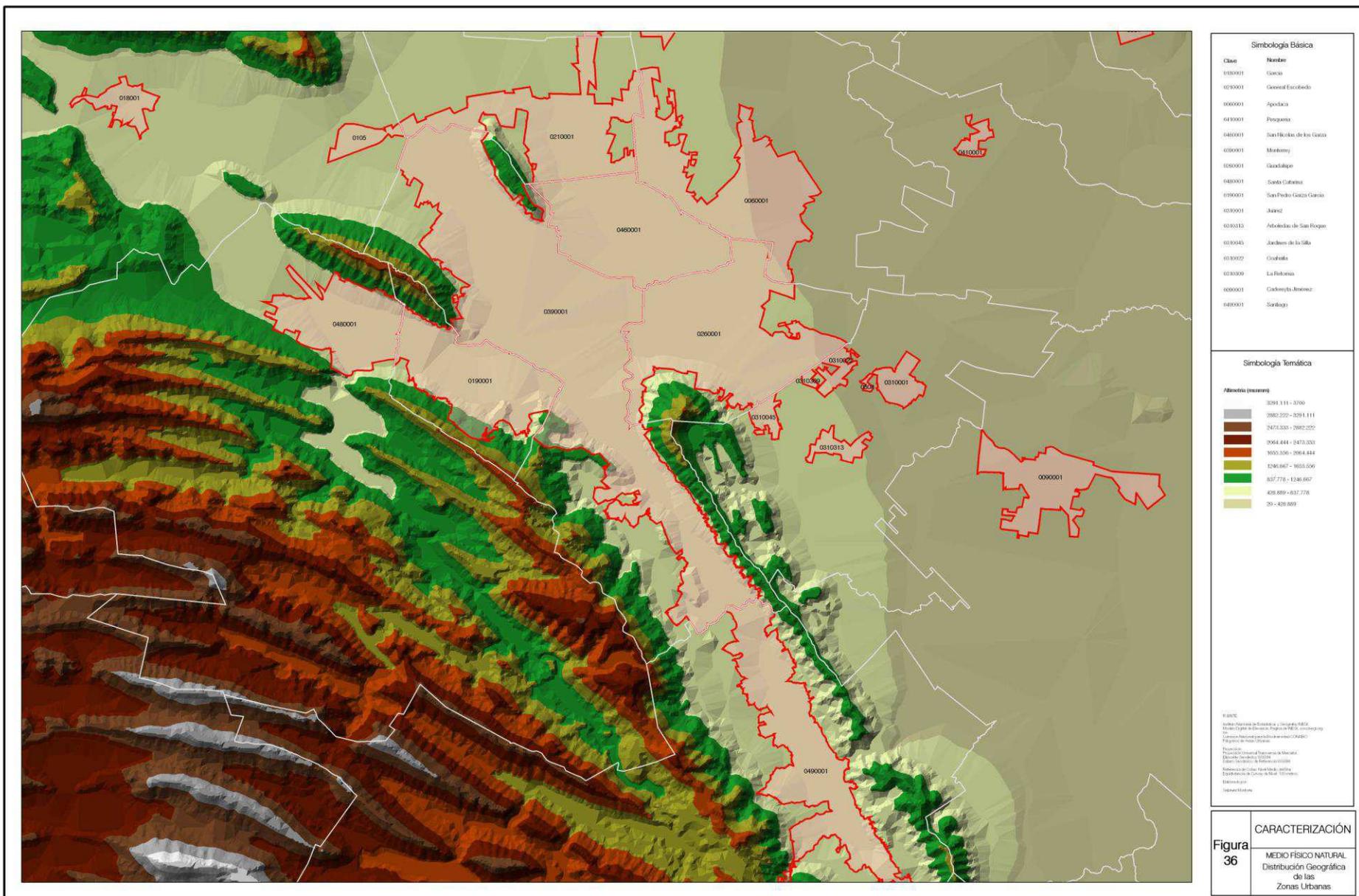


<p>Figura 38</p>	<p>NUEVO LEÓN</p>
	<p>COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO</p>

Plano 05 Acuíferos



Plano 08 Ubicación Regional



Simbología Básica

Clase	Nombre
030001	Cuicatlan
020001	General Escobedo
000001	Apodaca
040001	Pescadero
040001	San Nicolás de los Garza
030001	Monterrey
020001	Guadalupe
040001	Santa Catarina
030001	San Pedro de los Gallos
030001	Juárez
030013	Arboledas de San Roque
030045	Arboledas de la Silla
030022	Cochitlan
030009	La Ribera
000001	Ciudad Juárez
040001	Santiago

Simbología Temática

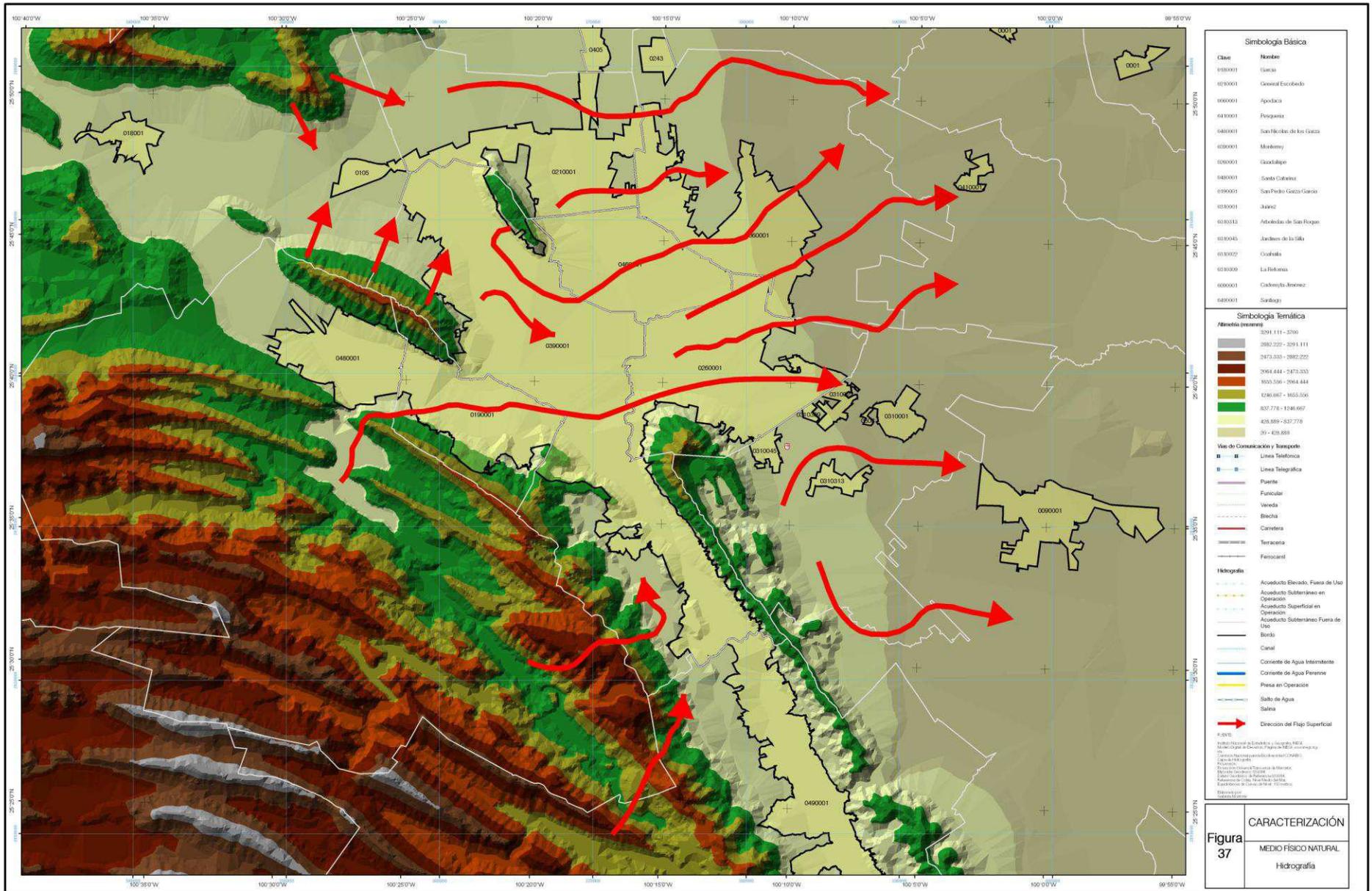
Altitud (metros)

3091.111 - 3700
2982.222 - 3291.111
2473.333 - 2982.222
2064.444 - 2473.333
1655.556 - 2064.444
1246.667 - 1655.556
837.778 - 1246.667
428.889 - 837.778
29 - 428.889

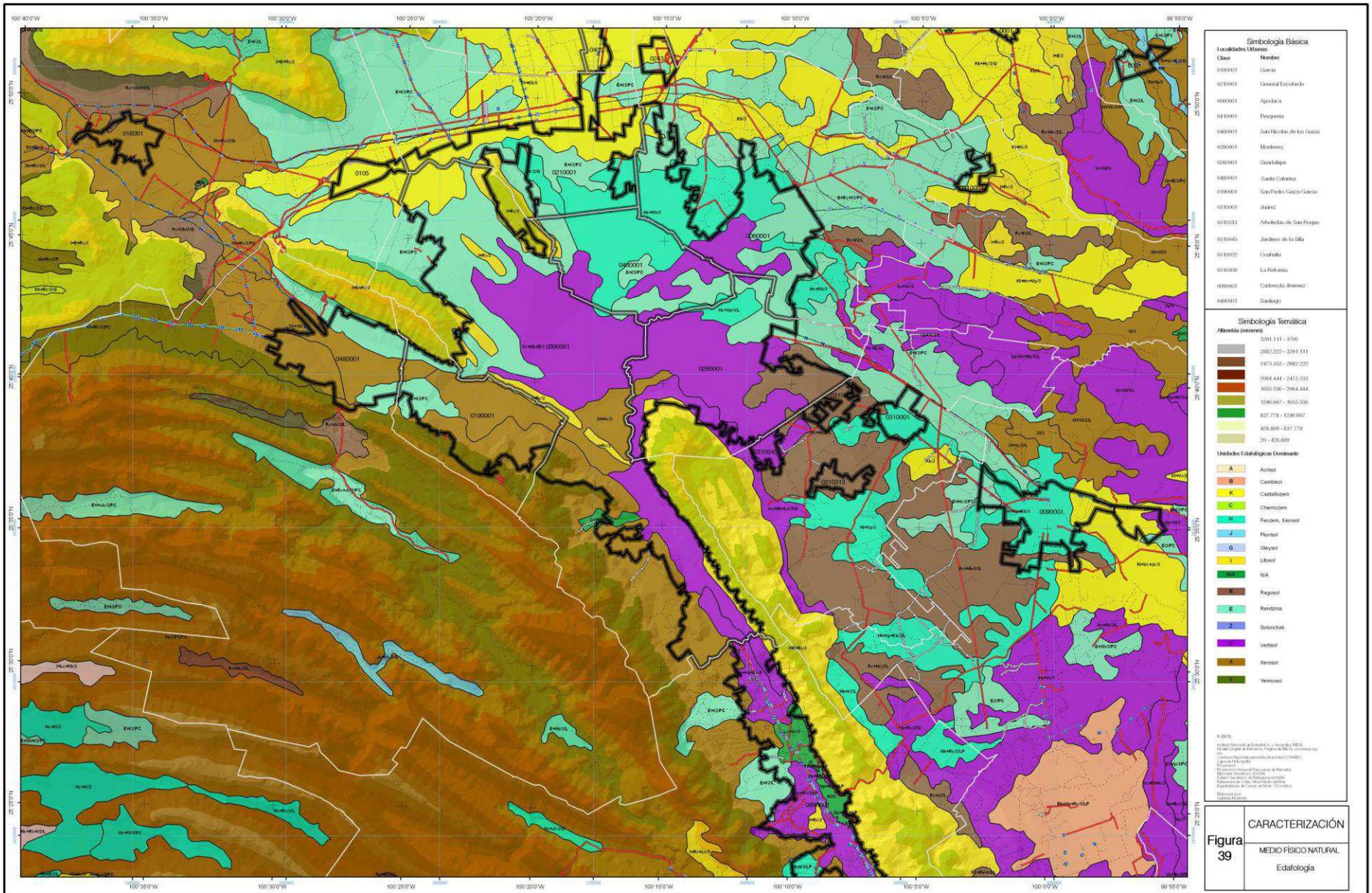
Elaboración: Instituto de Estadística y Geografía (INEGI), Secretaría de Planeación y Programación (SEPLAN), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Dirección General de Estadística y Geografía (DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA), Instituto de Estadística y Geografía del Estado de Coahuila de Zaragoza (INEGI COAHUILA), Instituto de Estadística y Geografía del Estado de Nuevo León (INEGI NUEVO LEÓN), Instituto de Estadística y Geografía del Estado de Tamaulipas (INEGI TAMAULIPAS), Instituto de Estadística y Geografía del Estado de Veracruz de la Cruz (INEGI VERACRUZ).

Figura 36 CARACTERIZACIÓN MEDIO FÍSICO NATURAL Distribución Geográfica de las Zonas Urbanas

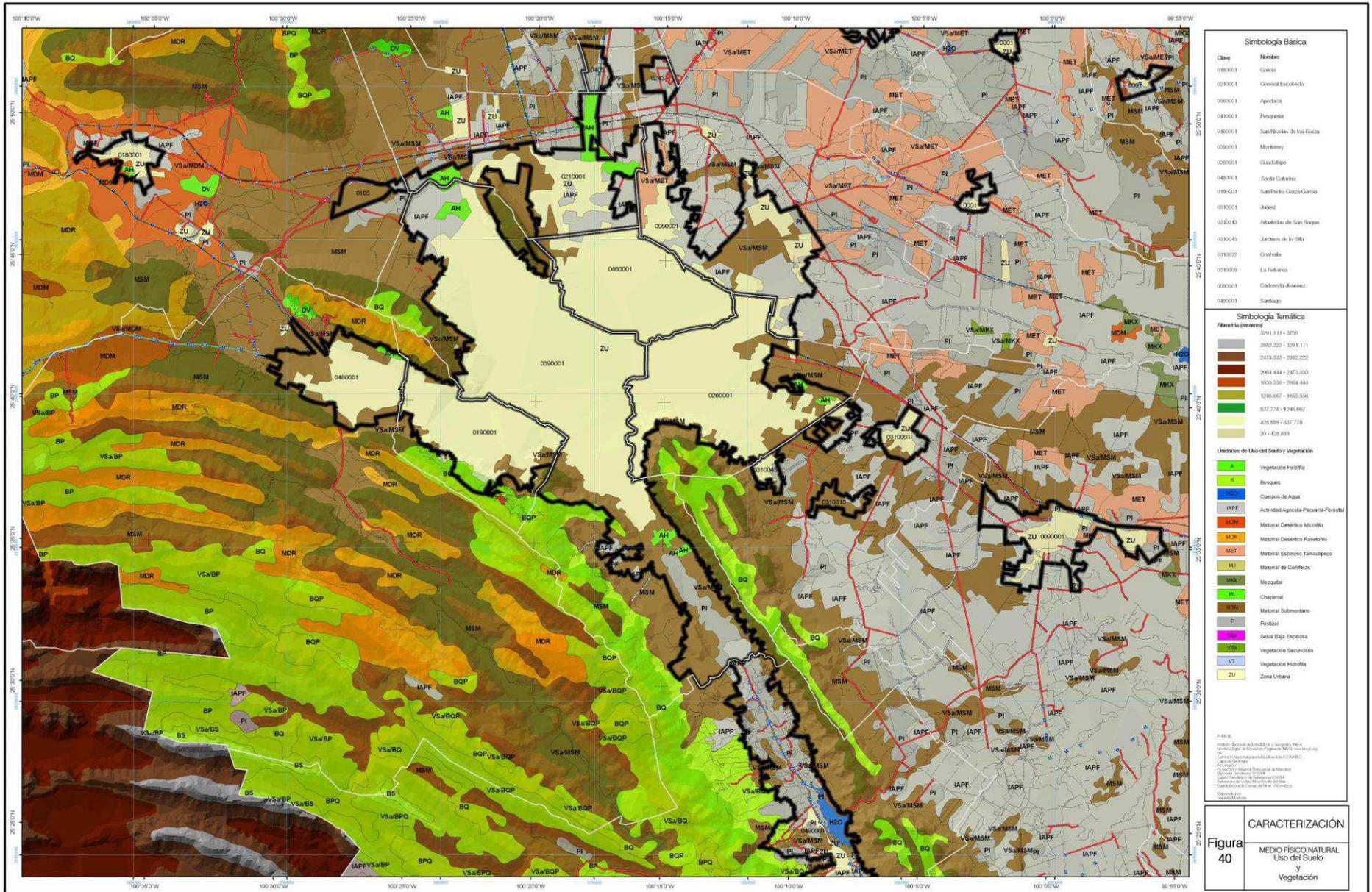
Plano 10 Hidrología

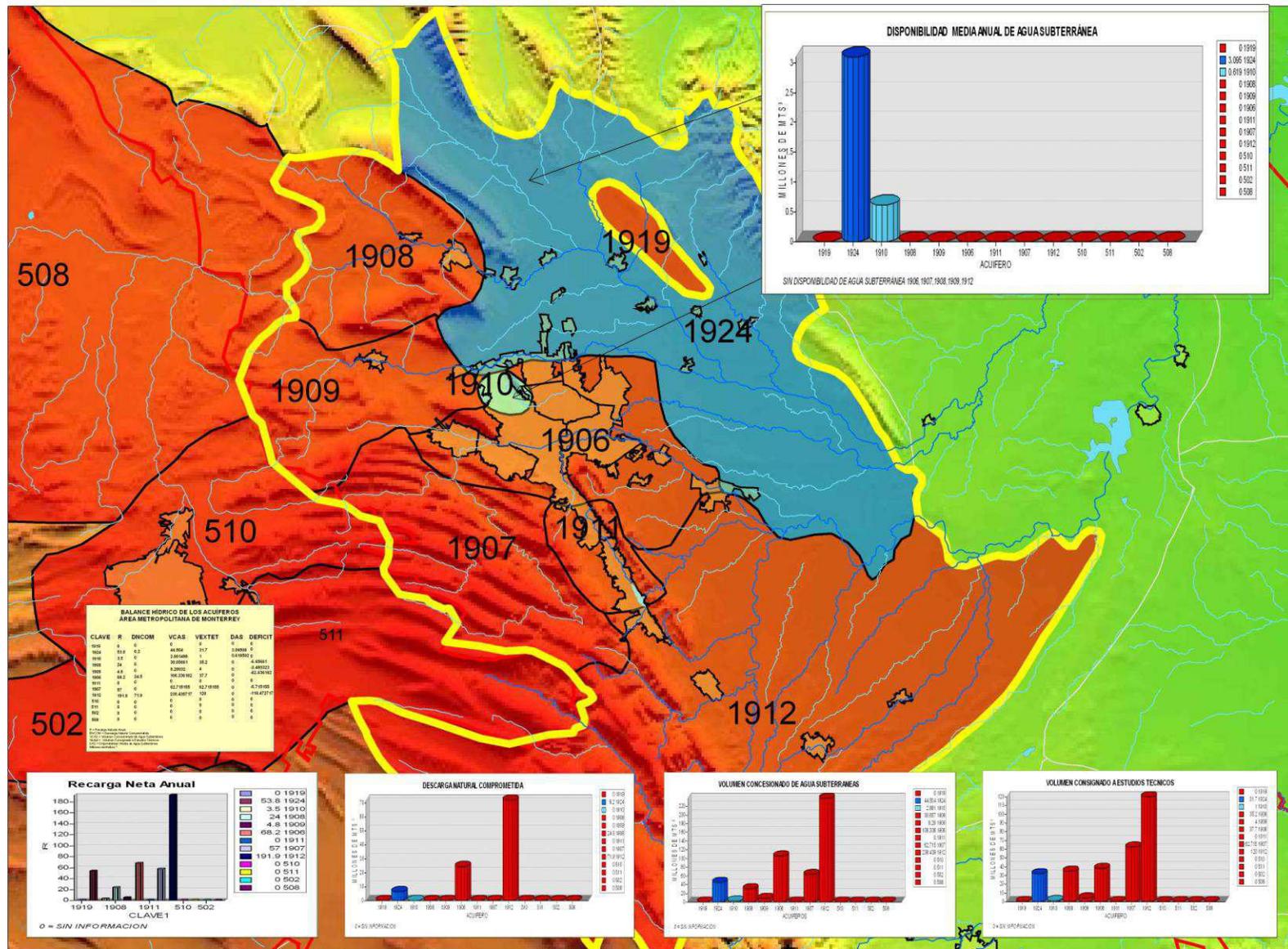


Plano 11 Edafología



Plano 13 Uso de suelo - vegetación



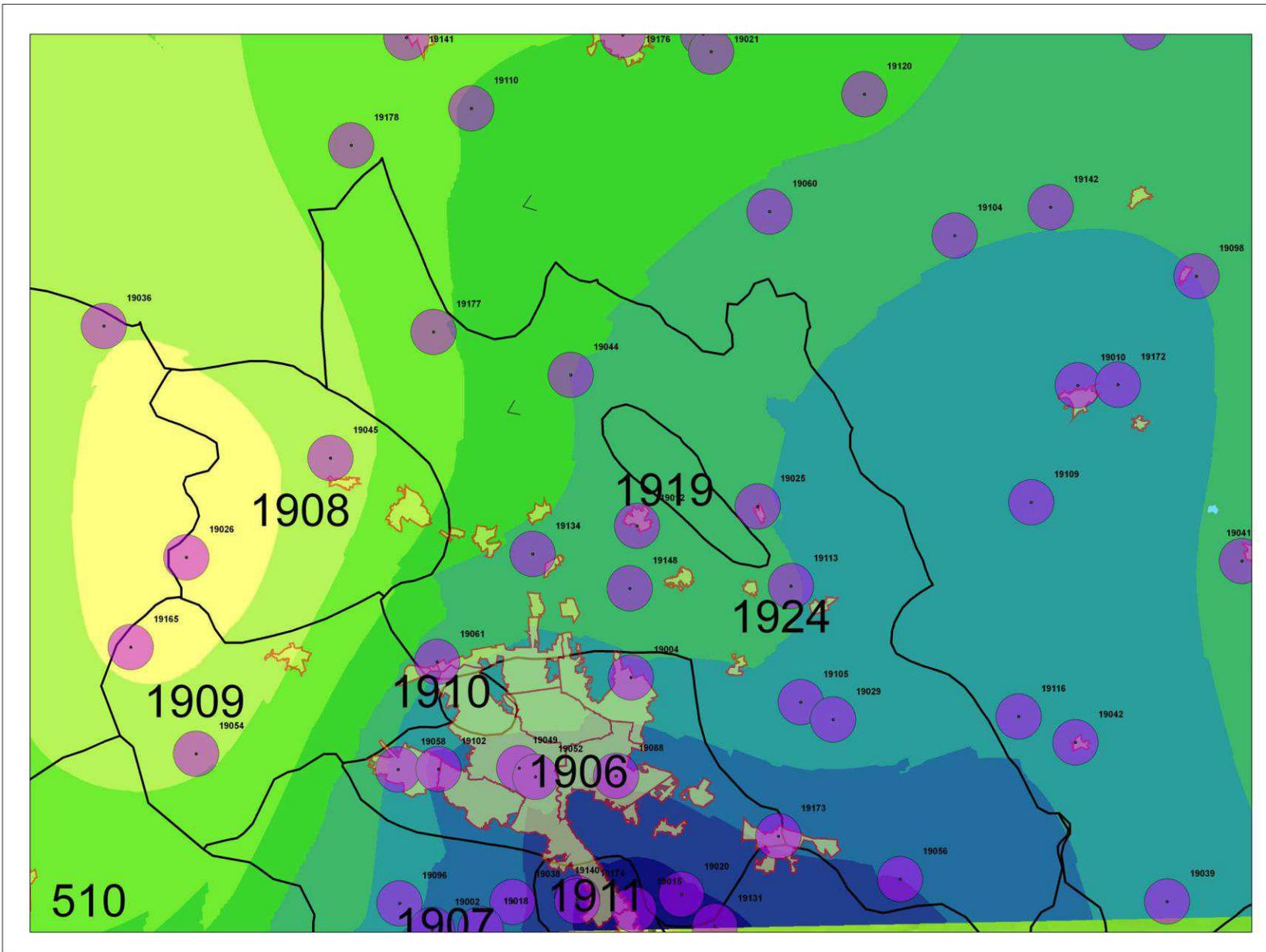


BALANCE HÍDRICO DE LOS ACUÍFEROS
ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

CLAVE	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DERCIT
1906	0	0	44300	717	33000	0
1907	24	0	240000	5	610000	0
1908	24	0	300000	21	0	3,48000
1909	4,8	0	6,20000	0	0	43,00000
1910	68,2	24,8	60,0000	27,7	0	0
1911	57	0	42,0000	0	42,0000	0
1912	0	0	0	0	0	0
510	0	0	0	0	0	0
511	0	0	0	0	0	0
502	0	0	0	0	0	0
508	0	0	0	0	0	0



Plano 15 Kriging - precipitación



Simbología Temática

Límite: Fiestas
 Límite Geomorfológico: Suroeste Insular
 Límite Estatal de D.F.
 Límite Municipal de D.F.
 Límite Estatal de México
 Límite Municipal de México

Atmosfera
 Escala 1
 Escala 2
 Escala 3

Hidrografía
 Océano
 Estación Climatológica

CLAVE	NOMBRE	[LONGITUD]	LATITUD
19004	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19005	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19006	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19007	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19008	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19009	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19010	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19011	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19012	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19013	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19014	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19015	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19016	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19017	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19018	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19019	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19020	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19021	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19022	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19023	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19024	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19025	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19026	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19027	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19028	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19029	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19030	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19031	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19032	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19033	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19034	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19035	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19036	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19037	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19038	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19039	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19040	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19041	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19042	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19043	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19044	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19045	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19046	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19047	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19048	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19049	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19050	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19051	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19052	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19053	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19054	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19055	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19056	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19057	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19058	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19059	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19060	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19061	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19062	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19063	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19064	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19065	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19066	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19067	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19068	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19069	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19070	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19071	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19072	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19073	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19074	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19075	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19076	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19077	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19078	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19079	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19080	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19081	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19082	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19083	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19084	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19085	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19086	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19087	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19088	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19089	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19090	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19091	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19092	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19093	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19094	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19095	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19096	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19097	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19098	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19099	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72
19100	Atzacantan, Coahuila	25.17	100.72

México: Geometría de Intersección
 Análisis: Kriging de Precipitación
 Registro de Precipitación: 510
 Periodo: 1980-1998

340.435607 - 419.9644131
 419.9644132 - 450.4029000
 450.4029001 - 490.2150501
 490.2150502 - 530.5500506
 530.5500507 - 570.2706031
 570.2706032 - 617.6071506
 617.6071507 - 657.1106891
 657.1106892 - 696.9642456

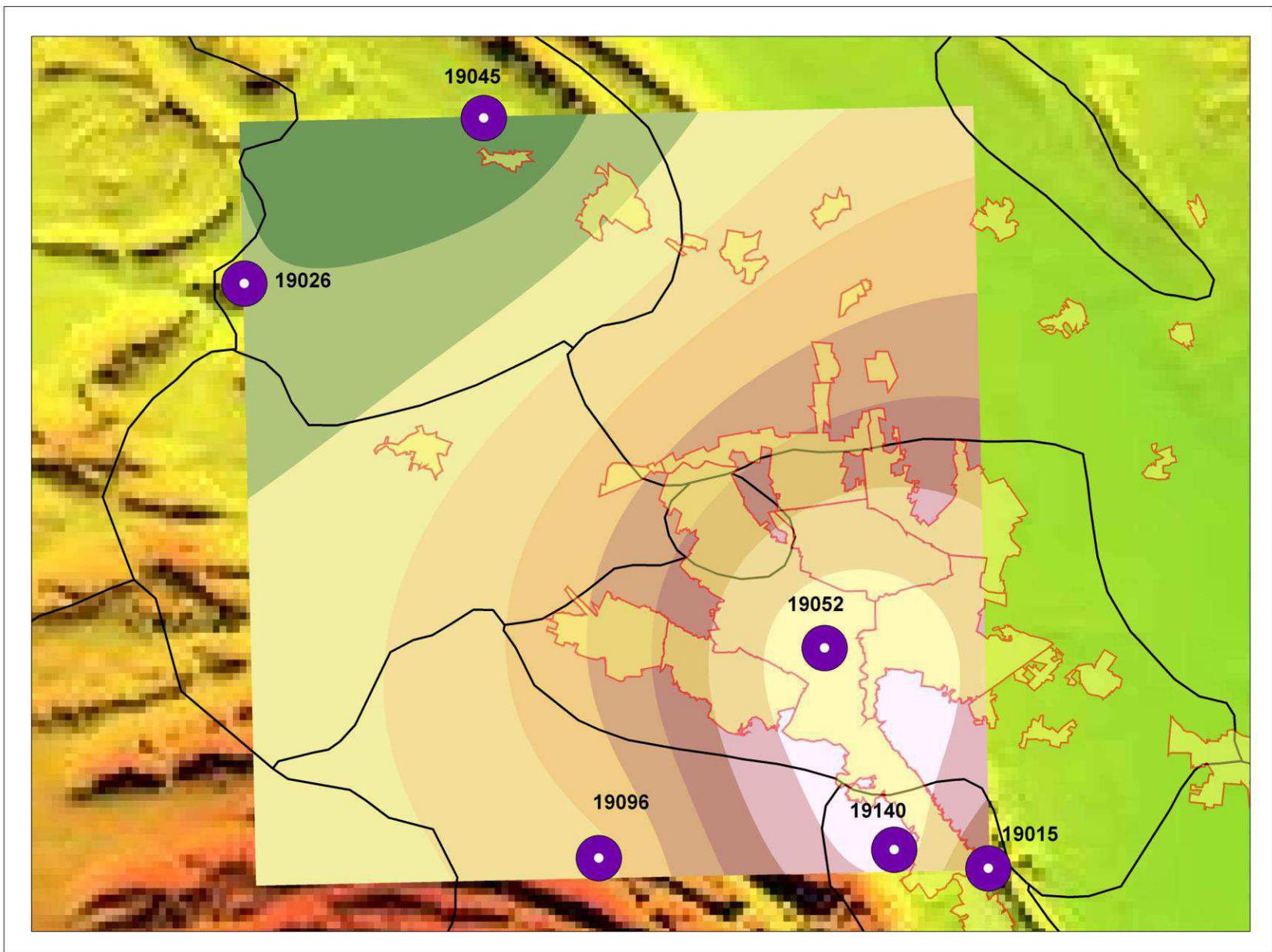
Fuente: INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía)
 Elaboración: INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía)
 Fecha: 2010
 Distribución de Datos de Área: INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía)
 Escala: 1:100,000

Figura 41

NUEVO LEÓN

COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACION REGISTROS DE 1980-1998.

Plano 16 Kriging - Temperatura



Simbología Convencional

- Lineas: Fronteras
- Lineas Georreferenciadas:
 - Territorio Insular
 - Unidad Estatal de E.A.
 - Unidad Municipal de E.A.
 - Unidad Estatal de México
 - Unidad Municipal de México
- Áreas:
 - Series 1
 - Series 2
 - Series 3
- Íklografías:
 - Climas
 - Estación Climatológica

Simbología Temática

Método: Geostatístico de Interpolación
 Algoritmo: Kriging de Temperatura
 Registro de Temperatura Media Anual de 1980-2009

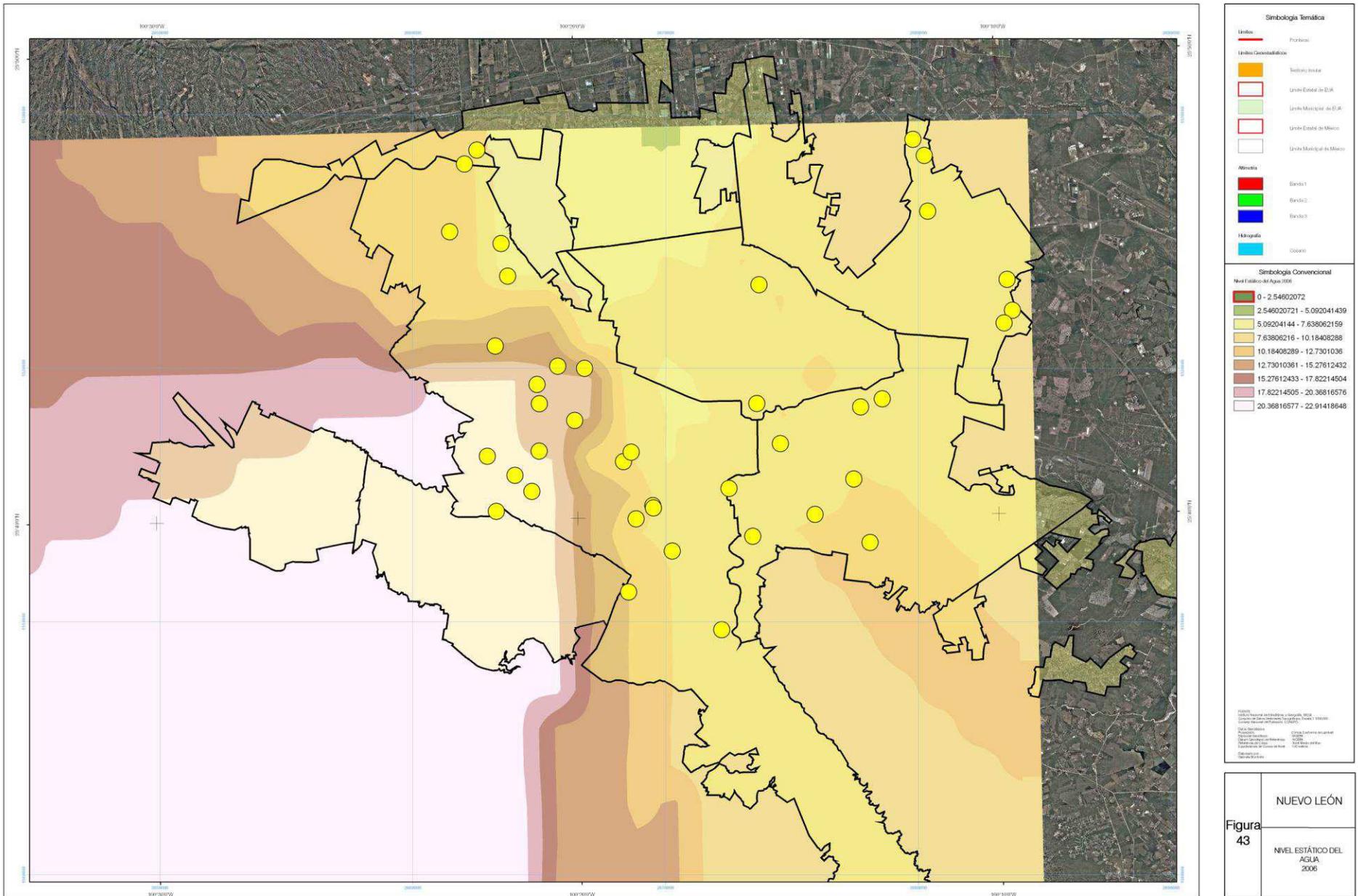
21.70319059 - 21.93588571
21.93588572 - 22.16858203
22.16858204 - 22.40128835
22.40128836 - 22.63398467
22.63398468 - 22.86668099
22.866681 - 23.09937731
23.09937732 - 23.33207364
23.33207365 - 23.56476996
23.56476997 - 23.79746628

Fuente:

- Mapa de México actualizado a 2009, INEGI
- Carta de Referencia UTM, Escala 1:10000

Figura 42
 NUEVO LEÓN
 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA REGISTROS DE 1980-2009.

Plano 20 Niveles de Estático - agua 2006-1



Plano 21 Volumen concesionado 1

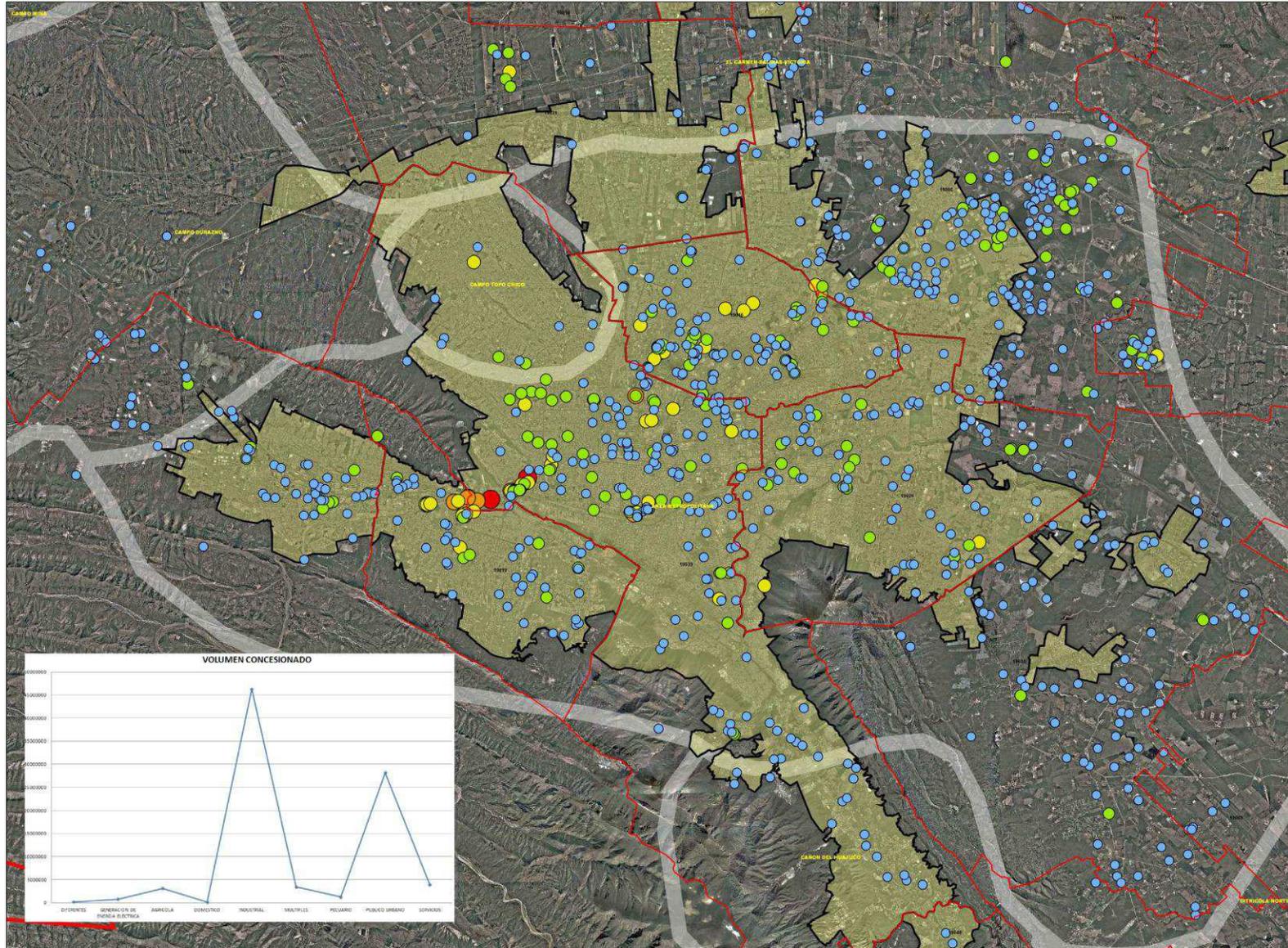


Figura 44
NUEVO LEÓN
VOLUMEN DE AGUA CONCESIONADA