



**El Colegio
de la Frontera
Norte**



**LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA URBANA EN LA
CIUDAD DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA Y
ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA UNA GESTIÓN
SUSTENTABLE**

Tesis presentada por

Shirley Karina Navarro Chaparro

para obtener el grado de

**MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN INTEGRAL
DEL AMBIENTE**

Tijuana, B. C., México
2010

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de Tesis:

Dra. Patricia Rivera Castañeda

Codirector de Tesis:

Dr. Roberto Sánchez Rodríguez

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. _____

2. _____

3. _____

A mi madre, todo cuanto soy y espero ser es gracias a su ejemplo de lucha y fortaleza

A mis hermanas, por ser la luz, la alegría y la fuerza que me empuja a ser cada día mejor

A mi abuelita, porque me ha enseñando que ante las adversidades no queda más que seguir

y triunfar...

AGRADECIMIENTOS

A Dios, gracias por su constante presencia en mi camino.

A mí amada familia por estar siempre allí con su amor, alegría, apoyo y confianza.

A las personas maravillosas que siempre me han impulsado a seguir adelante y han creído en mí hasta el final, de ellos es también este logro y mi compromiso.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por financiar mis estudios y hacer posible este logro que comenzó siendo un sueño y ahora es un proyecto de vida.

A El Colegio de la Frontera Norte (El Colef) por brindarme la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa institución y tener en mí haber una formación de alta calidad. Gracias a sus funcionarios, personas comprometidas en la tarea de formar excelentes investigadores.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) por aportar una perspectiva enriquecedora al proceso de formación de la MAIA.

A mi directora de tesis, Dra. Patricia Rivera Castañeda muchas gracias por su gran compromiso con este trabajo, su revisión minuciosa, su exigencia constante y su apoyo en los momentos cruciales. Muchas gracias a mi codirector de tesis, Dr. Roberto Sánchez Rodríguez por ser guía en este proceso y llevarlo a un nivel que me permitió aprender y crecer mucho más, gracias por el apoyo y la confianza. A los dos, mis sinceros agradecimientos, sin su valiosa contribución este logro no sería el mismo.

A mis lectores, Dra. María Eugenia Gónzales Avila, lectora interna de la tesis, a quien agradezco sus importantes comentarios para la mejora del trabajo. A la Dra. Martha Rosa Schteingart Garfunkel, lectora externa, por su revisión detallada y sus acertadas sugerencias.

A la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), por permitirme desarrollar los propósitos de esta investigación. Agradecimientos a todos sus funcionarios, especialmente al Ing. Carlos Machado, sin su apoyo no serían posibles los importantes resultados de esta investigación.

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que han estado detrás, desde diferentes espacios aportando una pequeña cuota a este trabajo. Gracias por las palabras de aliento, por la sinceridad, el respeto, el calor humano. Gracias a todos!!

RESUMEN

La presente investigación tiene por objeto analizar desde una visión integral la problemática de la gestión del agua en el contexto urbano de la ciudad de Tijuana en el período de 1991 a 2009. Para lo cual se utilizó la teoría de sustentabilidad, bajo la perspectiva de la gestión integral y sistémica, que cambia el paradigma de la oferta hacia la demanda del recurso. En cumplimiento del objetivo propuesto se realizaron entrevistas semiestructuradas, tanto a los funcionarios clave de los organismos gubernamentales de operación y administración del agua, como a una pequeña muestra de la población ubicada en asentamientos irregulares. Se construyó una base de datos robusta con información financiera y técnica sobre el abasto, saneamiento y reuso. Y finalmente, se aplicaron SIG para la representación cartográfica de la distribución espacial del consumo de agua. Teniendo como principal resultado que la gestión de los recursos hídricos al interior de la ciudad se realiza bajo un proceso lineal, con altas deficiencias estructurales, económicas y ambientales. Este proceso se caracteriza por la planeación cortoplacista y carente de integralidad; la falta de corresponsabilidad; la inequidad en la distribución espacial de los servicios hídricos y el casi nulo proceso de reintegración de las aguas tratadas dentro de la ciudad. Por tanto se puede argumentar que el manejo del agua en Tijuana es insustentable, conduciendo hacia escenarios críticos de escasez y segregación socioespacial en el acceso al servicio, que amenazan el desarrollo de la ciudad.

ABSTRACT

The purpose of this investigation is to analyze from an integral perspective the problem of water management in the urban context of Tijuana during the 1991-2009 period. In that sense we used the theory of sustainability, from an integral and systemic perspective which modifies the paradigm of resource supply toward the paradigm of demand. In compliance with the proposed objective, semi-structured interviews were developed, both with key officials of government agencies in operation and in regard to a small sample of the population located in irregular settlements. From that point a robust database was built, including information related to financial and technical supply, sanitation and reuse; applying geographical information technology to analyze spatial distribution of water consumption. Concluding, as the main result that water management in the case study corresponds to a linear process with complex structural, economic and environmental deficiencies. This process is characterized by short-term planning, lack of mutual responsibility, inequity in the spatial distribution of water services, and almost no process of reintegration of treated water within the city. Therefore, it can be argued that water management in Tijuana is unsustainable, leading to shortage and spatial segregation scenarios that threaten the urban development process.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I. EL CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA.....	9
1.1 Problemática del agua desde el contexto mundial al regional.....	9
1.2 Contexto de la problemática del agua en la ciudad de Tijuana.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Enfoques en torno a la gestión del agua.....	19
2.2 Modelos de gestión sustentable del agua.....	30
2.3 Propuesta de la gestión sustentable del agua urbana para la ciudad de Tijuana.....	32
2.3.1 Definición de la gestión sustentable del agua.....	32
2.3.2 Identificación del contexto espacial sistémico: La ciudad como metabolismo urbano.....	33
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.1 Búsqueda y recopilación de la información.....	40
3.1.1 Investigación documental.....	40
3.1.2 Entrevistas.....	41
3.1.2.1 Entrevistas a funcionarios claves de los organismos operadores y administradores del agua.....	41
3.1.2.2 Entrevistas a agentes sociales ubicados en asentamientos irregulares.....	42
3.1.3 Trabajo de campo.....	43
3.2 Procesamiento y sistematización de la información.....	45
3.2.1 Construcción de las bases de datos.....	45
3.2.2 Procedimiento metodológico empleado para la representación espacial.....	46
3.2.3 Presentación de resultados.....	47
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DEL MANEJO DE AGUA EN TIJUANA.....	49
4.1 Abasto, distribución y consumo de agua en Tijuana.....	49
4.1.1 Abastecimiento de agua en el área urbana de la ciudad.....	50
4.1.1.1 Sistema de captación, transporte y potabilización del agua.....	50
4.1.1.2 Distribución del agua en el área urbana de la ciudad.....	58

4.1.2	Demanda de agua en el contexto urbano.....	72
4.1.2.1	Tipos de usuarios del servicio de agua potable.....	72
4.1.2.2	Tendencia de la cobertura del servicio de agua potable para el sector residencial.....	73
4.1.2.3	Distribución espacial del consumo de agua potable.....	76
4.1.3	Acceso y consumo del agua potable en asentamientos irregulares.....	87
4.1.4	Proyección de la oferta y la demanda de agua potable 2030.....	90
4.1.5	Conclusiones y discusión.....	93
4.2	Alcantarillado, saneamiento y reuso de las aguas residuales tratadas.....	95
4.2.1	El sistema de recolección, transporte y alejamiento de las aguas residuales.....	96
4.2.1.1	Desarrollo del sistema de drenaje y alejamiento de las aguas residuales.....	96
4.2.1.2	Análisis de la infraestructura actual.....	101
4.2.1.3	Tendencia de la cobertura y eficiencia del sistema de alcantarillado.....	105
4.2.2	Capacidad, cobertura y eficiencia de los actuales sistema de saneamiento de las aguas residuales de la ciudad.....	110
4.2.2.1	Evolución del sistema de saneamiento.....	110
4.2.2.2	Operación del sistema de saneamiento.....	113
4.2.2.3	Eficiencia del sistema de saneamiento.....	116
4.2.3	Proyección de la oferta y la demanda del sistema de saneamiento 2030.....	128
4.2.4	Iniciativas y logros hacia el reuso de las aguas residuales tratadas.....	130
4.2.4.1	Las iniciativas hacia el reuso.....	130
4.2.4.2	Los logros en el reuso del agua residual.....	131
4.2.5	Conclusiones y discusión.....	133
4.3	Estructura institucional y planeación del agua.....	136
4.3.1	Marco legal.....	137
4.3.2	Planeación y programación hidráulica.....	139
4.3.3	Marco Institucional desde el orden nacional al local.....	142
4.3.4	CESPT, organismo operador del agua en Tijuana.....	145
4.3.4.1	Gestión social y cultura del agua.....	149
4.3.4.2	Implicaciones políticas de la administrativa de la CESPT.....	150
4.3.5	Conclusiones y discusión.....	152
4.4	Aspectos financieros del organismo operador de la ciudad.....	154
4.4.1	Tendencia de los ingresos y egresos del Sistema CESPT para el período 1991-2009.....	154
4.4.2	Déficit financiero y eficiencia global del Sistema CESPT para el período 1991-2009.....	160
4.4.3	Estructura tarifaria y subsidio cruzado.....	166
4.4.4	Conclusiones y discusiones.....	179

CAPÍTULO V. REFLEXIONES FINALES Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA EN LA CIUDAD DE TIJUANA.....	185
---	------------

BIBLIOGRAFÍA.....	205
--------------------------	------------

ANEXOS

Anexo i. Lista de acrónimos y siglas

Anexo ii. Lista de unidades de medición

Anexo iii. Lista de entrevistados funcionarios claves de los organismos operadores y administradores del agua

Anexo iv. Guión de entrevista a los agentes sociales ubicados en asentamientos irregulares

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 4.1	Distribución espacial de consumos altos de agua en la zona urbana de Tijuana.....	84
Foto 4.2	Usuarios con “picos de consumo irregular” en el sistema de agua potable	87
Foto 4.3	Asentamiento irregular al este de la ciudad de Tijuana y sistema de abasto a través de carros cisterna	88
Foto 4.4	Laguna de Oxigenación número 1 de la PTAR San Antonio de Los Buenos	124
Foto 4.5	Desarenador de entrada a la PTAR SAB.....	125
Foto 4.6	Canales de conducción de las aguas residuales en la entrada de la PTAR SAB.....	126
Foto 4.7	Sistema de tratamiento primario avanzado realizado en la PITAR.....	127
Foto 4.8	Construcción del sistema secundario de la PITAR.....	128

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.1	Disponibilidad <i>per cápita</i> de agua por región hidrológico-administrativa, 2007.....	12
Gráfica 1.2	Presión sobre los recursos hídricos en cada Región Hidrológico-Administrativa.....	13
Gráfica 1.3	Ubicación geográfica del Municipio de Tijuana.....	15
Gráfica 2.1	Metabolismo lineal en la gestión del agua urbana.....	35
Gráfica 2.2	Metabolismo cíclico en la gestión del agua urbana.....	36
Gráfica 4.1	Crecimiento de la población en Tijuana para el período 1900 a 1980.....	52
Gráfica 4.2	Proporción de las cuentas de agua potable por municipio del Sistema CESPT.....	59
Gráfica 4.3	Tendencia del crecimiento de las cuentas de agua potable por municipio del Sistema CESPT para el período 2005-2009para el período 2005-2009...	59
Gráfica 4.4	Tendencia histórica de la producción de agua de todas las fuentes de abastecimiento de 1991 al 2009.....	61
Gráfica 4.5	Pérdidas de agua en el Sistema CESPT para el período 1991-2009.....	63
Gráfica 4.6	Pérdidas de agua en el Sistema CESPT para el período 1991-2009 en relación con el % de medidores en funcionamiento.....	64
Gráfica 4.7	Tendencia histórica de la dotación <i>per cápita</i> del Sistema CESPT.....	66
Gráfica 4.8	Tendencia histórica de la facturación y el comportamiento del agua no contabilizada.....	68
Gráfica 4.9	Salinidad del agua del río Colorado recibida en México de 1974 a 2007contabilizada.....	69
Gráfica 4.10	Comportamiento del cloro residual en las potabilizadoras El Florido y Abelardo L. Rodríguez para el período 2000-2009.....	71
Gráfica 4.11	Proporción de cuentas de agua potable por tipo de servicio promedio acumulado del período 1991 al 2009.....	73
Gráfica 4.12	Tendencia de la cobertura del servicio de agua potable para el sector residencial vs. El crecimiento poblacional del Sistema CESPT 1991-2009..	74

Gráfica 4.13	Aporte de las claves catastrales que tienen entre 1 y 6 cuentas al consumo de agua en la ciudad de Tijuana.....	78
Gráfica 4.14	Distribución de consumo de agua potable para el servicio residencial por rangos.....	80
Gráfica 4.15	Proyección de la oferta y demanda futura de agua potable del Sistema CESPT para el horizonte del 2010 al 2030.....	91
Gráfica 4.16	Proyección de la oferta y demanda futura de agua potable del Sistema CESPT para el horizonte del 2010 al 2030, con la vinculación de fuentes alternativas de agua.....	92
Gráfica 4.17	Antigüedad de la red de alcantarillado.....	103
Gráfica 4.18	Tendencia del crecimiento de las cuentas de alcantarillado.....	106
Gráfica 4.19	Agua residual captada por el sistema de alcantarillado en relación con el agua producida para el abastecimiento.....	107
Gráfica 4.20	Variación del volumen de agua residual tratado por el Sistema CESPT.....	118
Gráfica 4.21	Análisis de DBO ₅ para el efluente de la PTAR SAB en el período 1996-2008	121
Gráfica 4.22	Análisis de grasas y aceites para el efluente de la PTAR SAB en el período 1996-2008.....	122
Gráfica 4.23	Análisis de sólidos suspendidos totales para el efluente de la PTAR SAB en el período 1996-2008.....	122
Gráfica 4.24	Análisis de sólidos sedimentables para el efluente de la PTAR SAB en el período 1996-2008.....	123
Gráfica 4.25	Proyección de la oferta y demanda futura del sistema de saneamiento para el horizonte del 2010 al 2030, con la vinculación de fuentes alternativas de agua.....	129
Gráfica 4.26	Tendencia de la oferta de agua potable en comparación con la oferta de los servicios de alcantarillado, saneamiento y reuso.....	132
Gráfica 4.27	Tendencia de los ingresos del Sistema CESPT para el período 1991-2009...	155
Gráfica 4.28	Composición de los ingresos del Sistema CESPT para el período 1991-2009.....	156
Gráfica 4.29	Tendencia de los egresos del Sistema CESPT para el período 1991-2009...	157
Gráfica 4.30	Composición de los egresos del Sistema CESPT para el período 1991-2009	158

Gráfica 4.31	Tendencia del déficit financiero del Sistema CESPT para el período 1991-2009.....	160
Gráfica 4.32	Tendencia de las cuentas por cobrar (Cx) acumuladas del Sistema CESPT para el período 1991-2009.....	163
Gráfica 4.33	Contraste entre la producción de agua, la facturación y los ingresos de la CESPT para el período 2005-2009.....	164
Gráfica 4.34	Comparación del costo de producción con el precio de venta por metro cúbico del Sistema CESPT para el período 2005-2009.....	168
Gráfica 4.35	Proporción del subsidio por metro cúbico.....	177
Gráfica 5.1	Balance del agua urbana de Tijuana, 2007-2009.....	185
Gráfica 5.2	Esquema del modelo de gestión sustentable del agua urbana de la ciudad de Tijuana.....	202

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 3.1	Área sobre la que se desarrollaron las entrevistas a los usuarios del servicio de agua en ‘pipas’.....	44
Mapa 4.1	Recorrido de la línea de conducción del agua proveniente del río Colorado desde la presa Morelos (límite binacional) hasta la presa El Carrizo (Tijuana).....	55
Mapa 4.2	Recorrido del río Colorado desde su inicio en las Montañas Rocallosas del Colorado hasta su desembocadura en el Golfo de California.....	57
Mapa 4.3	Distribución espacial del consumo de agua potable en la ciudad de Tijuana.....	83
Mapa 4.4	Distribución espacial de “picos de consumo irregular” de agua potable en la ciudad de Tijuana.....	86
Mapa 4.5	Red primaria del sistema de alcantarillado de Tijuana.....	101
Mapa 4.6	Vida útil de las tuberías de la red de alcantarillado, 2009.....	104
Mapa 4.7	Plantas de Tratamiento de Agua Residual de la ciudad de Tijuana y Playas de Rosarito.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1	Producción de las principales fuentes de abastecimiento de agua en el año 2009.....	58
Tabla 4.2	Padrón de usuarios del servicio de agua potable para el Sistema CESPT, 2009.....	77
Tabla 4.3	Categorización del consumo de agua en los usuarios del servicio residencial.....	79
Tabla 4.4	Consumo <i>per cápita</i> y categorización de acuerdo a la clasificación por rangos de consumo.....	81
Tabla 4.5	Dinámica en los precios de venta de agua potable en los sectores irregulares.....	89
Tabla 4.6	Agua residual generada por los usuarios que carecen de sistema de alcantarillado.....	108
Tabla 4.7	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en Tijuana.....	114
Tabla 4.8	Eficiencia del sistema de saneamiento CESPT de 1999 al 2009.....	116
Tabla 4.9	Calidad del caudal afluyente y efluente de la PTAR SAB para el período 1996 al 2008.....	119
Tabla 4.10	Eficiencia global del Sistema CESPT para el período 2005-2009.....	161
Tabla 4.11	Proporción de las cuentas por cobrar en relación con los ingresos totales del organismo para el período 2005-2009.....	163
Tabla 4.12	Sistema tarifario de la CESPT: Rangos, tarifa promedio y su incremento para el período 2000 – 2009.....	171
Tabla 4.13	Precio promedio de venta cobrado a los usuarios del servicio doméstico y no doméstico para el período 2005 – 2009.....	172
Tabla 4.14	Subsidio cruzado: rangos de consumo y subsidio (recibido y aportado) por cada tipo de servicio, en el Sistema CESPT 2010.....	175

INTRODUCCIÓN

Tijuana es una de las ciudades de la frontera norte de México con mayor demanda de los servicios urbanos de agua (INEGI, 2005). Lo cual, frente a la limitada disponibilidad de las fuentes de agua y los escenarios de escasez fuerte, proyectados en la región para el 2030 (Semarnat, 2006), representan un gran desafío para el manejo eficiente de los recursos hídricos de la ciudad.

La problemática de la gestión del agua en la ciudad, requiere por tanto, detallar dos aspectos que han sido determinantes en la forma y dirección del manejo de sus recursos hídricos. En primera instancia, Tijuana es una de las ciudades del Estado de Baja California con mayor dinamismo en el crecimiento poblacional y económico (INEGI, 2006 y Conapo, 2009), situación que le confiere características particulares en la distribución de la población, en el incremento en uso de agua potable y en la generación de aguas residuales.

Una segunda característica determinante es la limitada disponibilidad natural de las fuentes de agua. En Tijuana se carece de recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos. Característica natural que condiciona a la ciudad a la dependencia total del abasto del río Colorado (Marcus, 2000 y Bernal, 2005).

Los factores planteados se han configurado a lo largo de la historia presionando a que la gestión del agua se oriente hacia la búsqueda incesante de nuevas y mayores fuentes de recursos hídricos, dejando detrás de sí el desarrollo de una gran cantidad de infraestructuras hídricas. Tendencias, que a pesar de la escasez y competencia por el recurso, se han estructurado bajo un proceso de aprovechamiento lineal en el que el agua, se distribuye, consume, desecha y trata con altas deficiencias.

Los procesos de reintegración del agua residual y el agua tratada son prácticamente nulos. Lo que conduce a que los recursos hídricos en sus condiciones naturales sean sobreexplotados y los recursos de agua residual tratada sean totalmente desaprovechados. Contribuyendo a la

pérdida de importantes recursos económicos por los desperdicios de agua y los costos de inversión en saneamiento. Además de la reducción de reservas de agua para las generaciones futuras.

Asimismo, aunado a la problemática de los volúmenes de agua, se encuentra la condición de calidad de las fuentes. Cada vez son más altos los niveles de salinidad de los recursos hídricos y los límites de contaminación de las aguas residuales son sobrepasados para la mayor parte del volumen tratado. De esta forma, en la última década se ha incrementado el deterioro del agua, problemática que ante escenarios de cambio climático amenazan con agudizar su efecto negativo en la disponibilidad del recurso.

Por otro lado, desde un sentido más social, es clara la reproducción de factores de inequidad social en la distribución espacial del servicio hacia los extremos de la periferia sur y sur este de la ciudad de Tijuana. Lo que ayuda en parte, a la conformación de un cordón de segregación social por el acceso al agua en este sector, donde los usuarios con menores recursos económicos pagan más por un servicio de menor calidad.

El manejo del agua en la ciudad se ha estructurado bajo el modelo de gestión de la oferta, que a pesar de reflejar eficiencia en los indicadores “brutos” de producción de agua y cobertura del servicio, en su operación interna tienden hacia la deficiencia económica y operativa. En la ciudad, no se cobra el precio “real” del agua, se recauda menos de la mitad de lo facturado, se continúa con las pérdidas de agua y su avance hacia procesos de corresponsabilidad y planeación integral es muy incipiente.

Los aspectos expuestos manifiestan la complejidad del problema en el manejo urbano del agua y como la interrelación de estos elementos se traducen en la insustentabilidad del recurso. Esta problemática, en contraste con los altos índices de crecimiento y la total escasez de fuentes propias, implicará inminentemente la mayor dependencia a recursos externos, el aumento en los costos de producción y la mayor competencia para su acceso. Además, de la afectación al desarrollo poblacional y económico de la ciudad.

Este escenario hace evidente la importancia de abordar el estudio de nuevos modelos de manejo del agua, bajo el marco de un enfoque diferente al convencional. El estudio problemática del agua, requiere de una visión fundamentado en la integralidad de las diferentes dimensiones que la componen y un enfoque hacia la gestión de la demanda y el uso eficiente del agua.

No obstante, es importante reconocer que a pesar del vasto desarrollo de literatura especializada que advierte sobre esta necesidad; realmente su ejercicio queda limitado sólo para algunos países desarrollados. De esta forma, aunque en el nivel local el tema del agua ha sido retomado en muchas ocasiones, se carece de estudios que complejicen su análisis desde una visión integral.

Es entonces el principal aporte de este trabajo evaluar la problemática de estudio bajo una visión integral, profundizando el entendimiento de sus causas, desde la interrelación de la dimensión, social, económica, ambiental y administrativa. Se espera que a través de este enfoque se pueda en parte, innovar la forma de analizar la gestión del agua en la ciudad y proporcionar nuevos elementos para su comprensión.

Se reconoce que aunque no es tarea fácil y la integralidad por sí misma no garantiza el enfoque sustentable del análisis, los resultados de este tipo de estudios tienen como valor adicional el proporcionar una imagen del contexto general de la problemática. Estableciéndose así, los elementos clave en la ciudad -como por ejemplo, oportunidades y debilidades- para una gestión orientada a la sustentabilidad. Esto permite plantear alternativas ajustadas a la realidad de la problemática. Aportando así herramientas útiles, en búsqueda de la solución a un problema ambiental neurálgico para la ciudad como lo es el manejo insustentable del agua. Asimismo, utilizando los hallazgos más relevantes, se finaliza con la estructura del modelo de gestión sustentable para la ciudad de Tijuana, considerando este un pequeño aporte que sirve de guía y tema de estudio para nuevas investigaciones.

En suma, se puntualiza que la investigación se circunscribe al estudio de la gestión del agua en el área urbano de la ciudad de Tijuana. El marco temporal sobre el cual se desarrolla

comprende el periodo de 1991 al 2009. Espacio cercano a dos décadas, en el cual se han conjugado eventos importantes como los altos índices de crecimiento poblacional que superan la media nacional (Conapo, 2009) y la concentración de elevados desarrollos industriales (INEGI, 2003). Factores que han evolucionado de forma paralela con el incremento de las coberturas del servicio, al tiempo que se hacían improductivas las fuentes de agua subterránea (CESPT, 2003).

Bajo el planteamiento del problema fueron establecidos como cuestionamientos direccionadores de la presente investigación, el responder ¿Cómo ha evolucionado, en las últimas dos décadas la gestión de los servicios de agua en el contexto urbano de la ciudad de Tijuana? Cuya resultados condujera a determinar ¿Cuáles son las principales características, obstáculos y debilidades en la gestión tendiente al manejo sustentable en la ciudad? Para finalmente plantear respuestas a ¿Qué oportunidades tiene Tijuana para avanzar hacia alternativas integrales que conduzcan a un modelo de gestión sustentable de sus recursos hídricos?

Estableciéndose como hipótesis, que en la ciudad de Tijuana la magnitud y dinámica de la demanda de los servicios de agua, frente a la oferta finita de los recursos hídricos, se ha desarrollado en las últimas dos décadas bajo una gestión cortoplacista carente de visión integral y sistémica. Estas particularidades han sido determinantes en conducir al desequilibrio entre la oferta de agua, con el incremento de las demandas sociales y la capacidad de operación de los servicios urbanos de agua. Presentándose así un panorama de insustentabilidad hídrica que amenaza con limitar el crecimiento social y económico de la ciudad.

En concordancia con las preguntas de investigación y la hipótesis, se estableció como objetivo general analizar la sustentabilidad de la gestión del agua en el espacio urbano del municipio de Tijuana. Para lo cual, se buscó específicamente, reconocer la problemática a través del análisis de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y reuso; bajo el estudio de sus tendencias en el periodo investigado y escenarios futuros al 2030. Analizando, en una segunda

instancia, la sustentabilidad en el manejo del agua a la luz de los principales problemas encontrados.

De esta forma, la investigación se estructura en cinco capítulos: los dos primeros aportan la visión general de la problemática del agua desde la revisión de la literatura especializada, así como, el diseño de la propuesta teórica para la elaboración de este estudio. El tercero describe la estructura metodológica. El cuarto analiza la gestión de los servicios de agua urbana. Para finalizar con el quinto capítulo, que a manera de conclusión, retoma los resultados y discusiones más importantes del estudio. Planteando además, desde una perspectiva multidimensional e integrada, algunas alternativas puntuales para el manejo sustentable del recurso en la ciudad.

En el primer capítulo titulado “El contexto de la problemática del agua”, se exponen puntos específicos de la contextualización del problema de los recursos hídricos en la dimensión socioeconómica y ambiental. Para esto se transita desde la escala internacional hasta el nivel local, donde se hace evidente la deficiencia de los actuales modelos de gestión en conciliar la prestación de los servicios hídricos con el uso eficiente de las fuentes de agua.

Por su parte, el capítulo dos “Marco Teórico”, está dividido en tres secciones. En la primera se estudian los enfoques de la gestión del agua en el ámbito urbano. Para esto se distinguieron dos perspectivas centrales, una de tipo administrativa y otra de condición sistémico-integral. En una segunda sección se rescatan los aportes de los modelos de gestión sustentable del agua que ayudarán a entender fenómeno en estudio. Finalmente, la tercera sección se concentra en la construcción de la propuesta del modelo de gestión sustentable para analizar la problemática del agua en Tijuana.

En el capítulo tres “Marco metodológico” se explica el diseño de la estructura metodológica de la investigación. Se presenta la estrategia a seguir desde la búsqueda y recopilación de información hasta su interpretación y presentación de resultados. Se destacan como técnicas fundamentales para la consecución de los objetivos planteados: el trabajo de campo, la

construcción de las bases de datos y la representación cartográfica de la distribución espacial del consumo de agua en la ciudad.

El capítulo cuatro “Análisis del manejo del agua en Tijuana”, se enfoca en estudiar la tendencia, comportamiento y proyección de la gestión del agua. Este capítulo se subdivide en cuatro grandes áreas: “Abasto, distribución y consumo de agua en Tijuana”; “Alcantarillado, saneamiento y reuso de las aguas residuales tratadas”; “Estructura institucional y planeación del agua” y “Aspectos financieros del organismo operador de la ciudad”.

El área “Abasto, distribución y consumo de agua en Tijuana” se divide en dos secciones. En la primera se estudia la oferta del servicio de agua, se evalúa la capacidad y cobertura del sistema de captación, transporte y potabilización. Analizándose además las fuentes hídricas de las que se abastece la ciudad en términos de calidad y cantidad. En la segunda sección se estudia el comportamiento presente y futuro de la demanda del agua proyectada al año 2030. Se vincula además, la tendencia de la distribución espacial del consumo de agua.

El estudio del “Alcantarillado, saneamiento y reuso de las aguas residuales tratadas” se desarrolla en tres secciones, la primera analiza el sistema de recolección, transporte y alejamiento de las aguas residuales. La segunda sección estudia la eficiencia del sistema de saneamiento en términos de volúmenes y calidad de tratamiento. Y por último, en la tercera sección se exponen las iniciativas y logros en torno al reuso de las aguas tratadas en la ciudad.

En la “Estructura institucional y planeación del agua” se estudia desde un enfoque administrativo el manejo del recurso hídrico en la ciudad. Con este propósito se realiza el análisis del entramado institucional, seguidamente se hace una breve revisión de los planes y programas hídricos. Y se concluye con el estudio de la gestión de los servicios urbanos de agua por parte del organismo operador.

La tercer área de estudio del capítulo cuarto “Aspectos financieros del organismo operador de la ciudad” se centra en la influencia de la estructura tarifaria en el uso eficiente del agua y la equidad social. Análisis elaborado a través de la evaluación de la estructuración de ingresos,

egresos, costos y precios de venta, la eficiencia global del sistema y, la estructura tarifaria y de subsidios.

Se culmina el estudio con el capítulo quinto “Reflexiones finales y algunas alternativas para el manejo sustentable del agua en la ciudad de Tijuana”. En el cual se analiza de forma integral las distintas áreas y elementos de la problemática desarrollada. Asimismo, se plantean algunas propuestas específicas sobre los hallazgos más relevantes, considerándose herramientas de útil aplicación para orientar la gestión del agua hacia un enfoque de sustentabilidad.

Finalmente, los resultados de esta investigación y las alternativas propuestas para la solución de la problemática, apuntan a señalar que falta un gran camino por recorrer en el estudio de la sustentabilidad del agua en la ciudad. Reconociendo, por tanto, necesario sugerir como nuevas líneas de estudio: la aceptabilidad social y la viabilidad económica y técnica para el desarrollo de proyectos enfocados hacia el reuso directo del agua tratada. Asimismo, sería importante analizar a profundidad el fenómeno de los asentamientos irregulares en relación al acceso a los servicios de agua potable y drenaje. Así como, el impacto que representará para la disponibilidad futura de agua la regularización del servicio de abasto en estas áreas.

CAPÍTULO I. EL CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA

“Agua, por todas partes agua [pero] para beber ni una gota”

Samuel Taylor Coleridge. Balada del viejo marinero

El presente capítulo tiene como objetivo analizar el contexto de la problemática de la gestión del agua, exponiéndose de manera puntual sus efectos en las dimensiones sociales, ambientales y económicas. Organizándose su estudio en dos secciones. En la primera parte se plantea el contexto de la problemática desde el nivel internacional hasta el orden nacional. En la segunda, se estudian para el caso específico de Tijuana las características más relevantes de la ciudad que han condicionado en los últimos años la prestación de los servicios urbanos de agua.

1.1 Problemática del agua desde el contexto mundial al regional

A nivel mundial se advierte que la escasez de los recursos hídricos se transforma cada día más en una amenaza para los países que han llegado al límite de sus fuentes propias de agua. Cerca de 2,800 millones de personas se enfrentan a algún tipo de escasez de agua¹ (PNUD, 2006) y los escenarios son menos alentadores al señalar que para el año 2030 más de la mitad de la población se encontrará asentada en áreas con estrés hídrico (WWDR, 2009).²

En los últimos 50 años se han incrementado los índices de explotación y contaminación de las fuentes de agua. El uso de agua subterránea, se ha incrementado sustancialmente, llegando a ser la fuente de agua que abastece 70 % de la demanda del sector agrícola (WWDR, 2009). En

¹ La ONU reconoce dos tipos de escasez de agua: La escasez física, que se refiere a la disminución en la cantidad de las fuentes de agua disponibles o la distribución preferente hacia ciertos usuarios. Y la escasez económica que es relativa a los países que no disponen de recursos económicos para el desarrollo de infraestructura que le permita tener acceso a las fuentes de agua.

² El Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP, por sus siglas en inglés) de la UNESCO, tiene como principal producto el reporte World Water Development Report (WWDR) que para el 2010 generó el informe denominado “Water in chage world”, estudio en el que se hace un detallado diagnóstico sobre el estado de los recursos hídricos a nivel mundial, planteándose además, alternativas para su uso sustentable a través de la interrelación de los diferentes agentes sociales, económicos y políticos vinculados en el manejo del agua.

cuanto a las fuentes de agua superficiales, aproximadamente 75 % de los ríos son sacados de su cauce natural para el abastecimiento de diferentes demandas (ONU, 2009).

El enfoque de gestión de la oferta de los servicios de agua, dominante en la esfera mundial desde principios del siglo XX, se ha mantenido en parte, por los importantes resultados obtenidos en torno al bienestar social. Estos resultados señalan que el acceso a fuentes de agua mejorada para la población mundial se incrementó en el período de 1990 al 2006 de 78 % a 87 %, lo que representa una reducción en el desabastecimiento para 600 millones de habitantes. En relación a la cobertura de saneamiento, aunque presenta un mayor rezago, también ha reportado incremento de 54 % a 62 % para el 2006 (OMS y Unicef, 2006).

A pesar de lo expuesto, estadísticas recientes dan cuenta de la permanencia de la problemática del desabastecimiento de servicios de agua. El informe de la OMS y el Unicef del 2008 y el más reciente reporte de las Naciones Unidas-Agua, denominado, GLAAS³ (OMS y ONU, 2010), señalan que para el 2008 la población mundial sin acceso a agua potable es de 900 millones y las personas que no cuentan con servicios de saneamiento asciende a 2,600 millones. Asimismo, los altos niveles de demanda de los recursos hídricos han conducido a la sobreexplotación y contaminación de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas.

Contraste que hace evidente que el modelo de gestión implementado para el manejo del agua no ha logrado reducir la inequidad en la distribución y acceso a los servicios de agua (OMS y Unicef, 2006, 2008; OMS y ONU, 2010) y que por el contrario sostiene los índices mundiales de pobreza, enfermedad y muerte asociados con el recurso hídrico (OMS y Unicef, 2006 y OMS, 2009), mientras que se incrementa el nivel de escasez y contaminación de las fuentes de agua (WWDR, 2009 y ONU, 2009).

³ Las Naciones Unidas-Agua (UN-WATER por su nombre en inglés), es un mecanismo interinstitucional del sistema de las Naciones Unidas para la ejecución del programa definido en la Declaración del Milenio y la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. La OMS como parte del sistema NU-AGUA, elaboró recientemente el Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking-Water, reporte más conocido como GLASS, en el que su principal objetivo es señalar el estancamiento del cumplimiento del objetivo 7-C de los ODM.

México, resalta como uno de los países a nivel latinoamericano que ha logrado un rápido progreso en la cobertura de saneamiento y el sostenimiento de sus indicadores de acceso al agua potable (OMS, 2009). En el área urbana cuenta con una cobertura de abastecimiento de agua potable del 94.3 % y de alcantarillado del 93.9 % (Conagua, 2010).

Como contraparte a los resultados optimistas de abasto de los servicios de agua, se estima que el país tiende a incrementar su problemática de contaminación y deterioro de las fuentes de recursos hídricos. El panorama general plantea que la disponibilidad de agua por habitante tiene una tendencia decreciente, bajo la consideración de que 70 % de los cuerpos de agua superficial están contaminados y 15 % de los acuíferos se encuentran en niveles de sobreexplotación⁴ (Carabias y Landa, 2005).

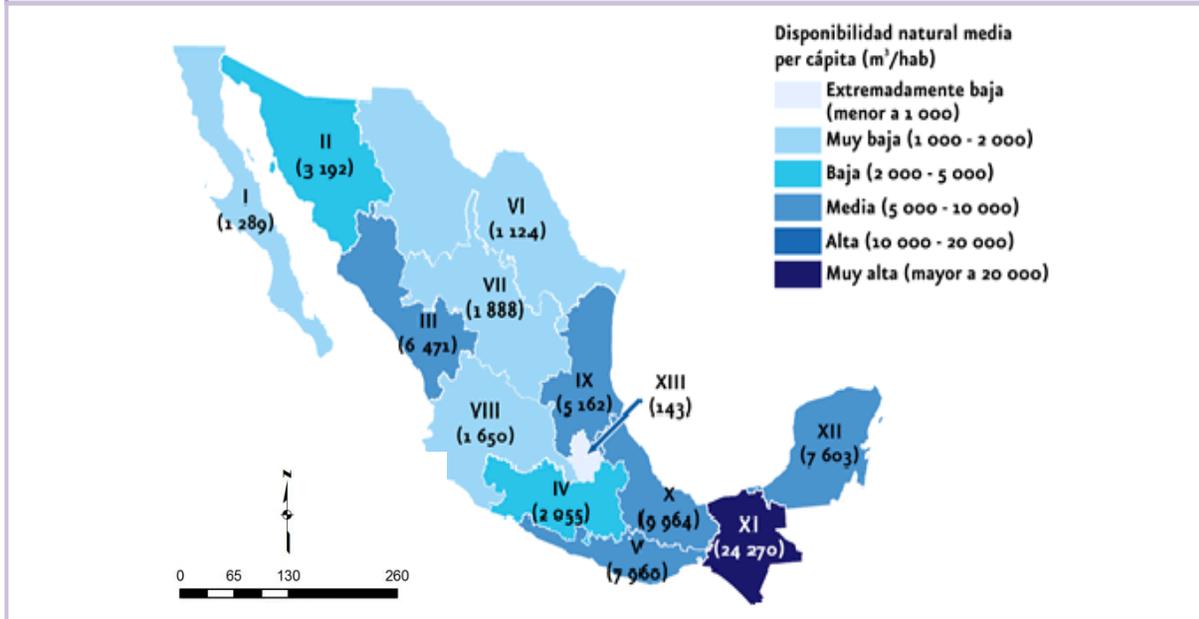
Aunado a la presión antropogénica sobre los recursos hídricos, el país tiene disparidades espaciales significativas en la distribución del agua que limitan su disponibilidad natural (ver gráfica 1.1). Mientras que en la zona norte, centro y noroeste del país se genera 87 % del Producto Interno Bruto (PIB) y concentra 77 % de la población, sólo cuenta con una disponibilidad natural de agua equivalente al 31 % del total presente para el aprovechamiento del país. Esto ha conducido, a un nivel de disponibilidad natural de agua muy bajo y un grado de presión fuerte sobre el recurso hídrico⁵ (ver gráfica 1.1 y 1.2) (Semarnat, 2008).

Planteándose así escenarios críticos de escasez, para el año 2030, en los cuales según la Semarnat (2006), la disponibilidad natural media de agua se reducirá de 4,841 m³/año (2005) a 3,705 m³/año, lo que representa una disminución relativa al 23 %, pudiéndose ubicar a México en niveles críticos de disponibilidad de agua, comparables con países como Turquía o Japón.

⁴ Situación que puede ser crítica para México si se considera que "...64 % del agua que se suministra a las ciudades proviene de los acuíferos, y de éstos se abastece a más de 72 millones de habitantes..." (Semarnat, 2006:247).

⁵ La Semarnat (2008) señala que el grado de presión de un recurso hídrico es un indicador que representa, en términos porcentuales, el agua utilizada para usos consuntivos respecto a la disponibilidad total. Considerando que para valores mayores a 40 % se ejerce fuerte presión sobre el recurso.

Gráfica 1.1 Disponibilidad *per cápita* de agua por región hidrológico-administrativa,¹ 2007

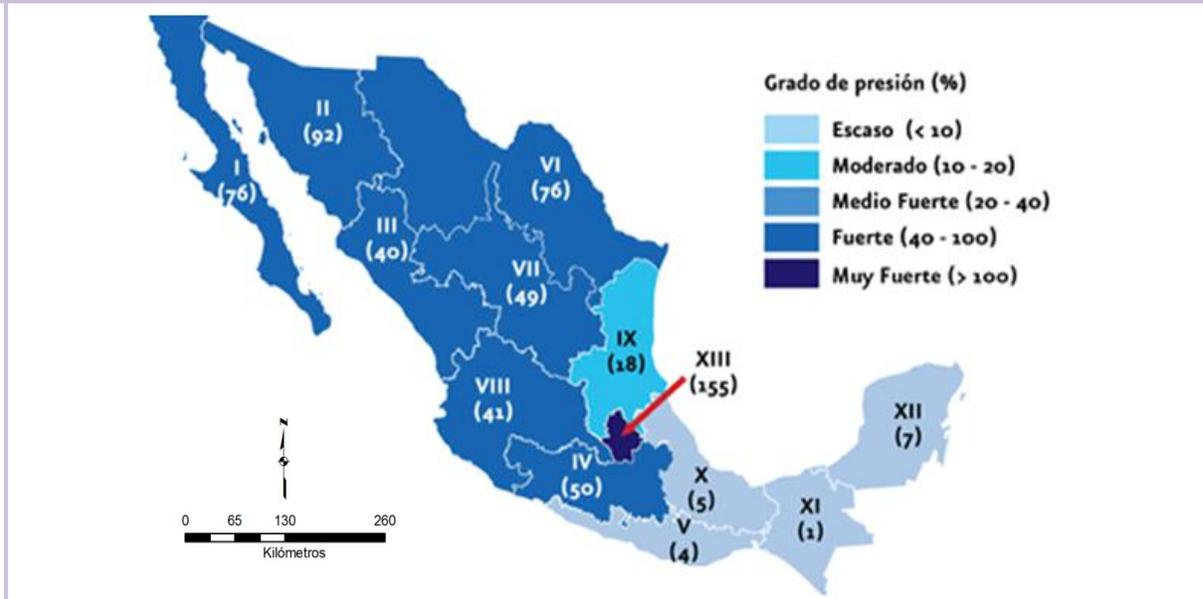


En la gráfica 1.1 se observa que las regiones de Baja California, Río Bravo, Cuenca Central del Norte y Lerma son áreas con disponibilidad natural *per cápita* muy baja. Lo anterior, de acuerdo a estudios de la Semarnat (2008) implica una situación de estrés hídrico con posibilidad de desabasto de agua para el desarrollo de las diferentes actividades económicas y humanas de estas regiones. Para el caso de la región de Valle de México, donde la disponibilidad es menor a mil metros cúbico, se incrementan las implicaciones negativas para el desarrollo económico y la protección de los ecosistemas. Para tener como punto de comparación, es importante considerar que en el país la disponibilidad de agua por habitantes es de 4 mil 312 metros cúbicos.

Fuente: Semarnat (2008). Elaborado por la Subdirección General de Programación de la Conagua.

En este orden de ideas, es relevante señalar que las Regiones Hidrológico – Administrativas que tienen menor disponibilidad natural media de agua y mayor presión sobre los recursos hídricos se encuentran ubicadas en la frontera norte de México (ver gráfica 1.2). Estas regiones, presentan una importante dinámica poblacional y económica que ha causado, en la región, una mayor presión sobre los recursos naturales (Martínez, 2004).

Gráfica 1.2 Presión sobre los recursos hídricos en cada Región Hidrológico-Administrativa



En la gráfica 1.2, se presenta entre paréntesis el grado de presión sobre los recursos hídricos en cada región. Como se aprecia en la gráfica 70 % del país este grado de presión es fuerte, siendo la zona norte con las regiones I, II y VI, las más representativas en cuanto a los mayores índices de escasez, antecedidos sólo por la región hidrológica XIII ubicada en el centro del país con un índice de presión superior al cien por ciento.

Fuente: Semarnat (2008). Elaborado por la Subdirección General de Programación de la Conagua.

Dentro de esta zona fronteriza, se hace importante la situación hídrica del Estado de Baja California ya que es una región donde confluyen de forma dinámica, dimensiones ambientales, sociales y económicas. La región tiene dependencia casi exclusiva del río Colorado, fuente de agua con características binacionales. Aunado a esto, tanto la cuenca del río mencionado como la del río Tijuana, de las cuales se abastece la ciudad, presentan índices de escasez fuerte, con perspectivas de disponibilidad de agua para el año 2030 con clasificación “extremadamente baja” y niveles de contaminación medios (Semarnat, 2006).

La escasez creciente de agua contrasta con la condición de ser el Estado con mayor desarrollo económico de la zona fronteriza -genera 40 % del PIB- (Martínez, 2004) y de mayor desarrollo poblacional -concentra 90 % del total de la población de la región- (Valdez, 2004). Con base

en estos datos se puede predecir que en un futuro próximo habrá mayor presión hídrica y por consiguiente la reducción significativa de la disponibilidad *per cápita* de agua.

Por tanto, dentro de este contexto es interesante analizar el papel que desempeña la ciudad de Tijuana en la gestión del agua, teniendo en cuenta que actúa como una de las ciudades de mayor importancia en la representación de la dinámica poblacional, económica y de presión hacia los recursos hídricos del Estado de Baja California.

1.2 Contexto de la problemática del agua en la ciudad de Tijuana

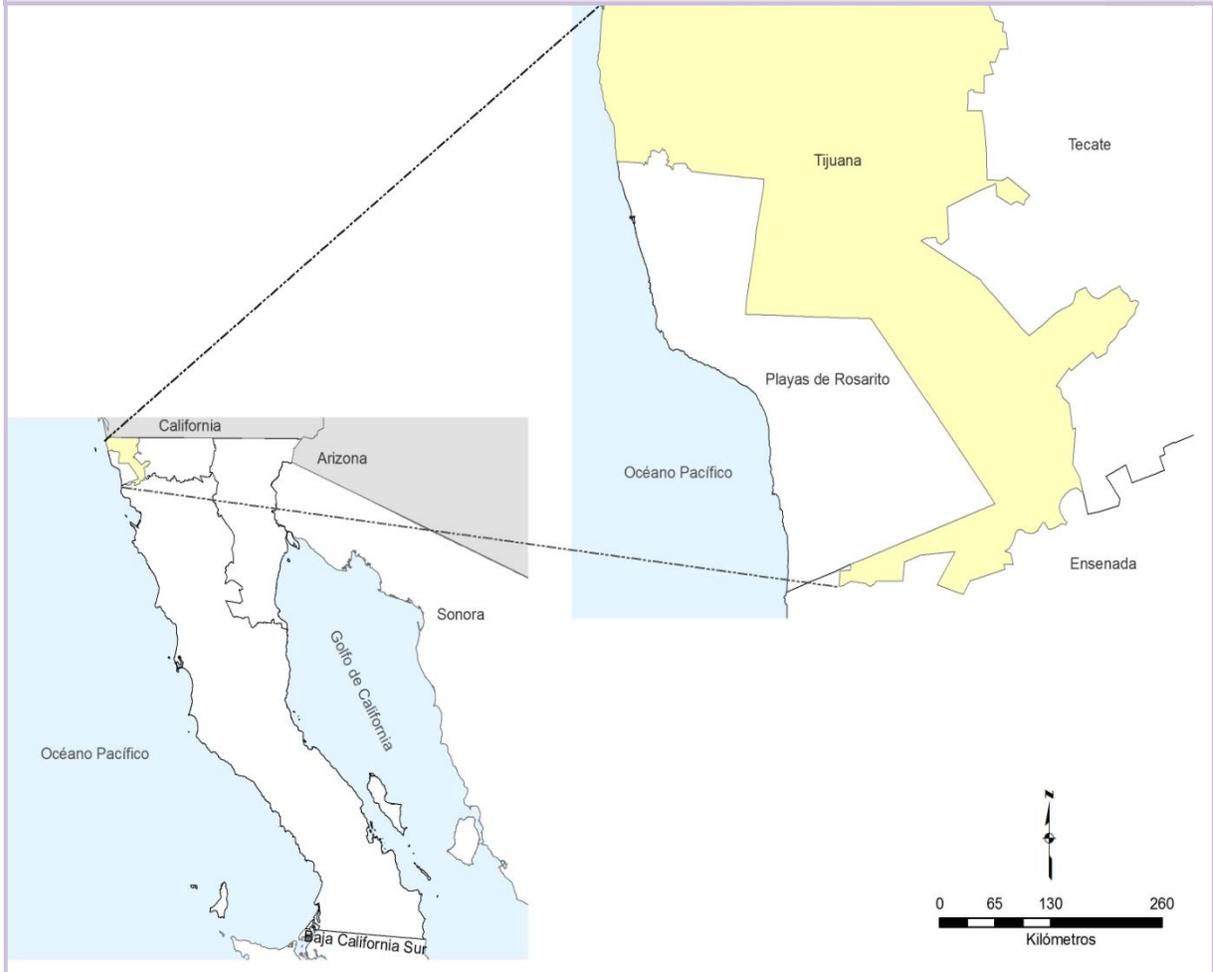
La ciudad de Tijuana se localiza en la región noroeste del Estado de Baja California, limitando al norte con Estados Unidos y el municipio de Tecate, al sur con el municipio de Ensenada y Playas de Rosarito, al este con el municipio de Tecate y Ensenada y al oeste con el municipio de Playas de Rosarito, el Océano Pacífico y los Estados Unidos. Su extensión representa 1.57 % de la superficie total del Estado (INEGI, 2005) (ver gráfica 1.3)

En términos hidrológicos, la ciudad está ubicada en el punto más bajo de la Cuenca del río Tijuana,⁶ unidad morfológica situada en el oeste de la frontera México-Estados Unidos, que permite la escorrentía del agua lluvia y aguas residuales de la mancha urbana de Tijuana y Tecate por el cauce del río Tijuana. Su drenaje natural fluye a través de la frontera estadounidense hacia el suroeste del Condado de San Diego, desembocando en el “Estuario del río Tijuana”,⁷ el cual descarga finalmente en el Océano Pacífico.

⁶ La cuenca del río Tijuana forma parte de la Región Hidrológica 1, denominada Baja California Noroeste. Esta región se caracteriza por tener una precipitación de 249.4 mm, equivalente a un 33 % de la precipitación media nacional, representada en 759.6 mm (Conagua, 2008). El setenta por ciento de la Cuenca pertenece a México y el resto a Estados Unidos (Ojeda y Espejel 2008).

⁷ El Estuario Río Tijuana, es un ecosistema de aguas intermitentes que forma parte del sistema de la reserva de parques nacionales estadounidense. Este Estuario, ubicado al sur del Estado de California, tiene gran importancia debido a que actúa como hábitat de 370 especies migratorias y nativas, de las cuales seis se encuentran en peligro de extinción. El estuario sirve además, como amortiguador de los períodos de inundación y sequía extremos en la región (California State Park, 2009)

Gráfica 1.3 Ubicación geográfica del Municipio de Tijuana



Fuente: Elaboración propia.

Tijuana con 1,590,420 habitantes concentra 50.24 % del total de la población de Baja California (Conapo, 2009). Su historia de crecimiento acelerado inició en la década de los cincuenta, incrementándose en los períodos de 1960 a 1970 y de 1995 al 2000. En este último período, se registró una tasa anual de crecimiento poblacional equivalente al 4.9 %, proporción significativamente superior a la media nacional representada para ese mismo período en 1.85 % (INEGI, 2006 y Conapo, 2009). Esta magnitud y dinámica del crecimiento poblacional, aunada a cuestiones de distribución geográfica como el asentamiento del 98.53 % de la población en la zona urbana de la ciudad (Conapo, 2009) y los constantes problemas de irregularidad en la tenencia de la tierra (Alegría y Ordóñez, 2005), son factores que de forma directa han generado presión en la prestación de los servicios de agua en la ciudad.

La ubicación geográfica de la ciudad, le ha permitido tener cercanía con mercados estadounidenses, lo que aunado al desarrollo del “Programa de la Industria Maquiladora de Exportación”, trajo como consecuencia el impulso de la industria maquiladora, que inició de manera incipiente en la década de los setenta, creciendo hacia los ochenta y llegando a su punto máximo hacia el año 2003. Dicho crecimiento de la industria llevó a que la ciudad concentrara 64 % del total de la industria maquiladora del Estado (INEGI, 2003).

Al tiempo que se daba el rápido crecimiento industrial la población también se incrementó, por lo que la demanda de los servicios de agua potable y alcantarillado se intensificó en un corto plazo, causando presión sobre las fuentes de agua y el aumento de la carga contaminante a los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Es además importante considerar el aporte de contaminantes del sector industrial, ya que cerca del 56 % de la industria maquiladora es generadora de sustancias peligrosas, como el xileno, tolueno y acetona, que terminan siendo vertidas en los sistemas de drenaje (Durazo y Díaz, 2009).

En lo que compete a la disponibilidad de recursos hídricos, un aspecto fundamental son las condicionantes naturales de la ciudad. Tijuana presenta características topográficas y climatológicas que influyen en la disponibilidad natural de los recursos hídricos, limitándola a ser una región de bajo potencial hidrológico. La ciudad carece de corrientes propias de agua,⁸ tanto de hidrología superficial como subterránea, para el abastecimiento de agua potable. Su clima es templado seco, hasta el punto de aridez, con bajas precipitaciones,⁹ períodos cortos y violentos de escurrimiento, así como épocas de sequías y heladas (Conagua, 2003; INEGI, 2005 y Winckell, *et al.* 2005).

Al carecer de fuentes propias de agua, tanto superficiales como subterráneas, Tijuana ha dependido de la cuota de agua que obtiene del río Colorado para abastecer las necesidades de

⁸ Es importante señalar que en la ciudad existen fuentes de agua subterránea como el acuífero del río Tijuana y los pozos de la Misión; sin embargo, sus niveles de contaminación y la reducción de la capacidad de abastecimiento, es tal, que su uso es prácticamente improductivo.

⁹ Tijuana se caracteriza por ser una zona de clima seco, con precipitaciones en un período de 50 años (series 1950-1998) “...de 250 mm anuales...con presencia exclusiva de lluvias de temporada invernal que se distribuyen entre noviembre y abril” (Winckell, *et al.* 2005:17), volumen muy bajo con respecto a la media nacional, con un equivalente a 759.6 mm. De igual forma, está región es afectada por fenómenos climatológicos como El Niño que han alterado el promedio de lluvias (Semarnat, 2008).

agua potable de la ciudad. En el Tratado de 1944 se estipula que Estados Unidos, se compromete a entregar a México un volumen anual de 1,850 mm³ de agua (Marcus, 2000; Muñoz, 2000 y Bernal, 2005); los cuales son distribuidos en México por parte de la Comisión Nacional de Aguas a los diferentes usuarios.

En otro sentido, si bien es cierto que la distribución de las cuotas de agua se ha cumplido según lo pactado, el río Colorado ha presentado problemas de sequía y salinización que han afectado el desarrollo urbano y agropecuario tanto de México como de Estado Unidos, generando conflictos de carácter político (Angulo, 2004).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Las múltiples dimensiones -sociales, ambientales, económicas y políticas- de la problemática de escasez y deterioro del recurso hídrico, han conducido a que su análisis sea abordado desde diversas perspectivas. Desde las cuales, en algunos casos, el estudio del tema ha sido reproducido como una 'receta', sin tener mayor preocupación por las condiciones específicas del contexto de cada área, y otras, por el contrario, han sido revolucionarias en sus planteamientos innovadores hacia las propuestas de sustentabilidad.

Con el propósito de profundizar en el estudio del marco teórico a través del cual se analiza el fenómeno de estudio, el presente capítulo se estructura en dos apartados. En una primera parte, se identifican de los aportes teórico-metodológicos de los diferentes enfoques del manejo de los recursos hídrico, lo antecedentes de la problemática y los estudios abordados desde la escala internacional a la nacional. En el segundo apartado se estudian los modelos de gestión sustentable del agua planteados y aplicados por diversos autores, en diferentes partes del mundo, pero que tienen aplicación para el caso de estudio. Finalmente, en el tercer apartado, se construye la propuesta del modelo de gestión sustentable del agua urbana.

2.1 Enfoques en torno a la gestión del agua

Los enfoques a través de los cuales se ha abordado el objeto de estudio serán analizados desde dos niveles: el primero, abarca consideraciones espaciales, es decir, cómo se ha estudiado el tema de la gestión del agua desde la escala global hasta llegar al caso específico la ciudad de Tijuana; y un segundo nivel de análisis, está orientado a discutir sus diferentes perspectivas.

Para esto se distinguen dos tipos de enfoques, el *enfoque administrativo* y el *enfoque sistémico-integral*,¹⁰ entendiendo como *enfoque administrativo* el que contempla las

¹⁰ Dentro de estos enfoques también cabría la clasificación de estudios con *enfoque histórico-ambiental* que consideran antecedentes históricos para explicar las causas de los problemas actuales del recurso, además de las tendencias de deterioro de las fuentes de agua, patrones de consumo y proyección de escenarios de oferta y demanda del agua. A pesar de no incluirse en esta apartado por no ser relevantes para los objetivos de la investigación, no se desconoce que existen importantes estudios con este enfoque. En México, son reconocidos

cuestiones políticas, institucionales, financieras, estructurales y técnico-operativas, y como *enfoque sistémico-integral* el que plantea una perspectiva integradora y multidimensional en la que se interrelacionan los aspectos sociales, económicos y ambientales implicados en el manejo de los recursos hídricos, además de su relación sistémica con el bienestar social y ambiental presente y futuro.

La problemática de los recursos hídricos cobra especial importancia en el orden mundial desde el siglo XIX. El acelerado crecimiento poblacional de esta época contrastó con las deficiencias en las infraestructuras de abasto que expusieron al recurso agua a fuertes presiones y alteraciones para cumplir con los requerimientos de las crecientes demandas. Dentro de esta perspectiva tuvieron auge, a mediados del siglo XX, los *enfoques administrativos* abanderados por organismos pertenecientes a la Organización de las Naciones Unidas (ONU),¹¹ que plantearon el aumento de las coberturas como respuesta al contexto de escasez y la falta de acceso a los servicios de agua.

Dentro de estos organismos hay que destacar la acción de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés),¹² el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef, por sus siglas en inglés),¹³ y la Organización Mundial de la Salud (OMS),¹⁴ las que marcan las pautas de los programas y políticas de gestión de los recursos hídricos, que finalmente se materializan como políticas

los trabajos históricos de Aboites (2004) y Provencio (2004), así como los estudios ambientales de los organismos gubernamentales encargados de la operación y manejo del agua.

¹¹ La ONU, a través del “Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente”, evalúa y determina el estado del medio ambiente y proporciona asistencia para formular las legislaciones internacionales. Dentro de sus programas funcionales se desarrolla un tema relacionado con el agua, donde su enfoque es principalmente contribuir a la comprensión de las cuestiones ambientales relativas al agua dulce en las zonas urbanas.

¹² La UNESCO es una agencia especializada de la ONU, fundada en 1945, con el objetivo de contribuir a la paz y a la seguridad en el mundo mediante la educación, la ciencia, la cultura y las comunicaciones. Funge actualmente como el organismo implementador del programa insignia de la ONU en relación con el tema del agua, denominado “World Water Assessment Program” (WWAP).

¹³ El Unicef, es un fondo de la ONU creado en 1946. El agua, saneamiento e higiene son temas complementarios a los de protección a la infancia.

¹⁴ La OMS, es un organismo especializado de la ONU, creado en 1948 para gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud. Dentro de los temas del agua, maneja cuestiones relativas a la calidad del agua en el consumo humano y el saneamiento básico. La OMS y el Unicef establecieron a finales del siglo XX un Programa Conjunto de Monitoreo para el Abastecimiento de Agua y Saneamiento, cuyo objetivo principal es reportar la condición mundial en torno a las coberturas de agua potable y saneamiento. Estos informes son utilizados para medir el nivel de alcance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

públicas en diferentes países del mundo. De allí, la importancia de la perspectiva a través de la cual este tipo de organismos internacionales enfocan el estudio del tema, ya que explica en gran medida el porqué de las acciones aplicadas para la gestión del agua en el nivel internacional.

Asimismo, es importante señalar la influencia que organismos como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional han tenido en la administración del recurso hídrico. Estos organismos han planteado abiertamente la privatización de los servicios de agua y el aumento de las tarifas como mecanismo condicionantes a cumplir por parte de los países beneficiados con los préstamos económicos. A pesar de que su justificación tiene connotaciones ambientales, como el ahorro del agua y económicas como la reinversión por la recuperación de costos, a nivel mundial, han sido fuertemente criticadas por sus efectos negativos en la preservación del recurso y la inequidad social en el acceso al servicio.

La “crisis del agua” ha sido el lema sobre el cual estos organismos han pretendido fundamentar, durante varios años, los problemas relativos al recurso hídrico a nivel mundial. Esta visión de la problemática motivó a que su solución estuviera enfocada en la gestión extractiva y tecnocéntrica.¹⁵ Según este enfoque, el problema está centralizado en la escasez del agua y la solución en la construcción de un gran número de infraestructuras. De esta forma, se accede a mayores volúmenes de agua para aumentar la cobertura de las crecientes demandas de los servicios de agua potable. Sin embargo, a pesar de lograr incrementos importantes en los indicadores de acceso y abastecimiento a los servicios públicos de agua, contrario a lo esperado, este enfoque no ha conseguido reducir los índices mundiales de marginación social con relación al agua.¹⁶

¹⁵ Entendemos como gestión tecnocéntrica en el manejo de los recursos hídricos aquella que centra la solución de las problemáticas del agua en la construcción de infraestructuras hidráulicas y el desarrollo tecnológico para el aumento de la oferta de los servicios de agua.

¹⁶ Esta situación ha contribuido al aumento en la transmisión de enfermedades y la consecuente muerte de cerca de 2 millones de personas por año, de las cuales el 80 % corresponde a niños menores de cinco años, por consumo de agua contaminada (OMS y Unicef, 2006).

La deficiente mitigación de los problemas sociales causados por la falta de acceso al agua y el incremento en el deterioro de los recursos hídricos,¹⁷ motivó a replantear la base en la que se fundamentaba el problema, ya que por lo visto estaba más allá de la escasez de las fuentes de agua.

El viraje en el entendimiento de la problemática del agua por parte de los organismos públicos del orden internacional podría decirse que comenzó recientemente, con el posicionamiento del tema en una perspectiva más compleja por parte de la UNESCO en el 2003. En ella se reconoció que el compromiso humano en torno al desarrollo sustentable y el rol del hombre en el ciclo hidrológico, exigían ver la crisis del agua desde una posición diferente a la escasez, trascendiendo el enfoque prioritariamente basado en la satisfacción de las demandas para ser considerado un problema de gestión de los recursos hídricos. Esta gestión requiere considerar además del uso racional del recurso, su protección y los valores sociales, culturales, ambientales y generacionales asociados al mismo.

Por su parte la ONU, en el 2007, presentó en su informe “El agua, una responsabilidad compartida”, la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) como un enfoque inclusivo y sistémico del recurso, para dar solución al enfoque sectorizado y poco integral sobre el que hasta el momento se realizaba el manejo del agua. Asimismo, plantea la gestión de la demanda dentro de un enfoque sustentable para la atención del suministro de agua, en el que el usuario es ahora parte de la solución de la problemática. De esta forma, se motiva a los países a cambiar el paradigma de la oferta del agua por una visión que considere el manejo de su demanda, como medida tendiente a la sustentabilidad.

Los enfoques de gestión de orden administrativo propuestos por estos organismos merecen dos críticas centrales relativas a su tendencia hacia la sustentabilidad en el manejo del agua. La primera está orientada a advertir que, a pesar de plantear una gestión integral y corresponsable

¹⁷ Se estima que cerca de 2 millones de toneladas de residuos son dispuestas diariamente en fuentes de agua, de las cuales aproximadamente un 25 % corresponde a aguas residuales no tratadas (UNESCO, 2003). Lo anterior, aunado a los cambios climáticos y la sobreexplotación de las fuentes de agua, son considerados como los principales factores que incrementarán, para mediados del siglo XXI, la escasez mundial de agua en un 20 %, causando, en el peor de los escenarios, la falta de acceso del recurso para 7,000 millones de personas (UNESCO, 2003 y OMS, 2009).

del agua para su justa distribución y uso eficiente, continúan siendo inconsistentes con la gestión sustentable del agua. Su direccionamiento institucional está orientado al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM);¹⁸ que en el caso del agua se enfocan hacia la reducción, para el 2015, de la proporción de personas sin acceso a fuentes de abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Meta que se logra a través del cumplimiento de indicadores relacionados específicamente con el aumento de las infraestructuras hidráulicas, lo que demuestra que se continúa atado a los modelos de gestión tradicional.

La segunda crítica se refiere a la forma en la cual se han planteado soluciones genéricas a los problemas del agua. Las alternativas de solución son presentadas como ‘recetas’ a aplicar indistintamente a las condiciones de los recursos naturales y capacidades institucionales de cada región. Generalizar las causas de los problemas, es una práctica que debe ser evitada, buscando en su lugar hacer análisis y propuestas acordes a cada contexto.

En el *enfoque sistémico-integral* se distinguen dos derivaciones importantes: por una parte está la *gestión adaptativa e integral*, caracterizada por la toma de decisiones en torno a los recursos hídricos, fuertemente relacionada con las condiciones del contexto social y ambiental (topográfico, atmosférico, hídrico, etcétera); y por otra, el modelo de gestión *Nueva Cultura de Agua*, el cual surgió como un movimiento social hacia el cambio radical en la dinámica de la gestión del agua, mediante la vinculación del hombre (cultura, intereses intrageneracionales, etcétera) con los ciclos hidrológicos.

Los estudios orientados a la *gestión adaptativa e integral*, propuestos por Geldof y Stahre (2004), Wang y Li (2007) y Furumai (2008), plantean que en la gestión sistémica del agua se deben contemplar como componentes de la planificación los factores temporales, espaciales y culturales relacionados con el agua. Sus propuestas priorizan las actividades de reuso de las

¹⁸ Los ODM son objetivos y metas planteados en la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas del año 2000. Estos compromisos fueron asumidos por parte de la comunidad internacional para atender asuntos sociales y ambientales. Su cumplimiento tiene como fecha límite el año 2015. Para el caso de agua, las metas están enfocadas en reducir para el año 2015 a la mitad la cantidad de personas sin acceso a agua potable y saneamiento mediante el desarrollo de infraestructuras que aumenten la cobertura de los servicios.

aguas de lluvia¹⁹ y las aguas residuales como recursos necesarios para reintegrar al ciclo urbano del agua.

Dentro de esta visión adaptativa e integral se puede ubicar la propuesta de Girardet (1996, 1999), que es considerada relevante para la presente investigación, porque plantea el estudio de la problemática del agua en el marco de la ciudad “...como un organismo que tiene un metabolismo definido...” (Girardet, 1996:157), aportando una concepción socio-espacial a la investigación del tema que no había sido abordada de manera clara en otros estudios hasta este momento. Este planteamiento permite hacer la crítica sobre cómo el manejo de los recursos, en este caso el agua dentro de una ciudad es, esencialmente lineal en contraste con un sistema ambiental cíclico.

Esta visión metabólica fue posteriormente vinculada en los estudios de Geldof y Stahre (2004) en los que consideraban la gestión del agua como un proceso sistémico de ‘cambio constante’, contrario a la concepción estática prevaleciente en los modelos de gestión. Pero más adelante, Girardet (2006), en complemento de su propia postura, advierte que para que la visión sistémica de la gestión conduzca al uso sustentable del agua debe estar vinculada con los cambios en los estilos de vida hacia el uso eficiente del agua y la innovación tecnológica en el abastecimiento y distribución del recurso.

Paralelamente al desarrollo de estos enfoques sistémicos, Wolff y Gleick (2002) y Brooks (2005) planteaban la necesidad de un nuevo paradigma de gestión con orientación integral, a través del uso eficiente del recurso, así como de la prestación de los servicios del agua de acuerdo a los requerimientos de los usuarios finales.

Probablemente los principales exponentes a nivel mundial en el tema de la *Nueva Cultura del Agua* (NCA), son Jiménez Torrecilla y Martínez Gil (2003) y Arrojo (2005). Estos autores

¹⁹ Este tipo de propuestas están muy limitadas por el contexto atmosférico de cada región, ya que por ejemplo para el caso de Tijuana la potencialidad de aprovechamiento del agua de lluvia es relativamente baja debido al bajo nivel pluviométrico de la región. Esta condición de aridez condujo a que la presa Abelardo L. Rodríguez construida para almacenar agua de lluvia fuera inoperante al poco tiempo de ser puesta en operación.

argumentan que el agua es un recurso que no debe ser visto sólo con fines productivos, ya que en la prestación de beneficios al ser humano, además del bienestar económico yacen valores más profundos como la representación cultural y espiritual de una comunidad. La conservación de la calidad hídrica tanto en términos físico-químicos como ecosistémicos, es un elemento clave que integran con el manejo de la demanda para el uso responsable del agua.

La NCA, contrasta radicalmente en algunos puntos con respecto a los demás enfoques tendientes a la sustentabilidad, haciendo que su aplicación sea limitada al contexto de cada región, condición expuesta por sus propios autores. Dentro de los aspectos que dificultan su aplicación cabe mencionar, el uso del agua de acuerdo a sus funciones ambientales como la protección de ecosistemas, y el reconocimiento de sus valores intangibles, tales como, el generacional y el cultural; lo que implica un pago diferenciado de acuerdo a los fines de su aprovechamiento.

En la estructuración de su modelo de gestión contempla aspectos sociales como la educación ambiental y la sensibilización a la sociedad para que participe en la gestión del agua. Se incorporan aspectos administrativos como el mejoramiento de las redes de abastecimiento, el uso eficiente y la gestión de la demanda antes de cualquier medida estructural. Y se integran cuestiones políticas como la creación de normatividades en donde se determinen las funciones del agua y los límites para su aprovechamiento sustentable, así como la orientación ética, mediante la integración de las minorías y las futuras generaciones.

En México, el abordaje del problema de la gestión del agua, es un tema relativamente reciente, si se quiere buscar sus orígenes como un recurso ambiental sujeto a protección y uso sustentable. La orientación de su manejo ha estado bajo el paraguas de la Política de Gestión Ambiental y sus consecutivas etapas de evolución,²⁰ lo que ha marcado un período de transición desde un enfoque netamente productivo y segmentado en el siglo XX a una

²⁰ La evolución de la gestión ambiental en México ha sido descrita como un proceso comprendido por seis etapas de las cuales se destaca su inicio en 1917 con una visión de conservación de los recursos naturales ligada a la ya tradicional explotación económica. Y su desenlace a finales del 2006 con el planteamiento de herramientas para la transversalidad en el manejo interinstitucional. En esta evolución se desarrollaron estructuras institucionales y marcos normativos requeridos para transitar de una gestión que amenaza las fuentes de agua a costa de la satisfacción de la demanda, a una gestión orientada hacia su uso sustentable (Semarnat, 2006).

perspectiva que actualmente contempla, aunque sin muchos éxitos, el uso sustentable y centralizado en la Comisión Nacional del Agua, órgano de gobierno que orienta las políticas para su conservación y uso responsable (Aboites, 2004 y Provencio, 2004).

Autores como Carabias y Landa, Barkin y Kloster y Barkin, desde un *enfoque sistémico-integral* critican el actual sistema de gestión del agua en México. Para Carabias y Landa (2005) la política de gestión ambiental se ha enfocado en el abastecimiento de los servicios dejando de lado la preservación del recurso agua.

El estudio de Barkin y Kloster (2006a) señala que la prestación de los servicios de agua en la atención de las demandas de la población ha deteriorado las fuentes de agua sin que hasta el momento se hayan cubierto satisfactoriamente estas demandas. En cuanto a la incapacidad del actual modelo para ajustarse a criterios sustentables, Barkin (2006b) señala que en México la aplicación de nuevos enfoques de gestión como la Nueva Cultura del Agua es prácticamente inalcanzable, considerando que aún no se ha logrado el manejo eficiente de los servicios de agua potable y saneamiento en el orden social y ambiental.

Duhau, Graizbord, Garrocho y Marañón se diferencian del enfoque sistémico ya que enfocan la problemática del agua en aspectos relativos a la administración de los recursos hídricos, por esto podrían ser catalogados dentro de un *enfoque administrativo*. Duhau (1991) señala que el fracaso del sector público en el abastecimiento de servicios básicos como el agua potable se debe a coberturas y calidad deficiente, la baja eficiencia física y la facturación inconsistente con el costo económico del agua.

Frente a los desafíos de la escasez del recurso y los potenciales conflictos por su acceso, el cuidado, disponibilidad y justa distribución, exponen de acuerdo a Graizbord (2004), un reto de gobernabilidad desde la escala local hasta la global. Por su parte, Garrocho (2004) sugiere el fortalecimiento de las infraestructuras hídricas de agua potable y drenaje urbano como respuesta al crecimiento de las economías urbanas. En relación a la estructura tarifaria, puntualiza Marañón (2004) que el organismo operador debe contemplar la eficiencia económica, la autosuficiencia de ingresos y la equidad en la prestación del servicio.

Por su parte, para cuestiones tarifarias del servicio de agua, Saldívar y Solís proponen que en su diseño se vinculen objetivos económicos, sociales y ambientales. Para Saldívar (2007:95) en las tarifas está “ausente el cobro por el uso y aprovechamiento de la naturaleza y todavía como objetivo más lejano se encuentra la inclusión de un valor económico por la degradación del capital natural utilizado”.

Solís (2005:11) por su parte, plantea que la consideración de cargos por nivel de consumo y localización del usuario “puede derivar en una mayor estabilidad financiera...así como estimular el ahorro del líquido”. Asimismo, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2003) distingue dos tipos de eficiencia tarifaria, una de enfoque inmediato que atiende erogaciones a corto plazo y otra de largo plazo, considerando esta última como cercana a la sustentabilidad.

En torno a los subsidios de las tarifas de agua, existen discusiones en dos sentidos, uno relativo a la inequidad social y otro a los problemas causados en la calidad del servicio. Así según Boland y Whittington (2000) dentro de la “bolsa” de subsidiados generalmente se beneficia a usuarios ingresos medios que tiene un mayor consumo, mientras que el IMTA (2003) advierte que siempre existe un sector de usuarios que paga las ineficiencias comerciales del organismo. Bajo esta lógica de discusión, autores como Solís (2005) y Saldívar (2007) exponen la reducción de subsidios como estrategia para promover la estabilidad financiera del organismo.

Bajando en el orden de escala, desde el ámbito local, se encuentran en la frontera norte de México, diferentes autores que abordan el tema de la problemática del agua desde diversos enfoques teóricos. Dentro del *enfoque administrativo* se considera importante rescatar los trabajos de Castro y Sánchez Munguía (2004) y Aguilar (2008), quienes exponen los problemas de la gestión binacional para el manejo de los servicios públicos de agua, así como los estudios relacionados con la estructura tarifaria de Tijuana y sus repercusiones ambientales realizados por Quiroz (2004) y Flores (2008).

De acuerdo con Castro y Sánchez Munguía (2004) la gestión del agua en la frontera México-Estados Unidos representa grandes desafíos en el abastecimiento de agua por los altos índices de escasez del recurso en la región. Su análisis se centra en la capacidad institucional de los organismos operadores para el suministro de las demandas futuras y la habilidad para generar recursos financieros para la conservación y aprovechamiento eficiente del recurso. Concluyen exponiendo la brecha existente en los modos de manejo del recurso agua entre ambos lados de la frontera. El lado mexicano se distingue por contar con una limitada apertura de los organismos operadores hacia la sociedad, por el desarrollo de perspectivas cortoplacistas en el abastecimiento del recurso, así como una incierta posición con respecto al uso de fuentes alternativas de agua como el reuso de aguas residuales y el apego a la gestión enfocada en la construcción de infraestructuras.

Compartiendo el objetivo anterior, Aguilar (2008) comparó la gestión binacional de los organismos operadores del servicio de acueducto y alcantarillado, a través del estudio de las formas de gestión local, financiera y de calidad del agua en tres pares de ciudades fronterizas - uno por cada lado de la frontera-. Su estudio concluyó señalando las asimetrías en la gestión transfronteriza de los recursos hídricos, fundamentadas principalmente en el uso político del servicio, las diferencias entre los marcos legales, el manejo comercial del servicio y el cobro efectivo de las tarifas, factores que resultaron ser favorables del lado estadounidense, presentando así mejores prácticas de gestión.

Quiroz (2004) y Flores (2008), plantean otra variante de la gestión de los recursos hídricos, enfocada en los aspectos financieros para la prestación del servicio de agua en el caso específico de Tijuana. Quiroz (2004), concluye su estudio señalando que la fijación de la tarifa de cobro del servicio de agua se base en factores netamente técnicos, obviando la inclusión de aspectos ambientales como la conservación de los recursos hídricos.

En este orden de ideas, Flores (2008), relaciona el tema de la morosidad en el cobro de tarifas con los impactos ambientales en el ciclo del agua de la ciudad. Su estudio concluye que la morosidad repercute en la capacidad para invertir en obras que mejoren el servicio

traduciéndose en un desempeño ineficiente que genera impactos ambientales como la sobre explotación de las fuente de abastecimiento y la contaminación en cuerpos de agua.

El abordaje desde un *enfoque sistémico-integral* de la gestión del agua en la escala regional ha sido propuesto en los trabajos de Sánchez, Pombo y Bustillos. Sánchez en sus estudios de 1988, 1993 y 1999, abordó el análisis de los servicios urbanos en Tijuana, prestando especial importancia al tema del agua y planteó como método de investigación, la vinculación de los aspectos sociales y espaciales en la distribución del servicio. En sus estudios concluye que a pesar de que los acuerdos binacionales han conducido a mejorar la prestación de los servicios de agua y alcantarillado, en Tijuana también es cierto que su acción ha sido más reactiva que participativa, proponiendo que la ciudad tome la iniciativa de su crecimiento y aborde el planteamiento de la problemática desde perspectivas diferentes a las estructurales.

A su vez, Pombo (2004) aborda el problema del agua en Tijuana, contemplando factores sociales de percepción hacia los sistemas de agua y su disponibilidad de pago. Dentro de las conclusiones importantes de su estudio se encuentra que en la ciudad existen colonias con desabasto de agua potable, lo que ha propiciado el acceso al servicio a través de sistemas alternativos como el acarreo de agua, por el cual pagan precios que alcanzan a doblar el monto cobrado a los usuarios conectados a la red pública. Estos factores han conducido a la marginación social en el acceso al agua y la continuidad en la contaminación de cañones y cauces naturales por el escurrimiento de aguas residuales.

Bustillos (2009) analiza el sistema de agua potable de Ciudad Juárez mediante el reconocimiento de los componentes espaciales vinculados a la distribución del líquido así como a los actores institucionales y sociales relacionados con el tema. Dentro de las principales conclusiones de esta investigación se destacan las afectaciones negativas en las condiciones de calidad y cantidad de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas debido a los cambios en la distribución espacial del crecimiento poblacional y económico.

Bajo esta perspectiva de análisis también son importantes los estudios de Schteingart y Torres (2002) y Ávila (2009), quienes exponen que la presión a los recursos hídricos y las limitantes

sociales de su disponibilidad en un área urbana, están determinadas por la forma en la que se distribuye el servicio de agua en la ciudad.

En síntesis, es evidente que los enfoques sobre los cuales se ha estudiado la problemática del agua están orientados, principalmente, hacia dos modelos de gestión. Un primer modelo que se denominará de *gestión tradicional* caracterizado por un enfoque de explotación de los recursos hídricos para la satisfacción de las crecientes demandas, a través del desarrollo de vastas infraestructuras hidráulicas.

El segundo modelo identificado es de *gestión sustentable*, el cual busca integrar aspectos sociales, ambientales, administrativos y económicos en el manejo del agua. De forma similar es preciso reconocer que la mayor parte de los estudios concluyen señalando la necesidad de abordar enfoques sistémicos para el estudio complejo de la problemática, lo que reafirma la importancia de la visión integral de esta investigación.

2.2 Modelos de gestión sustentable del agua

En este apartado se pretende desarrollar los elementos a través de los cuales pueda ser definida y direccionada la gestión del agua para la ciudad de Tijuana bajo un modelo de sustentabilidad. Para esto se contemplan las características de modelos que se creen son pertinentes en su explicación del contexto estudiado.

En los estudios de Clausen y Hafkesbrink (2005), Larsen y Gujer (1997), Sharma y Vairavamoorthy (2008) y Gleick *et al.* (2009) se afirma, de manera general, que la sustentabilidad en el manejo del agua debe comprender la prestación de los servicios de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales. Esto a través de la integración de aspectos sociales, económicos y ecológicos, así como la vinculación del principio intergeneracional, es decir la consideración de las generaciones futuras en la protección de las fuentes de agua.

Estos autores coinciden de manera general en señalar que los criterios para la gestión sustentable del agua urbana, deben prestar especial atención a la reducción de los niveles de

contaminación, a la conservación de las fuentes de agua y a la reducción de la dependencia de las fuentes de agua externas a la ciudad. Objetivos logrados mediante la gestión de la demanda (Sharma y Vairavamoorthy, 2008), la reducción de pérdidas por fugas en las líneas de distribución, el mayor aprovechamiento de las aguas residuales y las aguas lluvias (Larsen y Gujer, 1997) y la proyección de la demanda en la cual se analicen los costos, beneficios, efectividad y expectativa de los usuarios (Gleick *et al.*, 2009).

De acuerdo con Clausen y Hafkesbrink (2005) dos factores adicionales deben ser considerados en la gestión tendiente a la sustentabilidad del agua; estos son, la responsabilidad compartida a través de la integración de los diferentes actores responsables de la gestión y la innovación tecnológica. Estos autores junto con Girardet (2006) y Sharma y Vairavamoorthy (2008) sugieren que antes de implementar medidas estructurales se deben analizar todas las alternativas para hacer eficiente el uso del agua, dentro de las cuales se debe incorporar los desarrollos tecnológicos.

Asimismo, autores como Wolff y Gleick (2002) y Brooks (2005) exploran la visión sustentable del agua, bajo la argumentación de que es necesario relegar el paradigma de la centralización en las infraestructuras como único medio de abastecer las demandas y transitar hacia el aumento de las prácticas de uso productivo de agua. Brooks, enfatiza sus argumentos advirtiendo que urge una política de ‘no más extracción de agua’ ya que la gestión sustentable no depende sólo de su producción sino también de su consumo sustentable. De esta forma, estos autores comparten la teoría conocida como “Soft path” cuyo enfoque de gestión sustentable del agua se centra en las estrategias de la demanda que conducen a su uso eficiente.

Como principales criterios de operación de la teoría “Soft path” está el reconocer que el agua es un recurso que puede ser distribuido de acuerdo a las necesidades de los usuarios. Wolff y Gleick discuten que por ejemplo, un agricultor no demanda agua potable como tal, sino un insumo que ayude a crecer sus cultivos. El agua de abasto puede tener diferentes calidades; así de acuerdo al tipo de uso debe ser el tipo del agua, con las reservas de alta calidad sólo para los procesos que la requieran. Este modelo de gestión reconoce la salud ecológica del agua, así

como, el empoderamiento de los usuarios en la operación y mantenimiento del sistema de agua.

En síntesis, los modelos expuestos marcan la transición de la gestión de la oferta a la gestión de la demanda, donde la sociedad empieza a tener un papel relevante en la conservación de las fuentes, como usuario demandante del servicio y el agua, por su parte, comienza a recobrar el valor ecológico hasta el momento, casi perdido.

2.3 Propuesta de la gestión sustentable del agua urbana para la ciudad de Tijuana

El panorama descrito hasta el momento muestra que desde el nivel global al local se advierte la insustentabilidad en la gestión de los recursos hídricos y sus impactos sociales y ambientales, lo que hace evidente la necesidad de abordar enfoques sustentables en los nuevos modelos de gestión del agua. Enfoques que desde su visión sistémica permitan como punto de partida identificar las causalidades del ‘problema’, para posteriormente, con una idea más acertada del mismo, plantear nuevos modelos de gestión que contribuyan a su solución.

Con este propósito en el presente apartado se construye la propuesta del modelo de gestión sustentable a través del cual se pretende analizar el problema de estudio, dando respuesta a los objetivos de la investigación. Para esto se partirá primero de una definición propia de gestión sustentable y se finalizará con el planteamiento de las condiciones básicas de un modelo de sustentabilidad en cuanto al contexto de análisis.

2.3.1 Definición de la gestión sustentable del agua

Al emprender esta tarea es importante reconocer dos dificultades centrales. La primera radica en la misma definición de sustentabilidad; el concepto ha sido sujeto a múltiples, e incluso, contrarias fundamentaciones y usos, de acuerdo al campo político, económico, social o científico a través del cual es abordado; lo que ha llevado a desvirtuar los objetivos del concepto de sustentabilidad (Gleick, 1998).

La siguiente dificultad radica en que gran cantidad de estudios relativos la gestión del agua, e incluso alternativas aplicadas a nivel mundial para la solución del problema de manejo inadecuado de los recursos hídricos, carecen de integralidad y coherencia con las características particulares de cada caso de estudio. Asimismo, es necesario advertir que la integración de múltiples aspectos, aunque puedan resultar en un estudio complejo (Martínez Fernández, 2005), corren el riesgo de que la multivariedad de componentes no represente al final un análisis que contribuya a la solución de la problemática (Feás, 2008).

Para superar estas dificultades se propone partir por una definición de trabajo de gestión sustentable fundamentada en los criterios de sustentabilidad implementados en los modelos de gestión y desarrollados en los aportes teóricos y empíricos, expuestos en los dos apartados anteriores; apropiando estos criterios a las características contextuales específicas del caso de estudio. Por tanto, no es el interés de esta investigación hacer una discusión sobre los orígenes y evolución del concepto de sustentabilidad como tal, por considerar que este ha sido un objeto de estudio recurrente en muchos trabajos, interesándose entonces, el presente estudio en el abordaje de los aportes de autores considerados como claves para la identificación de los elementos que contribuirían a la gestión sustentable para la ciudad.

De esta forma, se define para la investigación a la gestión sustentable del agua en el metabolismo urbano de una ciudad, *como un proceso* en el que se interrelacionan los aspectos ambientales y antropogénicos, a través de la *gestión de la demanda, el uso eficiente del agua,* y la *corresponsabilidad en el manejo* que conduzca a la *conservación y protección de las fuentes de abastecimiento de agua,* para satisfacer no sólo las necesidades actuales de la población sino de igual forma los *requerimientos sociales y ambientales futuros.*

2.3.2 Identificación del contexto espacial sistémico: La ciudad como metabolismo urbano

Como se planteó anteriormente, para la construcción de este modelo no sólo es importante la integración de los diferentes componentes sobre los que se soporta la sustentabilidad, también es relevante la interrelación entre sus elementos ya que permiten dar una idea de lo dinámico y variante del sistema; aportando así un visión más “real” del mismo.

Para lograr esta interrelación se propone que el estudio de la sustentabilidad del agua esté enmarcado en un contexto espacial sistémico. Esta dimensión será aportada por la conceptualización de la *ciudad como un metabolismo urbano*.

En la gestión de los recursos hídricos a nivel nacional se reconoce a las cuencas hidrológicas y los acuíferos como las unidades básicas para el manejo del agua (LAN, 1992).²¹ Contrario a esto, las ciudades no son consideradas como agentes importantes en la evaluación de esta problemática, relegándose su gestión al abastecimiento de los servicios urbanos de agua,²² existiendo así un deslinde entre las fuentes de agua y los consumidores urbanos. Por ello se plantea la necesidad de abordar el tema de la gestión de los recursos hídricos más allá de cuestiones sólo territoriales para ver aspectos más sistémicos.

De acuerdo a Niza *et al.* (2009) el manejo sustentable del flujo de los recursos en una área urbana requiere del entendimiento del metabolismo de la región. Para a este autor, la concepción de metabolismo urbano puede "...ser usada como herramienta en la identificación de los problemas ambientales relacionados con el crecimiento de las entradas, la gestión de las salidas y el diseño más eficiente de las políticas de planeación urbana" (Niza *et al.*, 2009:387), lográndose además determinar las características de disponibilidad natural de los recursos (Girardet, 1996), obtener un mayor entendimiento de la forma en la que evolucionan las demandas de recursos de una ciudad (Stimson *et al.*, 1999) y el deterioro causado por su aprovechamiento (Brunner, 2007).

Definiendo para el caso de estudio al *metabolismo urbano* como el contexto de análisis que estará representado por la interacción de tres fases, que se denominarán: flujo de entrada, procesamiento/aprovechamiento y flujo de salida. El flujo de entrada es el agua que ingresa al sistema urbano de la ciudad para su uso, siendo importantes las características de

²¹ Determinado en la Ley de Aguas Nacionales (LAN), en su Artículo 3 Fracción XVI. Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992.

²² Se reconoce para esta investigación como servicios urbanos de agua a las actividades realizadas para el abastecimiento de agua potable, recolección y transporte de aguas residuales, saneamiento y alejamiento de las aguas tratadas. Además se incluyen los servicios que posibiliten las actividades de reuso de las aguas residuales, en su estado crudo, es decir sin tratamiento o las que han sido sometidas a un proceso de descontaminación. En este trabajo no se incluirá el servicio de alcantarillado pluvial en el análisis; sin embargo, no se desconoce que hace parte de los servicios urbanos y que tiene implicaciones importantes en la sustentabilidad.

disponibilidad en cantidad y calidad de las fuentes de agua. El proceso/aprovechamiento consiste en el uso y administración del recurso, lo cual implica el estudio de las características de la demanda y la oferta de los servicios de agua. Finalmente las salidas, representan las aguas residuales, su saneamiento, reuso y disposición final (ver gráficas 2.1 y 2.2).



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior las flechas iniciales señalan el aumento de las fuentes y los volúmenes de extracción de agua que entran a la ciudad para suplir las crecientes demandas. Una vez consumida, una parte del agua es descargada como agua residual tratada sin realizarse ninguna actividad de reuso de la misma y otra parte, es vertida sin tratamiento sobre cauces naturales y cañones. El proceso es básicamente lineal, la mayor función cumplida por el recurso en el interior de la ciudad es correr por las tuberías de distribución y drenaje sanitario.

En el metabolismo lineal la motivación hacia el uso eficiente y la reintegración de los flujos de salida de agua no se consideran como parte integral de la gestión de los servicios. Esto implica la mayor extracción de las fuentes y su contaminación por el vertimiento de altos volúmenes de agua residual.

En contraparte a este metabolismo lineal, en la gráfica 2.2 se observa el funcionamiento cíclico de un metabolismo urbano. Las aguas residuales que salen del sistema se reintegran al ciclo hidrológico a través de diferentes vías; la primera es de forma directa en el ambiente con la reinyección en acuíferos y conservación de ríos. Una segunda posibilidad es el reuso directo en la ciudad, en actividades que pueden ir desde el riego de áreas verdes hasta su aprovechamiento en actividades más cotidianas como el uso en el lavado, servicios, etcétera.

Un tercer proceso de reintegración consiste en el aprovechamiento de las aguas residuales sin tratamiento, actividad que a pesar de requerir un mayor control, es una opción para reducir la demanda de las fuentes de agua limpia. Finalmente, en el balance del agua en la ciudad se observa la reducción en los volúmenes de extracción de los recursos hídricos, una menor descarga de las aguas tratadas a otros cuerpos de agua y la reintegración efectiva de las aguas de salida del proceso metabólico de la ciudad.



Fuente: Elaboración propia.

Sobre lo expuesto es necesario concluir que las diferentes fases del metabolismo urbano en el flujo del agua, actúan como un proceso interrelacionado. No obstante, para que este proceso sea sustentable debe orientar su gestión hacia un metabolismo cíclico y dinámico, es decir,

debe buscar la reintegración efectiva de los flujos de salida. Además, permite plantear que el entendimiento de la problemática para el caso de estudio, requiere ser abordado a través de las características multidimensionales que contribuyan a comprender la complejidad del problema para lo cual se propone analizar como grandes áreas, el uso del recurso, las tendencias de su reaprovechamiento y la gestión administrativa y económica para el manejo del agua.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se explica la estrategia metodológica desarrollada para el logro de los objetivos y las respuestas a las preguntas de investigación. Para lo cual, se diseñó un procedimiento metodológico en el que se vincularon técnicas cualitativas y cuantitativas de manera complementaria. Buscando con esto, que la interrelación de datos y perspectivas ayudaran a la profundidad y amplitud de la investigación.

Previo al inicio del desarrollo del procedimiento metodológico se determinó a la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) como la unidad de análisis sobre la cual se enfocaría la recopilación y análisis de la información, ya que es en este organismo en el cual se concentran la operación y por tanto los datos de gestión del servicio de agua para el municipio. No obstante, de forma complementaria, se evaluó la influencia de los organismos gubernamentales responsables, de los tres niveles de gobierno, en la gestión del agua en el ámbito local, a través de la Comisión Estatal de Agua (CEA), la Comisión Nacional de Aguas (Conagua) y la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA).

Asimismo, se determinaron cuatro áreas sobre las cuales se analizó la sustentabilidad del agua en el contexto urbano de la ciudad. Siendo estas, primero, el abasto, distribución y consumo de agua potable; segundo el alcantarillado, saneamiento y reuso del agua residual tratada; tercera, la estructura institucional y planeación del agua; para finalizar con los aspectos financieros relacionados con la prestación de los servicios de agua.

El procedimiento metodológico se desarrolló a través de cuatro etapas, comprendidas por: la búsqueda y recopilación de información, su procesamiento y sistematización, su estudio por áreas de análisis, referidas en el párrafo anterior y finalmente, la presentación de los resultados mediante una visión integral, en la que además, se consolida el planteamiento de las propuestas tendientes a contribuir a la solución de la problemática identificada.

3.1 Búsqueda y recopilación de la información

La recopilación de información para esta investigación se concentró en las técnicas metodológicas que se detallan a continuación:

3.1.1 Investigación documental

Bajo los propósitos y el alcance temporal de esta investigación fue clara la necesidad de construir una base documental robusta, para lo cual se utilizaron diferentes fuentes de información primaria y secundaria.

Las principales fuentes de información primaria se obtuvieron a través de la recopilación de los indicadores anuales de gestión del Sistema CESPT, consolidados de forma consecutiva desde el año 1991 al 2009. Así como, los datos y observaciones obtenidos de forma directa en el desarrollo del trabajo de campo y las entrevistas, sobre los cuales se detallará en el siguiente apartado. El aporte de estas fuentes de información es brindar las herramientas para entender el fenómeno en estudio, sus características, sus causas y la forma en la que los diferentes agentes intervienen en su planificación y operación; para incluso, poder plantear escenarios futuros del manejo del recurso.

Las fuentes de información secundaria se obtuvieron a través de una profunda revisión documental, que se inició varios meses antes del desarrollo de esta investigación, abordando diferentes tipos de documentos: libros, reportes, tesis, artículos, informes, estadísticas y cartografía, de carácter nacional e internacional. Seguidamente se elaboró un pre-procesamiento en el que, haciendo uso de la técnica de análisis de contenido, se revisaron y categorizaron los documentos de acuerdo a dos enfoques: *administrativo* y *sistémico-integral*. Finalmente, se seleccionaron los documentos que por su confiabilidad y calidad servían para explicar de mejor forma el fenómeno en estudio.

3.1.2 Entrevistas

Las entrevistas para esta investigación fueron un instrumento de recolección de información importante ya que permitieron integrar la investigación documental, con el contexto del manejo del agua en Tijuana. El uso de este instrumento se dirigió hacia dos sectores de agentes claves, por una parte están los relacionados directamente con la administración y prestación del servicio y por otra, los habitantes asentados en áreas irregulares. Considerados estos últimos como elementos importantes a entrevistar para obtener información sobre la desigual distribución de los servicios urbanos de agua en la ciudad.

3.1.2.1 Entrevistas a funcionarios claves de los organismos operadores y administradores del agua

Se realizaron 20 entrevistas a agentes que previamente habían sido determinados como elementos claves de las unidades de análisis. Para cada uno de estos se elaboró un guión personalizado de entrevista de acuerdo a las características de su cargo y funciones particulares. Planificándose además, que su diseño aportara elementos para cumplir con los objetivos determinados en cada área de análisis.

Las entrevistas abordaron a 12 funcionarios de la CESPT, abarcando desde la dirección general, todas las subdirecciones y algunos departamentos. Se entrevistaron a 3 funcionarios de la CEA, 2 de la CILA y 1 del Instituto Estatal del Agua (ver anexo ii). Además se entrevistó a un representante de la Cuenca del Río Tijuana y uno de la empresa VEOLIA encargado del manejo de la PITAR. De estas entrevistas, 18 fueron hechas personalmente, una de forma virtual y otra por medio telefónico.

En términos técnicos se puede señalar que las entrevistas fueron semiestructurada y realizadas a profundidad para la mayor parte de los casos. El tiempo promedio de duración de cada entrevista fue de una hora y media. El 90 % de las entrevistas fueron grabadas y se registraron apuntes importantes durante la ejecución de las mismas, transcribiéndose esta información en 60 % de los casos. De igual forma, se codificó su contenido, utilizando la estrategia de resaltar 'unidades nominales' o palabras clave como 'reuso', 'ampliación de cobertura', 'demanda' y

‘aumento en volúmenes de extracción’, que posteriormente fueron agrupadas para determinar las tendencias y vinculaciones en cuanto al enfoque de gestión.

Es importante resaltar que se tuvo gran éxito en el desarrollo de las entrevistas ya que se estableció como estrategia, el fortalecimiento de un contacto satélite al interior del organismo operador, que servía como enlace con los demás departamentos y oficinas. No obstante, también se debe destacar que al interior del organismo y más específicamente en la subdirección de Gestión Social se presenta gran recelo a conceder entrevistas y tramitar información.

3.1.2.2 Entrevistas a agentes sociales ubicados en asentamientos irregulares

Para analizar las características de la distribución espacial del agua en la ciudad, fue importante vincular en el estudio a los habitantes de las zonas irregulares ya que su acceso al agua se realiza bajo condiciones muy particulares. Pretendiendo entender esta problemática se realizó revisión documental sobre el tema a nivel local. Encontrando que se ha realizado poca investigación sobre el mismo, pudiéndose concentrar sus principales abordajes en los estudios de Pombo (2004) y Alegría y Ordóñez (2005). Estudios que exponen el gran dinamismo y constancia del desarrollo de los asentamientos irregulares.

Por lo tanto, se desarrolló como estrategia para determinar la muestra de habitantes que fuera representativa de las condiciones de la oferta y demanda de los servicios de agua en esta zona; entrevistar previamente a expertos en el tema. Por lo que se entrevistó al Dr. Pombo, sobre las condiciones de acceso al agua por parte de esta población. Él cual manifiesta que, de acuerdo a los resultados de su estudio “Tijuana: Agua y salud ambiental (sus estrategias)”, el precio de venta por parte de los ‘piperos’ es un factor constante en todas estas áreas ya que existe cierto consenso entre los expendedores del servicio, sugiriendo que independiente del tamaño de la muestra los resultados no variarán significativamente.

Asimismo, en entrevistas realizadas a los funcionarios de la CESPT se logró determinar que no se tienen estimativos sobre esta población debido a que su crecimiento rebasa la capacidad y

competencia del organismo además, que el precio de venta a los expendedores de agua en ‘garza’ es el mismo para toda la ciudad, estando distribuidas estas ‘garzas’ en cercanía a los diferentes asentamientos irregulares.

Considerando los resultados del proceso investigativo, previo al desarrollo de las entrevistas, además del reconocimiento de la inseguridad que representa el tránsito por estas áreas -dados los altos niveles de pobreza-, se determinó tomar como muestra a las personas a las cuales se pudo tener acceso después de dos recorridos por el área.

Finalmente, se aplicaron las siguientes entrevistas semiestructuradas: diez a los usuarios del agua en ‘pipa’; dos a los ‘piperos’ y dos a los dueños de la concesión del punto de abasto de agua potable. El objetivo de la entrevista para los usuarios estuvo enfocado en tres componentes. El primero buscaba determinar las características de consumo, demanda y oferta del servicio, el segundo se refería a los costos y calidad del agua y un tercer componente se enfocó hacia la gestión local para el acceso al servicio y el acercamiento del organismo operador (ver anexo iv.).

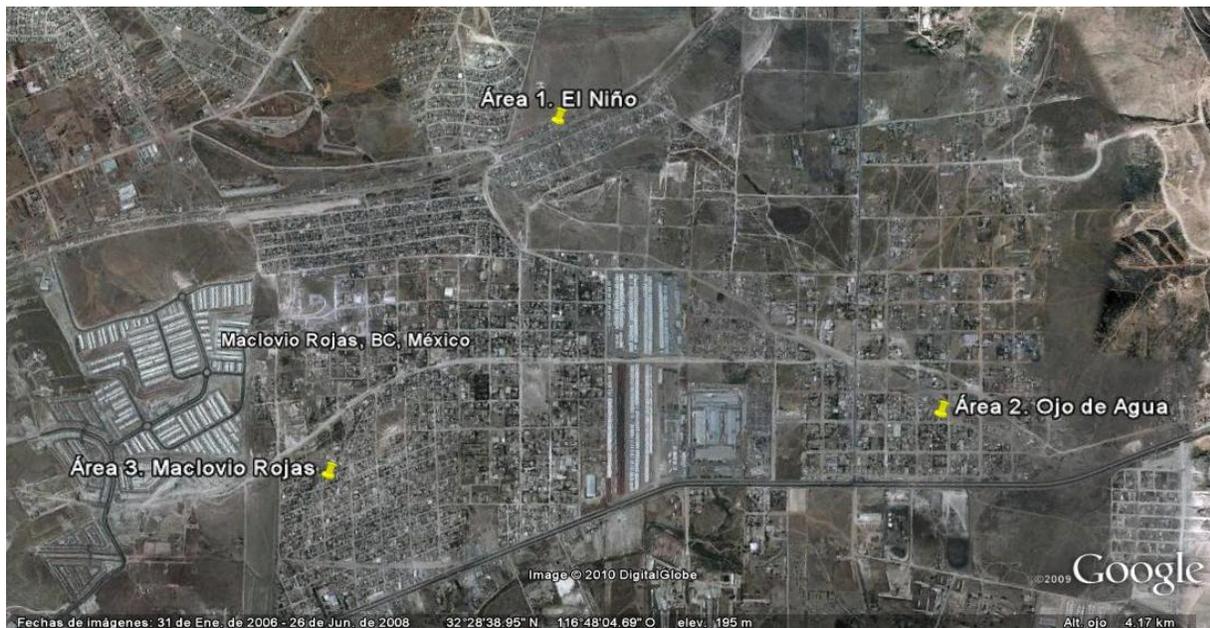
3.1.3 Trabajo de campo

El trabajo de campo estuvo orientado en dos escalas. Una primera relacionada con la estancia durante tres meses en las instalaciones de la CESPT y en menor duración en la CEA, lo que permitió un acercamiento más directo de la interacción de los organismos y su accionar en el contexto. A través de la observación directa, se desarrollaron argumentos para comprender mejor la forma en la cual interactúan estos organismos entre sí y con los demás agentes políticos y sociales del ámbito local para la gestión del recurso.

Una segunda escala del trabajo de campo estuvo comprendida por los recorridos a los sistemas de potabilización y tratamiento de aguas residuales: La Planta Potabilizadora El Florido, la Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales San Antonio de Los Buenos, la Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales, la Planta de Tratamiento Monte de Los Olivos.

De igual forma, se recorrieron las zonas donde los habitantes acceden al agua a través del sistema de carro cisterna o ‘pipas’. Un primer recorrido fue de reconocimiento del área que había sido determinada como óptima para la ejecución de las entrevistas y de verificación de las condiciones adecuadas de seguridad. En el segundo recorrido se procedió a realizar las entrevistas. Como se muestra en el mapa a continuación, se tomó como área estudio, la delegación Valle Redondo, ubicada al extremo este de la ciudad de Tijuana. De esta área se abarcaron las colonias El Niño, Ojo de Agua y Maclovio Rojas para la aplicación de las entrevistas a los habitantes que por su condición irregular acceden al agua a través del servicio de las ‘pipas’. Durante estos recorridos se realizó registro fotográfico que sirvió para complementar los datos obtenidos. Algunas de estas fotos son anexadas a lo largo del documento.

Mapa 3.1 Área sobre la que se desarrollaron las entrevistas a los usuarios del servicio de agua en ‘pipas’



En el mapa se observa un sector de la delegación Valle Redondo donde se realizaron las entrevistas a los usuarios que se abastecen de agua potable a través del servicio de ‘pipa’. Para este propósito se seleccionaron al azar habitantes ubicados en las colonias conocidas como El Niño, Ojo de Agua y Maclovio Rojas, áreas donde se mezclan predios legalizados e irregulares.

Fuente: Elaboración propia con base en plataforma de imágenes satelitales de GoogleEarth.

Finalmente, se inspeccionaron los usuarios que presentaron los mayores picos de consumo de agua del sector doméstico. El objetivo de este trabajo de campo consistió en determinar si

existía alguna relación entre los tipos de usuarios o las áreas de su localización, pretendiendo identificar zonas con sobreconsumo o privilegios en la dotación de agua potable. Durante el recorrido se tomó registro fotográfico que se anexa en el desarrollo del tema.

3.2 Procesamiento y sistematización de la información

El procesamiento y sistematización de la información se concentró en la construcción de las bases de datos y en el manejo de los sistemas de información geográfica para la representación cartográfica de la distribución del consumo de agua en la ciudad.

3.2.1 Construcción de las bases de datos

Las bases de datos se construyeron sobre un aspecto cualitativo y otro cuantitativo. En el cualitativo se construyó la base documental, a través de la cual, se pudiera entender teóricamente el problema y las formas de su abordaje desde otras metodologías y contextos.

En el aspecto cuantitativo se construyeron bases de datos en el programa Excel, con los informes de gestión de la CESPT, reportes de análisis de laboratorio de las PTAR. De esta forma se consolidó la información sobre la calidad, cantidad y finanzas del servicio. Es importante señalar que este trabajo requirió un manejo intenso de la información debido a su gran cantidad y variación en la presentación y construcción, lo que requirió de una sistematización detallada, para que respondiera a los propósitos de las áreas de análisis. A través de estas bases se elaboraron cálculos, gráficas, se analizaron tendencias y relaciones entre diferentes variables de oferta, demanda y cuestiones financieras. En total se sistematizaron las bases de datos en cinco rubros: 1. “Abasto, distribución y consumo de agua potable”, 2. “Alcantarillado, saneamiento y reuso de las aguas residuales tratadas”, 3. “Aspectos financieros” 4. “Distribución espacial del consumo” y 5. “Calidad de las fuentes de agua y los efluentes de vertimiento”.

3.2.2 Procedimiento metodológico empleado para la representación espacial

El procedimiento seguido para la representación del consumo de agua potable en el espacio urbano de Tijuana se desarrolló en cuatro fases. En una primera fase se analizaron y depuraron las cuentas de los usuarios de agua potable, enfocándose en la ubicación geográfica y en el consumo promedio.²³ En la segunda fase se establecieron rangos de volumen de agua consumida, para clasificar el comportamiento del consumo promedio de agua de cada usuario. Realizada la categorización, en una tercera fase, se ingresaron los datos en el MacInfo y en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS para la presentación cartográfica. Finalmente, en la cuarta fase, se interpretaron los resultados. A continuación se detallan los procedimientos abordados en cada etapa:

Análisis de las cuentas de los usuarios de agua potable. La información utilizada como base para este análisis, está contenida específicamente en el documento “Padrón de usuarios” de la CESPT. En esta base de datos el organismo registra la clave del usuario, su ubicación geográfica (clave catastral), la dirección, el nombre del usuario y el promedio de volumen de agua consumido-facturado. El primer paso del procesamiento consistió en depurar con ayuda del programa Microsoft Access la base de datos, para obtener la información relativa sólo para los usuarios que estuvieran activos en el servicio de agua potable del sector residencial. Una vez ejecutado este procedimiento fue evidente que varias cuentas estaban asociadas con una sola clave catastral por lo que fue necesario desagregarlas para analizar el consumo de agua al interior de esa clave y posteriormente agruparlas para poderlas representar geográficamente. Finalmente es preciso señalar que el registro de “Padrón de usuarios” utilizado para este análisis corresponde al consolidado del segundo semestre del 2009.

Categorización por rango de consumo. Con la base de datos de los usuarios residenciales activos se procedió a determinar la categorización de los usuarios de acuerdo al consumo de agua. Para esto se estableció un rango, que fue denominado “Rango de Consumo Residencial” (RCR), diseñándose de forma escalonada de acuerdo a un parámetro mínimo y máximo de

²³ Es importante puntualizar que en el documento “Padrón de usuarios de la CESPT” se concentran todos los usuarios del organismo operador, representados en 547,011 cuentas, de acuerdo a datos del 2009.

volumen consumido. El interés de esta clasificación fue representar cartográficamente la información obtenida (ver tabla 4.3).

El paso final en esta etapa consistió en la consolidación de los datos que habían sido desagregados, a una sola tabla que representara el comportamiento general de las cuentas. Una vez hecho esto, se procedió a agrupar los rangos, con el objetivo de tener una información más sólida, principalmente en cuanto al consumo *per cápita* en zonas específicas de la ciudad (ver tabla 4.4).

Cartografía del consumo de agua. Desarrollada la identificación y categorización de los datos se procedió a trabajarlos en el programa MapInfo, donde los polígonos que representan los predios catastrales de la ciudad fueron representados en puntos con la finalidad de hacer manejables los datos para la información estadística. Obtenida esta cartografía se importó al programa Sistema de Información Geográfica ArcGIS,²⁴ buscando representar en cada predio los consumos promedios de agua.

Análisis de la distribución espacial del consumo. Con base en la cartografía generada se analiza el comportamiento espacial del consumo de agua por los rangos definidos, identificándose, por ejemplo, hacia qué áreas de la ciudad se dirigen los mayores o los menores consumos, así como las causas de esta orientación. Los resultados de la representación y su análisis, se presentan detalladamente en el apartado “Distribución espacial del consumo de agua potable” y en los mapas 4.3 y 4.4.

3.2.3 Presentación de resultados

Con base en el procesamiento de la información recopilada se logró hacer un análisis detallado de la problemática sobre las cuatro áreas de análisis, reseñadas al inicio de este apartado. A pesar de desarrollarse de forma separada, por cuestiones de presentación, es claro desde

²⁴ Las características específicas utilizadas para el diseño de la cartografía son: proyección cartográfica UTM (Universal Transverse Mercator) en el sistema de coordenadas cartográficas WGS84 (World Geodetic System 84) y la zona 11 o UTM11. En ArcGIS se representan los consumos promedios de agua de cada predio, utilizando la clave catastral como campo común para la unión de la base de datos con la cartografía.

nuestra óptica que estos elementos operan de manera interrelacionada bajo las características del contexto urbano de la ciudad. Por tanto, en esta parte del procedimiento el análisis de la información se desarrolla por medio del modelo de gestión sustentable propuesto en el marco teórico.

Partiendo del reconocimiento de que el modelo de sustentabilidad fue construido por medio de los aportes teóricos ajustados y aplicables a contextos como los de la ciudad de Tijuana, es lógico que este modelo se plantee como un instrumento pertinente para entrelazar el sustento teórico con el trabajo empírico, para dar respuesta a las objetivos y conducir al entendimiento del fenómeno en estudio.

En el área de análisis, abasto, distribución y consumo del agua potable, se abordaron aspectos relativos a las tendencias de extracción de las fuentes de agua y su calidad, la oferta y la demanda del servicio, vinculando además, elementos como la eficiencia física y comercial del organismo, para tratar la desigualdad en la distribución espacial del servicio y finalizar con la discusión sobre los escenarios futuros de la capacidad del sistema.

Para el análisis del sistema de alcantarillado, saneamiento y reuso de las aguas residuales, se consideraron aspectos relacionados con la capacidad en la infraestructura y su eficiencia, frente a las tendencias de la demanda, así como su interrelación con el sistema de abasto.

En cuanto a los aspectos institucionales y financieros referentes al manejo del recurso, fueron estudiados bajo la consideración de que la participación entre los diferentes agentes encargados de la administración, operación y uso de los servicios de agua, debe conjugarse de forma integrada para que su gestión se oriente hacia la sustentabilidad.

Finalmente, se abordan los resultados de la investigación sobre los elementos determinados como claves en la configuración del problema y se sugieren las propuestas que contribuirían a su solución.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DEL MANEJO DE AGUA EN TIJUANA

Este capítulo presenta los resultados de los hallazgos del proceso investigativo. La finalidad es desarrollar un completo análisis alrededor de los ejes oferta y demanda de los servicios de acueducto y alcantarillado en la ciudad. Para lo cual, con base en los elementos teóricos del modelo de gestión sustentable propuesto para Tijuana -ver apartado tres del maco teórico- se evalúa la tendencia, el comportamiento y la proyección de cada uno de estos ejes. Teniendo como propósito final contar con un panorama multidimensional que refleje características, obstáculos y debilidades del manejo de los servicios de agua para proyectarse hacia escenarios de sustentabilidad.

Su estructura está conformada por cuatro apartados: En el primero se analiza el comportamiento de la oferta y demanda del servicio agua potable. Vinculando al estudio cuestiones de calidad, cantidad del agua, así como de la distribución espacial del consumo. El segundo apartado se concentra en analizar la gestión de las aguas residuales, abarcando desde su recolección hasta las actividades orientadas al reuso. Se continúa con el análisis de la estructura institucional y programática en relación a la planeación y operación de los servicios urbanos de agua; haciendo énfasis en la gestión del organismo operador. La última parte contempla el estudio la política tarifaria y cuestiones financieras de la CESPT.

4.1 Abasto, distribución y consumo de agua en Tijuana

La puesta en marcha del Acueducto Río Colorado-Tijuana (ARCT), en 1982, puede considerarse como el parteaguas de la gestión de los recursos hídricos en la ciudad de Tijuana. Su etapa previa se caracterizó, por un crecimiento exponencial de la población, que en contraste con un largo período de sequía presionó hacia la búsqueda de nuevas fuentes de agua y formas de abastecimiento. En consecuencia, el período posterior es identificado por su dependencia casi total al río Colorado, así como por el deterioro de las fuentes propias de abasto, como resultado de años de sobreexplotación. Este panorama, además de exponer la constante brecha entre la oferta y la demanda del servicio de agua en Tijuana, también hace evidente el aumento en la presión y deterioro de los recursos hídricos.

El objetivo de este apartado es analizar el sistema de abastecimiento de agua potable en el espacio urbano de la ciudad de Tijuana. Para cumplir con este propósito, se dividió el estudio en dos secciones. En la primera, se analizará la evolución del sistema de captación, transporte y potabilización del agua, así como las fuentes de abastecimiento, pretendiendo representar a través de estos dos componentes las características de la oferta actual del agua. Es importante señalar que a pesar de hacer un recuento cronológico que permita evidenciar el proceso evolutivo de la gestión hacia el abastecimiento actual de agua en la ciudad, los datos se centrarán específicamente en el período comprendido entre 1991 y 2009.

Considerando esta temporalidad, en la segunda sección, se estudiarán las tendencias del consumo de agua por tipo de usuario. Se busca determinar las características tanto presentes como futuras de la demanda del agua y la transformación de su dinámica al interior de la ciudad. Para lo cual, además, haciendo uso de sistemas de información geográfico, se analizará el comportamiento de la distribución espacial del consumo de los usuarios residenciales en la ciudad.

4.1.1 Abastecimiento de agua en el área urbana de la ciudad

4.1.1.1 Sistema de captación, transporte y potabilización del agua

Evolución del abasto de agua en Tijuana

El suministro de agua a la ciudad de Tijuana, a través del Acueducto Río Colorado-Tijuana fue considerado como la alternativa que solucionaría los problemas en torno al desabasto de agua en la ciudad, no sólo para cumplir con los requerimientos presentes sino para satisfacer un período futuro amplio de las demandas. Para entender el optimismo creado alrededor de esta obra, es necesario recurrir a la historia del abasto del agua en la ciudad y luego remontarnos a los años siguientes del inicio de su operación.

Se podría pensar que el punto de partida crítico de la gestión de los recursos hídricos en Tijuana se dio a comienzos del siglo XX. En el período de 1900 a 1927, la población de la

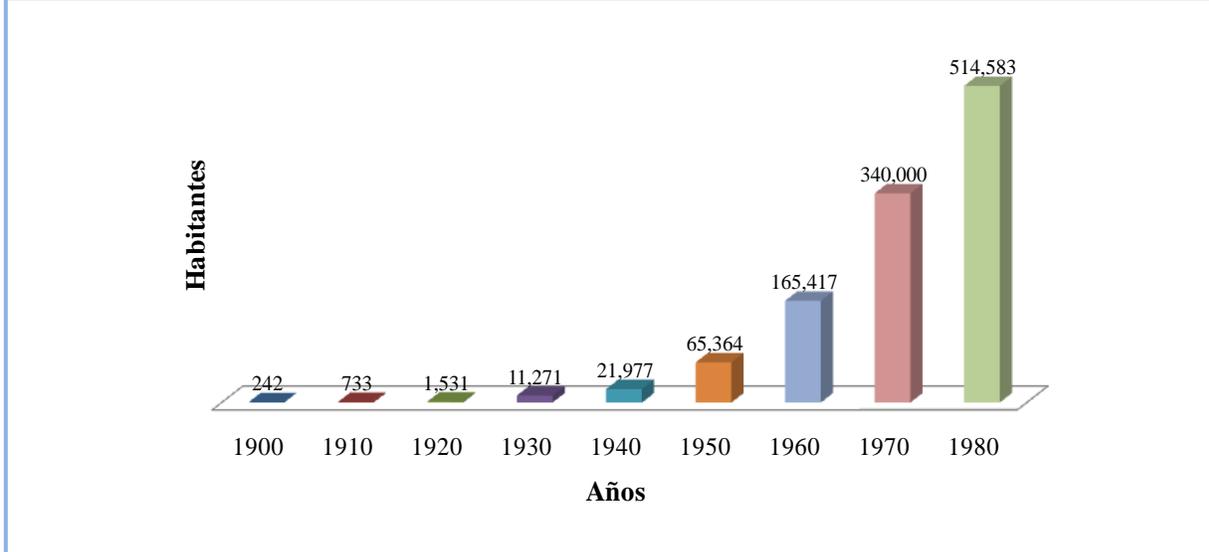
ciudad pasó de 242 habitantes a 8,349, es decir un crecimiento superior de 34 veces el tamaño inicial, rebasando la capacidad de los pozos que servían como únicas fuentes de abasto. Esta problemática condujo al entonces gobernador del estado, general Abelardo L. Rodríguez, a buscar nuevas fuentes de agua, elaborándose para 1927, los primeros estudios hidrológicos de la Cuenca del Río Tijuana y de los arroyos Alamar y Tecate (CESPT, 2006), los cuales determinaron como alternativa viable la construcción de una presa, que inició sus operaciones en 1937.²⁵ Con una capacidad de 138 mm³, se esperaba que tuviera una cobertura para el sector agrícola de 219 parcelas, equivalentes a 1,200 hectáreas de riego y un abastecimiento para la zona urbana de 27 mil habitantes. Sin embargo, trascurrido sólo un año, la presa inició un descenso crítico en su capacidad, pasando de 116.8 mm³ en 1938 a 44 mm³ en 1954, reducción que debido a un largo período de sequía se mantuvo hasta 1978, fecha en la cual un evento de lluvia aumentó la capacidad de abastecimiento de la presa.

El período de 1950 a 1980 es identificado como un momento crítico de escasez del agua en la ciudad de Tijuana, que paralelamente se contrasta con el incremento igualmente crítico de la demanda. Los esfuerzos federales en poblar el extremo de la península, aunado a la migración generada bajo el marco del convenio braceros, firmado entre México y Estados Unidos, así como el impulso al crecimiento industrial,²⁶ fueron acciones que actuaron como catalizadores en el aumento acelerado de la población (ver gráfica 4.1).

²⁵ Esta presa recibe actualmente el nombre de Abelardo L. Rodríguez, su aporte al sistema de agua potable es muy bajo, debido a que depende de la pluviometría de la región, caracterizada por ser muy baja con eventos irregulares de lluvia fuertes. Por lo tanto no es considerada como una fuente de abastecimiento segura de agua.

²⁶ En la década de 1960 la puesta en marcha del Programa Industrial Fronterizo, representó junto con las políticas de desarrollo locales para la siguiente década, lo que Castro (2006) considera como la última fase impactante del crecimiento urbano de la ciudad, siendo característicos de este proceso, desde su punto de vista, la creación de la Ciudad Industrial Nueva Tijuana (CINT) en Otay y la canalización y urbanización del río Tijuana.

Gráfica 4.1 Crecimiento de la población en Tijuana para el período 1900 a 1980



En la gráfica se observa el crecimiento acelerado de la población tijuanaense. En 1950 el número de habitantes creció 270 veces en comparación con la población existente para el año 1900. En 1980 la población habría aumentado 8 veces con respecto a la población de 1950 o más de 2 mil veces con respecto a 1900.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la CESPT (2006).

Así, junto con el incremento en la demanda, se aumentó la respuesta gubernamental, siendo importante resaltar la gestión realizada en 1954 por el entonces gobernador del estado, coronel Rodolfo Sánchez Taboada, como una de las pocas iniciativas orientadas hacia la gestión con base en las características de la disponibilidad del recurso. Este líder político impulsó limitantes al crecimiento económico y poblacional de la ciudad. A través de la prohibición del agua para uso agrícola y la expedición de un decreto que limitaba la expansión del crecimiento de la población fuera de un área que denominó “Distrito Urbano de Tijuana”, se buscó así amortiguar el desequilibrio de la escasa oferta de agua (CESPT, 2006).

Desde diferentes frentes institucionales se impulsó el aumento de la infraestructura, para acceder a mayores fuentes de agua. Para principios de los sesenta se construyó la desaladora de Rosarito con capacidad de 283 lit/seg y en 1965 se inició la operación del acueducto La Misión-Tijuana, proyecto abastecido con agua de pozo de Rosarito. En 1972 se realizaron dos acciones importantes para el suministro de agua, la primera consistió en el acuerdo con

Estados Unidos para recibir aguas de la presa de Otay y la segunda fue la firma del Acta de la CILA²⁷ No. 240 para la entrega de agua del río Colorado en caso de emergencias.²⁸

Continuando con el desarrollo de la infraestructura hídrica, para finales de la década de los setenta y principios de los ochenta se construyeron las plantas potabilizadoras de la ciudad. En 1975 se inició la operación de la planta Abelardo L. Rodríguez que tiene una capacidad de tratamiento de 650 lit/seg. Posteriormente, en 1982, la planta El Florido comenzó a operar con una capacidad de 2,000 lit/seg, ampliándose al doble en poco más de una década, para el tratamiento de las aguas provenientes del río Colorado y en algunas oportunidades las aguas de la presa Abelardo.

En suma, la construcción del Acueducto Río Colorado Tijuana ante la ineficiencia de las acciones realizadas hasta el momento, se presentó como la solución que reduciría la brecha existente entre la oferta y la demanda. Transcurridos siete años de construcción, en 1982 inicia operaciones, con una capacidad de 150 lit/seg. Sin embargo, debido a la reducción de las fuentes de agua subterránea, los escasos eventos de lluvias y la creciente demanda del recurso, contribuyeron a que su capacidad fuera rápidamente rebasada.

Así en 1984, con una población estimada de 684,814 habitantes que demandaban 1,982 lit/seg, se tenía un déficit de 382 lit/seg, que aumentó para 1985 a 483 (CESPT, 2006). Esto generó que a cinco años de su apertura, para 1987, fuera necesario ampliar la capacidad del acueducto a 2,660 lit/seg, aumentándose nuevamente para el año 1993 a 4,000 lit/seg. Como se puede observar, en sólo una década la capacidad del acueducto fue ampliada en una escala de 27 veces para poder satisfacer las demandas de la población.

Para 1998 nuevamente se analizaron alternativas en busca de la ampliación de la oferta de agua. En 1999 se determinó por parte de la CEA, aumentar la capacidad del ARCT,²⁹ a un gasto

²⁷ Como se detallará más adelante la CILA es la Comisión Internacional de Límites y Aguas, órgano encargado de vigilar el cumplimiento de los tratados internacionales en materia de límites y aguas transfronterizas.

²⁸ Esta conexión se mantuvo con Estados Unidos hasta 1980, fecha en la cual suspendió el abasto del agua, viéndose nuevamente obligada la ciudad de Tijuana a buscar otras fuentes de agua. Sin embargo, actualmente aún es utilizada aunque de forma irregular para algunos períodos del año.

de operación de 5,300 lit/seg, incremento que garantizaría el suministro de agua de los municipios de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito, hasta el 2017, beneficiando así a 500 mil habitantes (CESPT, 2006). Las ampliaciones mencionadas han requerido importantes inversiones, siendo las más relevantes las realizadas a través de los créditos de BID-Banobras³⁰ firmado en 1985 y el crédito contratado con el Banco de Cooperación Internacional del Japón (JBIC, por sus siglas en inglés), más conocido como Programa del Crédito Japonés,³¹ en 1999.

La configuración estructural del Acueducto Río Colorado-Tijuana tiene como punto de partida la presa binacional Morelos, posteriormente transita por el Valle de Mexicali, pasando por la Rumorosa hasta llegar a la presa El Carrizo, para finalizar en la potabilizadora El Florido. En su recorrido cubre una distancia de 135.3 km. En la conducción se vence, además, en la zona de la Rumorosa, una altura de aproximadamente 1,061 metros. Esta línea de transporte de agua hasta la ciudad de Tijuana, implica, la operación de diferentes sistemas de bombeo a lo largo de la tubería, con la generación de altos costos por consumo energético, mantenimiento y operación del sistema. En el mapa 4.1, presentado a continuación, se muestran las cuestiones relativas tanto a la distancia como a la altura que tiene que superar el sistema de agua potable para lograr el abasto en la ciudad de Tijuana.

²⁹ Para la convocatoria pública de esta iniciativa se elaboró el “Proyecto Ejecutivo para la Ampliación de la capacidad de conducción del Acueducto Río Colorado Tijuana” en el año 2001 por la Universidad Nacional Autónoma de México. La licitación, tras un largo período fue fallada, en el 2006, a favor de la empresa constructora Macro. La obra tendría un costo de 1,200 millones de pesos, los cuales serían compartidos de manera tripartita, en un 60 % por la CESPT y el restante aportado en conjunto por el gobierno federal y la iniciativa privada (CESPT, 2006).

³⁰ El crédito firmado por la CESPT en 1985 con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), utilizando como agente financiero al Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras) tuvo como objetivo el incremento de la cobertura de acueducto del 58 % al 90 %. Lográndose finalmente una ampliación efectiva de la cobertura de 83.93 % para 1993.

³¹ El Crédito Japonés es un programa de financiamiento internacional, autorizado por el Congreso del Estado de Baja California en 1999, por un monto de 3,023 millones de pesos, para la construcción de infraestructura hidráulica en Mexicali, Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada. El administrador del proyecto fue la Comisión Estatal del Agua y los organismos operadores de cada municipio los ejecutores y deudores de las obras. Este crédito representó grandes beneficios en la prestación de los servicios de agua, por ejemplo, para el 2002 con la inversión en agua potable del 12 % del crédito, se logró la ampliación al 93 % de la cobertura del servicio.

Mapa 4.1 Recorrido de la línea de conducción del agua proveniente del río Colorado desde la presa Morelos (límite binacional) hasta la presa El Carrizo (Tijuana)



En el mapa se presenta el recorrido de la línea de conducción del Acueducto Río Colorado - Tijuana, haciendo énfasis en el cambio de elevación y distancia requerida para transportar las aguas hasta la ciudad de Tijuana, pasando de la Planta de Bombeo Cero (PB-0) ubicada a 15 km al poniente de la ciudad de Mexicali a escasos 100 metros de la línea fronteriza, con una altura de -0.8 msnm al sector conocido como La Rumorosa con una altura de 1,061 msnm. Transporte que demanda la operación de los cinco sistemas de bombeo que se señalan en el mapa. Desde la PB-5, último sistema de bombeo, se conducen las aguas por medio de gravedad hasta la presa El Carrizo, ubicada a 16 km, al suroeste de Tecate. El recorrido total tiene una longitud aproximada de 147 km.

Fuente: Elaboración propia con base en la plataforma geográfica de Google Earth y registro fotográfico propio.

Finalmente, se podría cerrar este breve análisis del desarrollo del abastecimiento de agua en Tijuana, advirtiendo cómo la expansión de la infraestructura hídrica ha dependido del río Colorado como única fuente de agua segura para la ciudad. El aumento de la cobertura y la continuidad del servicio, se han caracterizado por una constante búsqueda hacia un mayor acceso a las fuentes de agua; se carece de un análisis que considere las implicaciones ambientales y sociales a futuro por la dependencia a fuentes de agua externa, en volúmenes tan importantes como los suministrados por el río Colorado.

Río Colorado

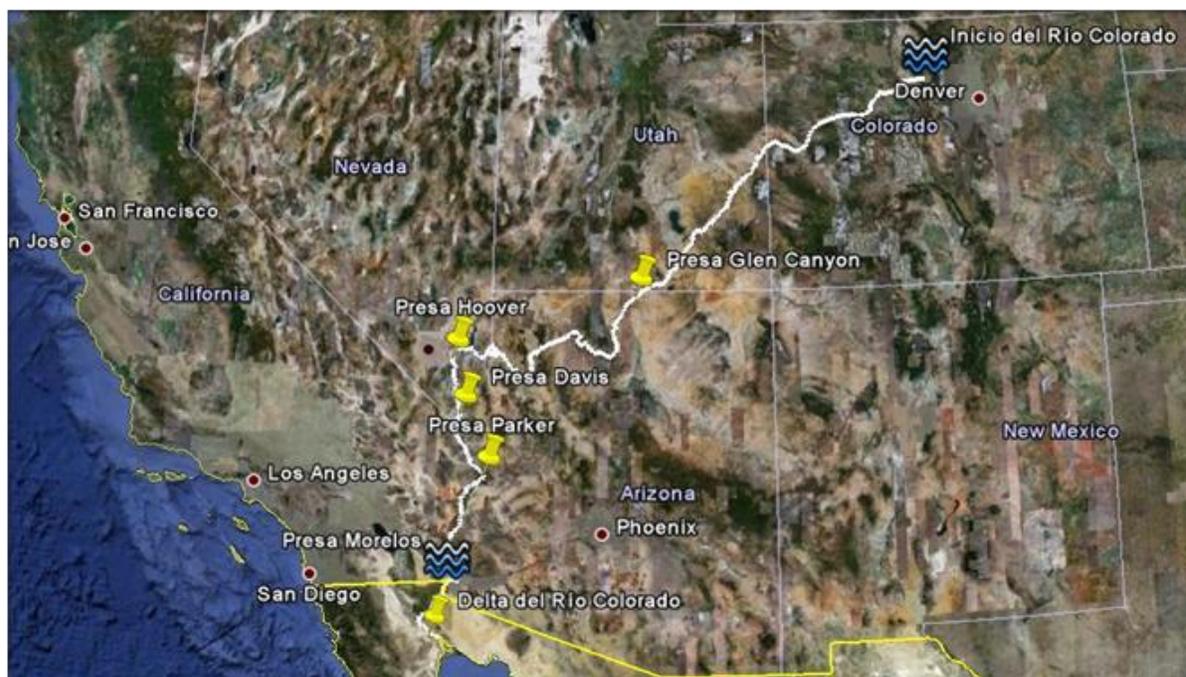
El río Colorado es actualmente la única fuente superficial de agua utilizada en Baja California para satisfacer las demandas del sector agrícola, industrial y doméstico. Sobre su oferta finita se ha desarrollado la infraestructura hídrica necesaria para atender las demandas presentes y se visiona en la planificación del largo plazo, como la única alternativa segura de agua para la región. Por lo que su manejo ante escenarios de demandas crecientes, exige un enfoque basado en el aprovechamiento sustentable.

El agua del río Colorado que abastece al ARCT forma parte del Tratado de Límites y Aguas firmado en el año 1944.³² En este acuerdo se establece que Estados Unidos entregará a México una cuota anual de 1,850 mm³ de agua. Sin embargo, este volumen es ampliamente compartido del lado mexicano: 87 % del volumen disponible es utilizado para el riego en el distrito 14 del Valle de Mexicali y 10 % es utilizado para el abastecimiento de agua de la población de Mexicali, Tecate, Tijuana, Ensenada y Playas de Rosarito (estado de Baja California) y una pequeña parte en San Luis Río Colorado (estado de Sonora) (CESPT, 2006). En México, la Comisión Nacional del Agua, es la responsable de la distribución de esta cuota entre los diferentes usuarios agrícolas y operadores del servicio de agua potable.

El río Colorado, es un recurso competido en el orden internacional, ya que tanto la cantidad como la calidad del agua que llega a México depende en gran medida de los tipos de usos y demandas que realizan los habitantes de los condados estadounidenses. Como se muestra en el mapa 4.2, el río Colorado inicia en las Montañas Rocallosas a 4,276 msnm, desembocando en Golfo de California, tras un recorrido de 2,352 km, en el que abarca los estados de Colorado, Utah, Arizona, Nevada y California en Estados Unidos y del lado mexicano a Baja California y Sonora.

³² Actualmente, este tratado sigue siendo el marco legal que sustenta los límites de aprovechamientos, derechos y transferencia de las aguas superficiales compartidas entre México y Estados Unidos.

Mapa 4.2 Recorrido del río Colorado desde su inicio en las Montañas Rocallosas del Colorado hasta su desembocadura en el Golfo de California



En el mapa se observa como la Cuenca del Río Colorado se encuentra concentrada casi en su totalidad en el lado norteamericano, correspondiéndole a México, una mínima fracción. En el recorrido, el cauce es captado por diferentes presas norteamericanas hasta llegar a la presa Morelos, último almacenamiento del Río Colorado, ubicado entre el poblado de Los Algodones, Baja California en México y el Condado de Yuma en Estados Unidos. Finalmente, el cauce del río desemboca en el Golfo de California, también conocido como el Mar de Cortés. En su desembocadura forma el Delta del Río Colorado, ecosistema que ha sido deteriorado por la falta de escurrimiento de agua, motivando en 1993 la creación de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, como medida de protección de la flora y fauna de la zona.

Fuente: Elaboración propia con base en la plataforma geográfica de Google Earth.

Es importante advertir sobre la desproporción existente en el aporte de las fuentes de abasto de agua para la ciudad. Como se presenta en la tabla 4.1, las aguas subterráneas provenientes de la explotación de los pozos del acuífero río Tijuana, el arroyo Alamar y los pozos de La Misión, aportan un caudal de 84 lit/seg, equivalente al 2.5 % del total de la oferta. Mientras que el escurrimiento pluviométrico proveniente de la presa Abelardo L. Rodríguez, contribuye con un caudal de 1.3 %, siendo el aporte del río Colorado³³ el más significativo, con 96.2 % del total de la oferta.

³³ A pesar de que el agua proveniente del río Colorado representa para Tijuana el 96.2 % de agua necesaria para su consumo, es importante dejar claro que ese volumen sólo corresponde al 5.3 % del volumen total del río

Tabla 4.1 Producción de las principales fuentes de abastecimiento de agua en el año 2009

Fuente de agua	Oferta (lit/seg)	%
Presa el Carrizo	3,293	96.2
Presa Abelardo L. Rodríguez	47	1.37
Pozos Rosarito y La Misión	45	1.31
Pozos río Tijuana y arroyo Alamar	39	1.14
TOTAL	3,424	100

Fuente: Elaboración propia con base en información de la CESPT.

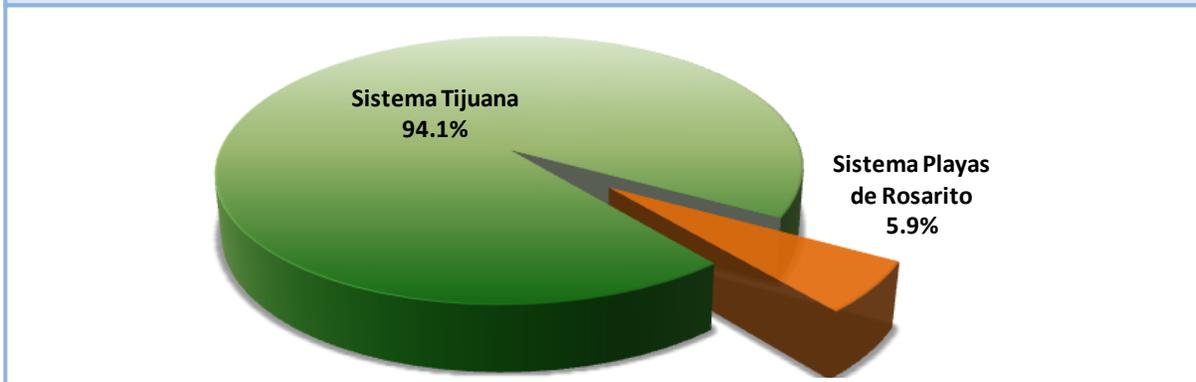
4.1.1.2 Distribución del agua en el área urbana de la ciudad

Antes de iniciar el análisis de los datos relativos a la distribución de la oferta del agua, vale la pena notar que la prestación de los servicios de agua por parte de la CESPT es realizado desde el año 2001 de manera conjunta tanto para el municipio de Playas de Rosarito como para Tijuana. Por lo tanto sus indicadores de gestión, hasta hace no más de cinco años, fueron presentados de manera agregada sin distinguir qué valores correspondían a cada uno de estos municipios.

Es importante partir por el reconocimiento de la participación de cada uno de estos municipios dentro del sistema total o como se le denominará, de ahora en adelante, Sistema CESPT, de tal forma, que se pueda reconocer la representatividad del Sistema Tijuana como objeto de estudio. Como se observa en la gráfica 4.2, Tijuana representa prácticamente 94 % de las cuentas de agua potable de todo el sistema y Playas de Rosarito comprende sólo el restante 6 %.

Colorado asignado a México ya que la mayor parte, cerca del 87 %, es utilizado en el Valle de Mexicali para el desarrollo de actividades agrícolas y el restante es distribuido entre otras ciudades (CESPT, 2003).

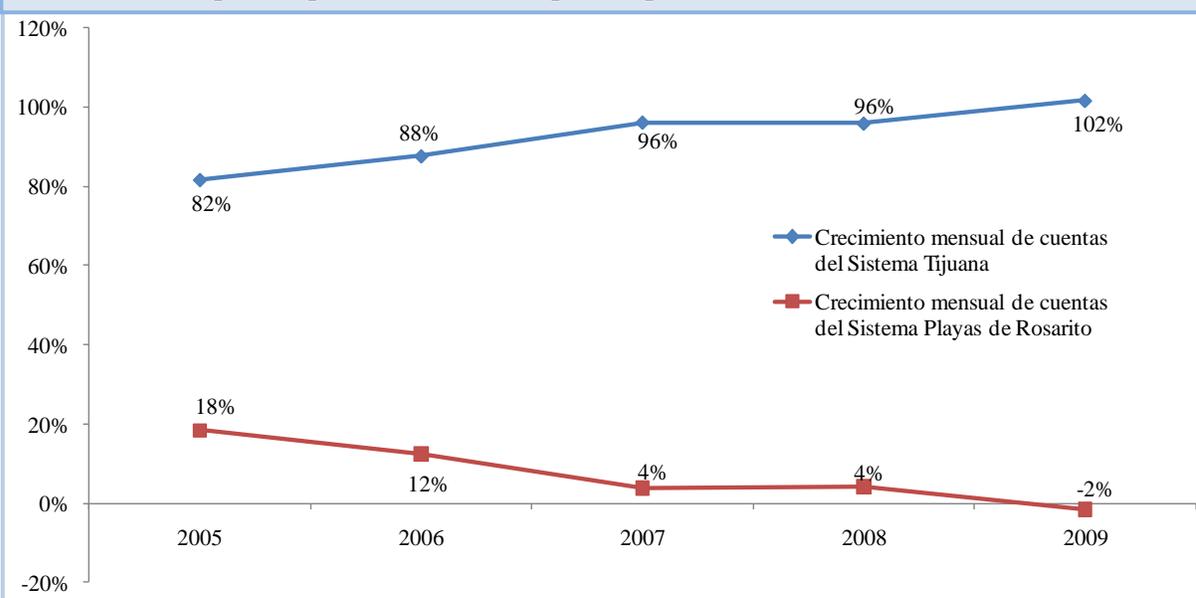
Gráfica 4.2 Proporción de las cuentas de agua potable por municipio del Sistema CESPT



Fuente: Elaboración propia con base en los indicadores de gestión de la CESPT

Adentrándose en los datos, se puede observar, por ejemplo, para el caso del crecimiento de las cuentas de agua potable, que Tijuana tiene un crecimiento promedio mensual equivalente al 80 % del crecimiento de las cuentas que registra Playas de Rosarito en todo un año, como se detalla en la gráfica 4.3. De esta forma, se determina que es razonable utilizar los datos del Sistema CESPT para analizar la gestión de los servicios de agua para el caso de Tijuana, ya que este municipio aporta la proporción y dinámica más representativa del sistema para el período de 1991 a 2009.

Gráfica 4.3 Tendencia del crecimiento de las cuentas de agua potable por municipio del Sistema CESPT para el período 2005-2009



Fuente: Elaboración propia con base en los indicadores de gestión de la CESPT

En la gráfica se observa cómo el crecimiento de las cuentas de agua potable para el municipio de Playas de Rosarito ha ido paulatinamente descendiendo desde el año 2005. Por el contrario, el municipio de Tijuana ha incrementado el crecimiento de sus conexiones de manera constante en un promedio de 1 % anual.

Producción de agua potable

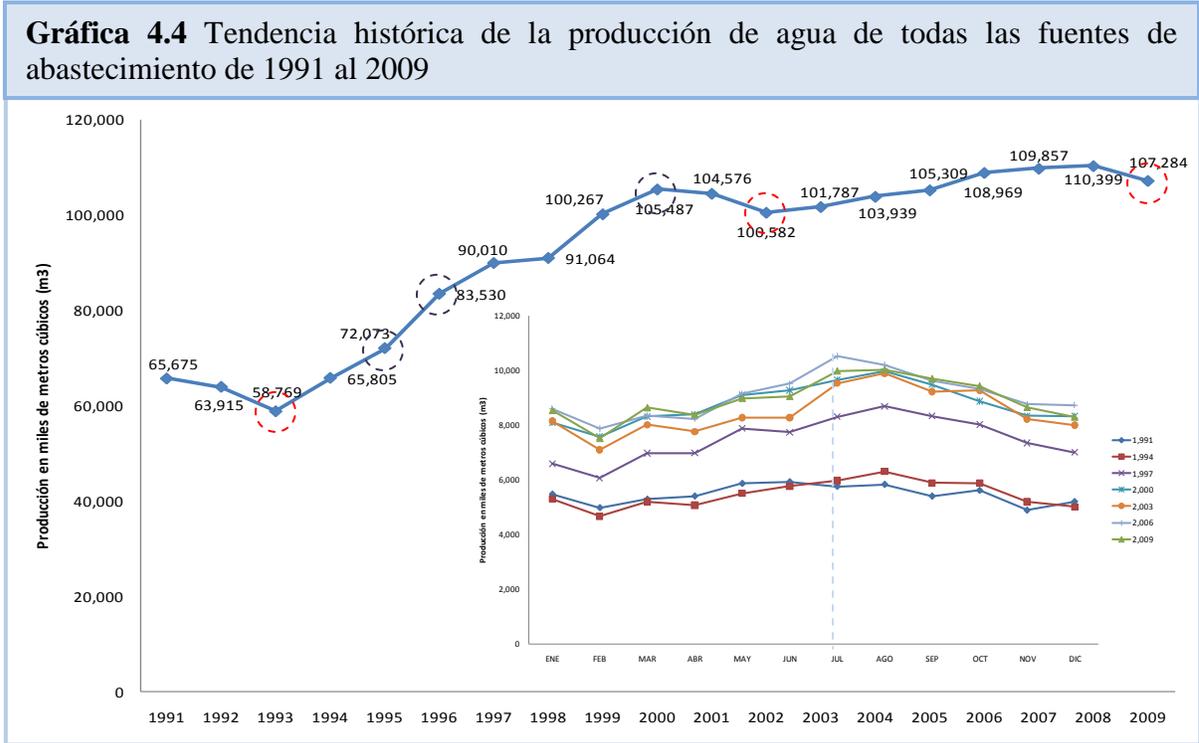
El criterio sobre el cual la CESPT durante el período de estudio, ha considerado la evaluación de la producción de agua ha sido variable. Así, de enero de 1991 a diciembre del 2004 el criterio de producción de agua es tomado en base a la sumatoria de los volúmenes producidos (potabilizados) por cada fuente (potabilizadoras y pozos). Por otra parte, a partir de enero del 2005, se hace una diferenciación, entre el volumen de agua captado y el volumen de agua potabilizada. Sin embargo, entre enero del 2005 a diciembre del 2009, el volumen de producción se reporta como la "Captación de agua", es decir, el suministro de agua de las diferentes fuentes (presas, pozos y la conexión de emergencia con Estados Unidos). Por lo que este valor es mayor al valor "real" del volumen de producción que debería corresponder al criterio de "Volumen total potabilizado".

De lo expuesto se resalta que la CESPT no cuenta con criterios específicos para la determinación de variables tan importantes como la producción. Lo que puede permitir el no reflejar la eficiencia "real" del sistema. Por ejemplo, el considerar el caudal de agua captado como el volumen de producción, no reconoce las pérdidas de agua que se tienen en la etapa de captación-potabilización -equivalentes al 2 %-.

Como se expuso en el apartado anterior, la CESPT cuenta con dos fuentes de captación de agua, de las cuales, dos son de tipo superficial y tres son subterráneas. Para la producción anual de agua se realiza una programación en la que se determina la cantidad de agua que requerirán para el siguiente período y las fuentes de las cuales se dispondrá. Esta proyección considera principalmente los recursos económicos necesarios para la operación y el mantenimiento del sistema, así como los costos asociados a la compra de agua de la línea de emergencia de Estados Unidos.

Para el caso específico del año 2009, se produjo 9 % menos del agua que había sido programada, lo que implicó la reserva de aproximadamente 10 mm³. En este año, debido a la presencia de períodos fuertes de lluvia, la presa Abelardo L. Rodríguez aumentó su capacidad, aportando aproximadamente 4 % de la oferta de agua de abastecimiento para ese período, ocasionando la reducción en el uso del agua del río Colorado y los pozos del río Tijuana.

La tendencia histórica de la producción de agua para el período 1991 al 2009 ha tenido un comportamiento positivo con un crecimiento promedio anual del 3 %. Como se aprecia en la siguiente gráfica, sólo se han presentado tres períodos decrecientes en la producción de agua: el primero corresponde al año 1993 (-3 %), el siguiente al 2002 (-9 %) y finalmente el año 2009 (-3 %). En contraste se tienen diferentes años con crecimientos positivos importantes: El primero en el año 1995 con una tendencia positiva del 9 %, seguido del año 1996 con un crecimiento del 14 % de la producción; finalmente en el año 1999 se presentó un comportamiento creciente del 9 %.



En la gráfica se presenta el comportamiento histórico de la producción de agua de las diferentes fuentes de abastecimiento de que dispone Tijuana. Se remarca en círculos rojos los años que presentan un crecimiento negativo y en color lila los años que han tenido un crecimiento positivo importante. Dentro de la gráfica además se puede observar la tendencia de la producción de agua por meses.

Fuente: Elaboración con base en datos cronológicos de la producción de agua durante el período 1991 al 2009, proporcionada por la CESPT.

En cuanto a la tendencia histórica de los meses de producción, se observa que durante el período de mayo a agosto se presentan los máximos volúmenes, siendo el mes de julio el de mayor producción. Febrero por su parte es el mes en el que se produce menor cantidad de agua. Los años 2006 y 2009 presentaron los mayores picos de producción, por encima de los 10 mm³ para el mes de julio. Estas variaciones son debidas específicamente a cuestiones climatológicas, por ejemplo, en época de verano (junio a septiembre) es claro que el aumento de las temperaturas conducen directamente al incremento de las demandas (ver gráfica interna en gráfica 4.4).

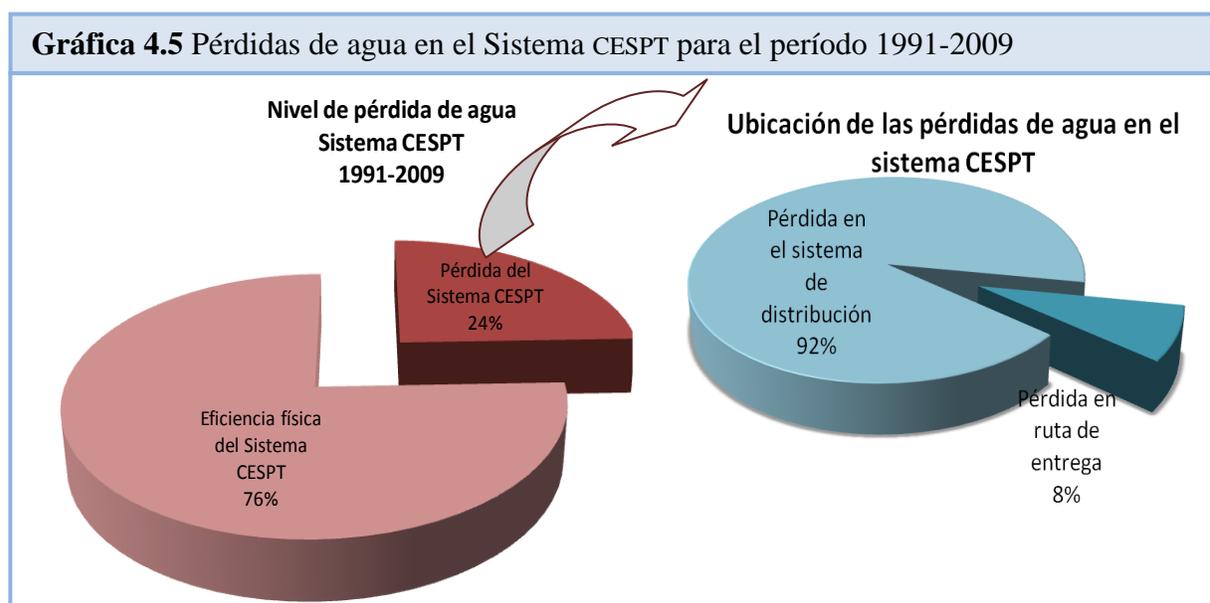
La tendencia de la producción en los meses del año es importante de referenciar debido a que, en la revisión de los planes y programas de la CESPT se logró determinar que no se establecen acciones preventivas para atender los períodos más altos de consumo. Sería conveniente que en la planificación del organismo se contemplara la dinámica de la demanda en el transcurso del año, para así intensificar las campañas de sensibilización hacia el uso racional de agua, en las fechas críticas. Esto con la idea de contribuir a reducir la presión al sistema. Por otra parte, los altos volúmenes de consumo se reflejan en la sobrecarga al sistema de alcantarillado, por la descarga de mayor cantidad de aguas residuales, haciendo de igual forma necesaria la implementación de planes preventivos de fugas y derrames.

En otro sentido, la percepción en torno a la producción se sustenta, por parte de los funcionarios del organismo operador, en la visión tecnocrática clásica apoyada en la construcción de infraestructura. Al interior del organismo operador se percibe que ‘no hay problema con el agua’, ya que ‘los posibles problemas serán a futuro, cuando se haya superado la capacidad de las infraestructuras y los volúmenes disponibles’ eventualidad para la cual según manifiesta el Ing. Hernando Durán, Director de la CESPT,³⁴ se están desarrollando las obras para ampliar la capacidad del acueducto y buscando la apropiación de mayores volúmenes del río Colorado. Se considera preocupante que desde el interior del organismo se mantengan posiciones de gestión que no visionen el problema del agua y sus soluciones, más allá de la oferta del servicio y bajo términos diferentes al cortoplacistas.

³⁴ Las declaraciones del Ing. Hernando Durán fueron obtenidas a través de entrevista personalizada.

Pérdidas de agua

El nivel de pérdidas del Sistema CESPT, en el período 1991 al 2009 corresponde al 24 % del total de agua producida, reportando una eficiencia física del 76 %. El 92 % de las pérdidas se presentan en el sistema de distribución -transporte y distribución del abasto a los usuarios- y 8 % en la ruta de entrega -desde la captación del agua hasta su entrega a las potabilizadoras- (ver gráfica 4.5).



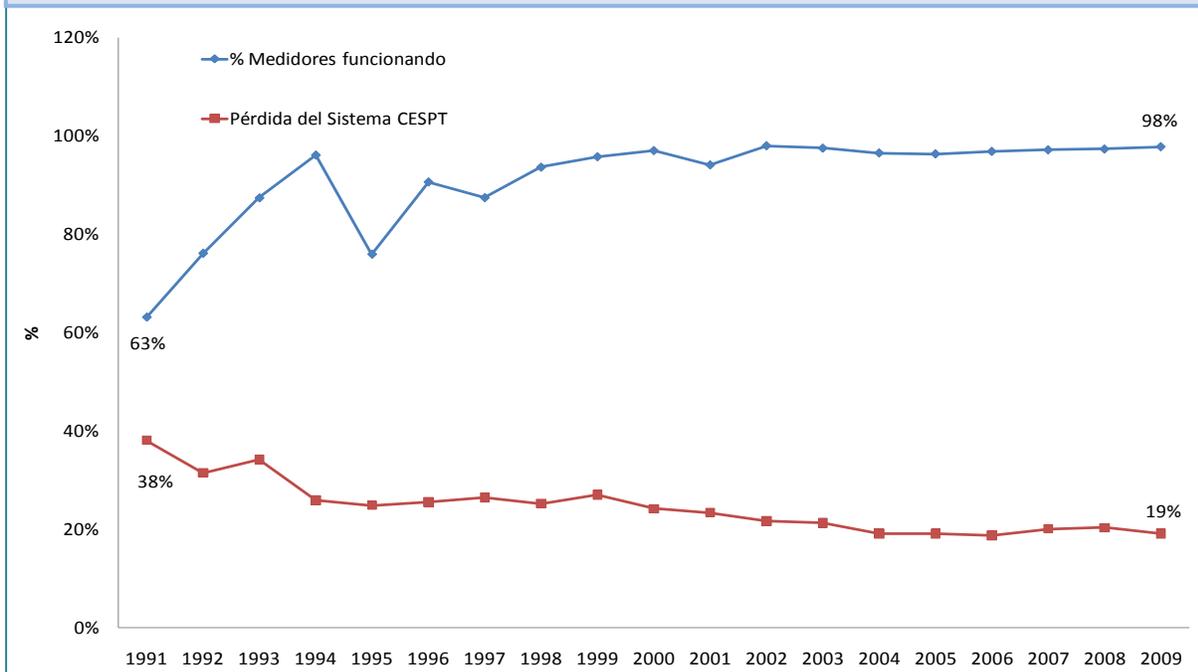
Fuente: Elaboración con base en datos cronológicos de la producción de agua durante el período 1991 al 2009, proporcionada por la CESPT.

Estas pérdidas equivalen, para los últimos tres años, a un promedio anual de 1.8 mm³ que en términos de dinero representan detrimento económico para el organismo, de 54.4 millones de pesos promedio anual.³⁵ Esta cantidad de agua podría además, servir para abastecer a 117 mil viviendas o su equivalente a 482 mil habitantes. Con base en estos datos es evidente que las pérdidas de agua del sistema representan un problema económico y técnico para el organismo. Estos desperdicios además impactan el estado ambiental de las fuentes de agua y el bienestar social, por la pérdida de volúmenes de agua que podrían servir de reservas para demandas futuras.

³⁵ El detrimento económico del organismo generado específicamente por las pérdidas de agua se calcularon multiplicando los costos de producción por el volumen total de agua pérdida.

De lo planteado se puede desprender que a pesar de que el organismo ha invertido en la construcción de infraestructura para el abasto de agua, no ha logrado orientar su manejo hacia estructuras eficientes en la reducción de pérdidas y el ahorro. Para autores como Girardet (2006) el manejo sustentable del agua requiere de la reducción en el uso del recurso hídrico pero también es necesario el mejoramiento tecnológico de los sistemas de ingeniería para su uso eficiente.

Gráfica 4.6 Pérdidas de agua en el Sistema CESPT para el período 1991-2009 en relación con el % de medidores en funcionamiento



Fuente: Elaboración con base en datos cronológicos de la producción de agua durante el período 1991 al 2009, proporcionada por la CESPT.

Así mientras que, como se observa en la gráfica anterior, el número de medidores en funcionamiento se ha incrementado anualmente en 2 % llegando a tener una cobertura del 90 % promedio anual, por otro lado las pérdidas de agua del sistema sólo se han reducido en 1 % anual. Es claro que el incremento en la instalación de medidores en relación con la reducción de las pérdidas del sistema no ha sido eficiente.

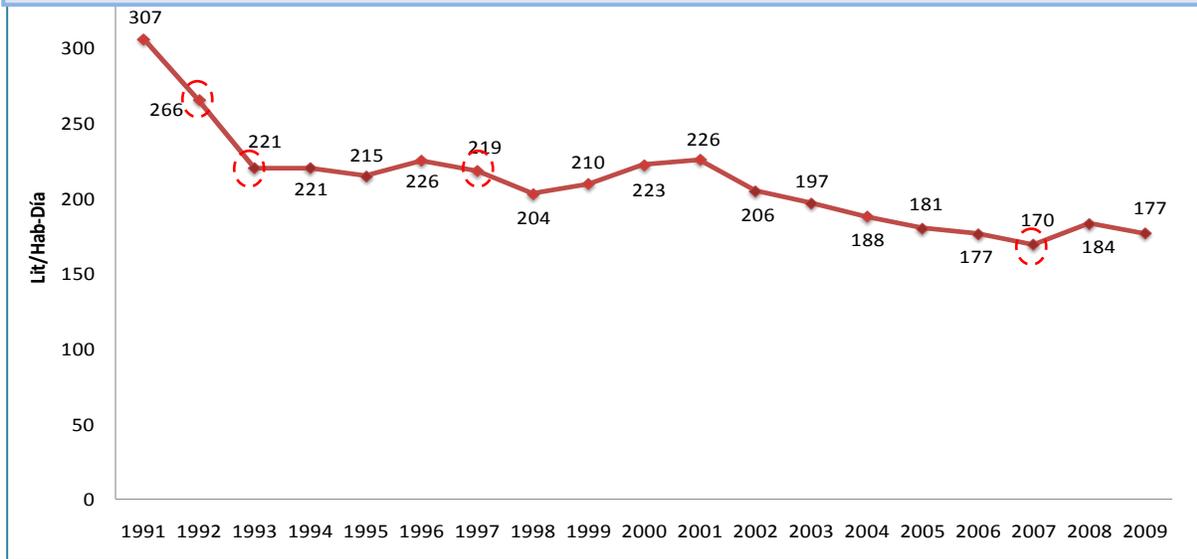
Por último vale la pena analizar que si bien la eficiencia de la CESPT ha sido objeto de premios por parte de la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS) y la Conagua; lo que aunado a la menor proporción de pérdidas en comparación con la media nacional -de acuerdo con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) la pérdidas nacionales son de 25 %-; permitirían catalogar a Tijuana como una ciudad eficiente en el manejo del sistema de agua. No obstante, en otro sentido, se debe reflexionar a la luz del contexto crítico de escasez de agua y la dependencia de la ciudad a un recurso externo, que las pérdidas del 20 %, actualmente registradas por el órgano operador, son realmente altas. Siendo este un desperdicio que no debe ser aceptable. Por lo que desde nuestra perspectiva, el sistema dista de ser eficiente.

Dotación per cápita

El consumo *per cápita* del agua en el Sistema CESPT presenta una tendencia decreciente, equivalente a -7 % promedio para el período de estudio, implicando una reducción anual de 7 lit/hab-día.

Los años con crecimientos negativos más representativos son 1992 con una reducción del -15 %, 1993 con -20 % y finalmente 1998 con -8 %. Además se resalta el período constante de decrecimiento del año 2002 al 2007, equivalente al -10 %. Finalmente para el 2009 la población de Tijuana consume en promedio 177 lit/hab-día. Lo cual en términos de las últimas dos décadas representa un decremento en el consumo equivalente al 58 % (ver gráfica 4.7).

Gráfica 4.7 Tendencia histórica de la dotación *per cápita* del Sistema CESPT



Fuente: Esta es una variable de elaboración propia con base en los datos proporcionados por la CESPT. La base de cálculo utilizada es: Producción de agua (litros/días)/Población servida con agua potable.

Las causas de la reducción de la demanda no son claras al interior del organismo operador ya que carece de estudios sobre esta tendencia y la motivación de la misma. No obstante, para funcionarios como el Ing. Héctor Valadez³⁶ de la CESPT y el Ing. Daniel Cervantes³⁷ de la CEA, la tarifa de Tijuana es una de las más altas del país, ante lo cual la reacción de los usuarios es reducir su consumo.

Desde otro arista, analizado el tema en base a la influencia de los programas de cultura del agua es importante notar que de acuerdo al Lic. Rogelio Segovia³⁸ no se ha generado desarrollar en los usuarios la percepción de la escasez de las fuentes de agua. Por lo tanto, se afirma que la motivación principal para reducir el nivel de consumo de agua radica en el precio del servicio y no en el proceso de cultura de ahorro del agua adelantado por la CESPT.

³⁶ Ing. Héctor Valadez, es jefe del Departamento de Planeación de la Operación de la CESPT.

³⁷ El Ing. Daniel Cervantes es director del Instituto del Agua, organismo asociado a la CEA.

³⁸ Funcionario de la CESPT, jefe del Departamento de Cultura del Agua. Información obtenida a través de entrevista virtual.

Medición del consumo

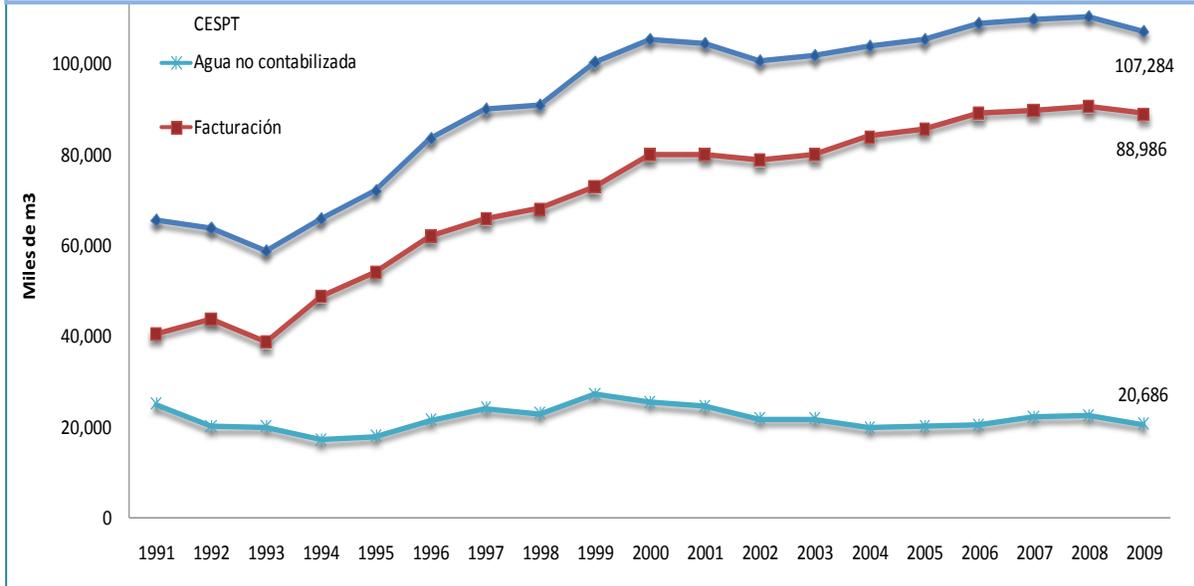
La medición del consumo de agua potable se identifica como un indicador que ha sido calculado por parte de la CESPT mediante dos formas. En los años 1991, 1993, 1998,1999, 2000-2002 y 2005-2009 se calculó como la relación entre el número de medidores instalados y el número de conexiones de agua potable. Para 1996-1997 y 2003-2004 se calculó como la relación entre el número de medidores instalados y el número de cuentas de agua potable. Esta diferencia en los cálculos es debida, a la falta de criterios específicos por parte del organismo operador para representar sus indicadores de gestión.

Es importante resaltar que existe una gran diferencia entre calcular el consumo con base en el número de conexiones o el numero de cuentas.³⁹ Si se calcula con respecto a las conexiones el resultado arroja un porcentaje menor de consumo medido, debido a que el número de conexiones es mucho mayor que el de las cuentas. Además es conveniente plantear que este cálculo podría mejorarse si se realiza con base en los medidores funcionando y no sobre los medidores instalados, ya que el consumo medido corresponde al potencial a medir (por la capacidad instalada de medidores) pero no al “real” consumido.

Como se muestra en la gráfica 4.8, a pesar de que la facturación se ha ido incrementando en el transcurso del período en aproximadamente 4 % promedio anual, el agua no contabilizada no se ha reducido de manera significativa; por el contrario ha mantenido un comportamiento relativamente estable con algunas tendencias creciente. Este comportamiento podría deberse en parte, a la falta de criterios claros por parte del organismo operador, en cuanto a la medición del consumo.

³⁹ Las cuentas son el número total de tomas del servicio de agua potable (residenciales, comerciales, industriales y gobierno) y las conexiones el número de derivaciones que se haga de esa cuenta.

Gráfica 4.8 Tendencia histórica de la facturación y el comportamiento del agua no contabilizada



Fuente: Elaboración con base en datos cronológicos de la producción de agua durante el período 1991 al 2009, proporcionada por la CESPT.

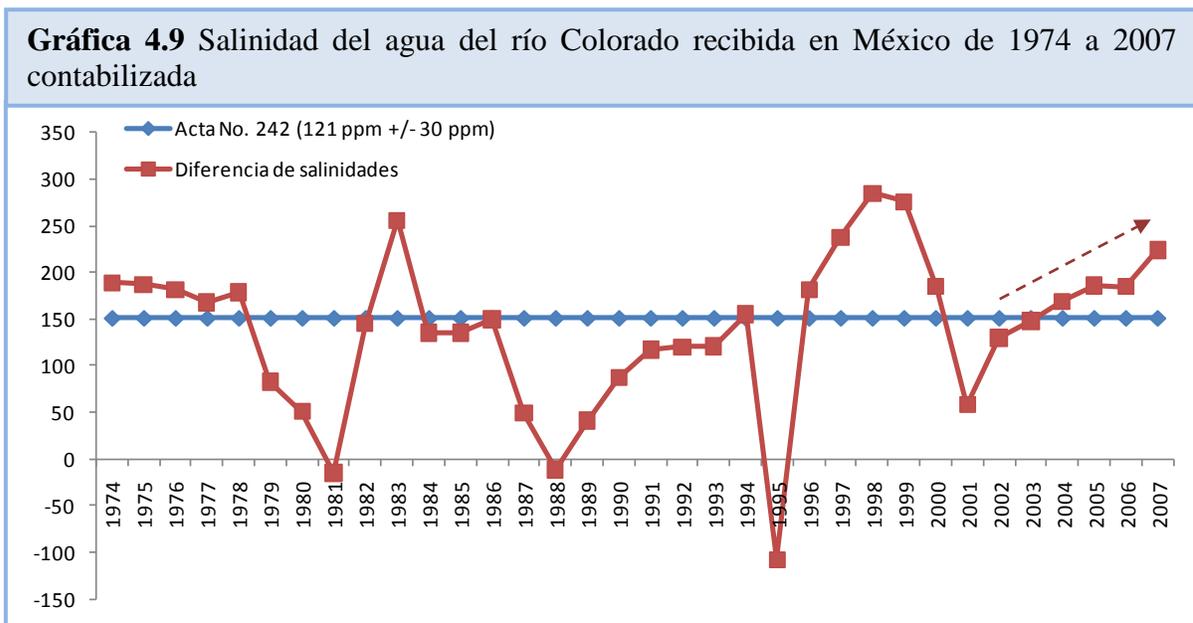
Calidad del agua

La calidad de las fuentes de agua es un factor de igual importancia que las proporciones de su disponibilidad. Estas características influyen en gran medida en la inversión financiera y operativa que el organismo operador debe realizar para el cumplimiento de las normas sanitarias, lo que a su vez condiciona los usos potenciales de la misma. Autores como Wolff y Gleick (2002); Jiménez Torrecilla y Martínez Gil (2003); Arrojo (2005) y Brooks (2005) plantean a la calidad del agua de abasto como un elemento clave en la gestión de la demanda y el uso eficiente de las fuentes.

Sobre estos planteamientos es importante notar que la calidad del río Colorado no ha sido un factor específicamente determinado en los acuerdos binacionales. El Acta de la CILA No. 242, denominada “Solución permanente y definitiva al problema internacional de la Salinidad del Río Colorado” firmada en 1973, se constituye como el único marco regulatorio en cuanto al

tema de calidad del río Colorado. Estableciéndose que la entrega del agua a México debe contener un nivel de salinidad medio anual no superior de $121 \text{ ppm} \pm 30 \text{ ppm}$ (151 ppm).

Las concentraciones de salinidad del río Colorado como se observa en la siguiente gráfica, han estado por encima del parámetro acordado por la norma, siendo relevante el período de incumplimiento de casi diez años presentado desde 1996 hasta la actualidad. Para el análisis de este indicador fue necesaria la búsqueda de información en organismos del lado norteamericano ya que en contraste con su vasta información, en la contraparte mexicana la investigación es muy reducida; lo cual aunado al celo burocrático por parte de la CILA limitó el acceso a estudios específicos sobre el tema. Es importante además señalar que al realizar la comparación de esta gráfica con las publicadas en el portal de la CILA, se encontró que según este organismo, la tendencia de la salinidad del río no ha sobrepasado los niveles acordados, no teniendo concordancia con los resultados obtenidos en este análisis.



Este dato de salinidad se obtuvo a través de la diferencia de la salinidad del agua recibida en la presa Imperial (en Estados Unidos) menos la registrada en la presa Morelos (ubicada sobre el límite fronterizo)

Fuente: Elaboración propia con base en información del Programa de Control de salinidad de la Cuenca del río Colorado (<http://www.nrcs.usda.gov/programs/salinity/>).

En este sentido Gleick (2009), bajo la consideración de que la salinidad de los cuerpos de agua tiende a incrementarse con la reducción de los volúmenes de agua, estima que el aumento de 60 g/lit, reducirá la disponibilidad de agua en 10 %. Reducción que desde la óptica de Gleick (2000) y Jenkins y Iturralde (2009), es inminente para la zona fronteriza México-Estados Unidos debido a las alteraciones del sistema hidrológico provocadas por el cambio climático; advirtiendo sobre la posible ocurrencia de impactos ambientales, sociales y conflictos políticos por los recursos compartidos. Bajo estas consideraciones se hace evidente la necesidad que desde Tijuana el organismo operador, incorpore en la planeación de la oferta del servicio de agua factores de cambio climático y calidad del recurso.

En cuanto a la calidad de la potabilización del agua en la ciudad de Tijuana. Las plantas El Florido y Abelardo L. Rodríguez, son las potabilizadoras encargadas de tratar el agua de las presas El Carrizo (agua del río Colorado) y Abelardo L. Rodríguez (agua de lluvia); ciñéndose al cumplimiento de la NOM-127SSA1. Norma que establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los aspectos físicos, químicos y bacteriológicos del agua que será utilizada con fines de consumo humano.

La planta El Florido tiene mejor eficiencia en el cumplimiento de la norma, aunque en los años 2005, 2006, 2007 y 2009, su nivel de sólidos disueltos fue mucho mayor que los registrados en las aguas potabilizadas por la planta Abelardo L. Rodríguez. De igual forma, también presenta los mayores niveles de concentración de cloro. Por su parte, la potabilizadora Abelardo L. Rodríguez, aunque cumple con los parámetros exigidos por la norma, muestra una tendencia menor de remoción de contaminantes.⁴⁰ Esta diferencia en la eficiencia de potabilización puede deberse a que la planta el Florido es más reciente, por lo que su tecnología y maquinaria supone una mejor operación.

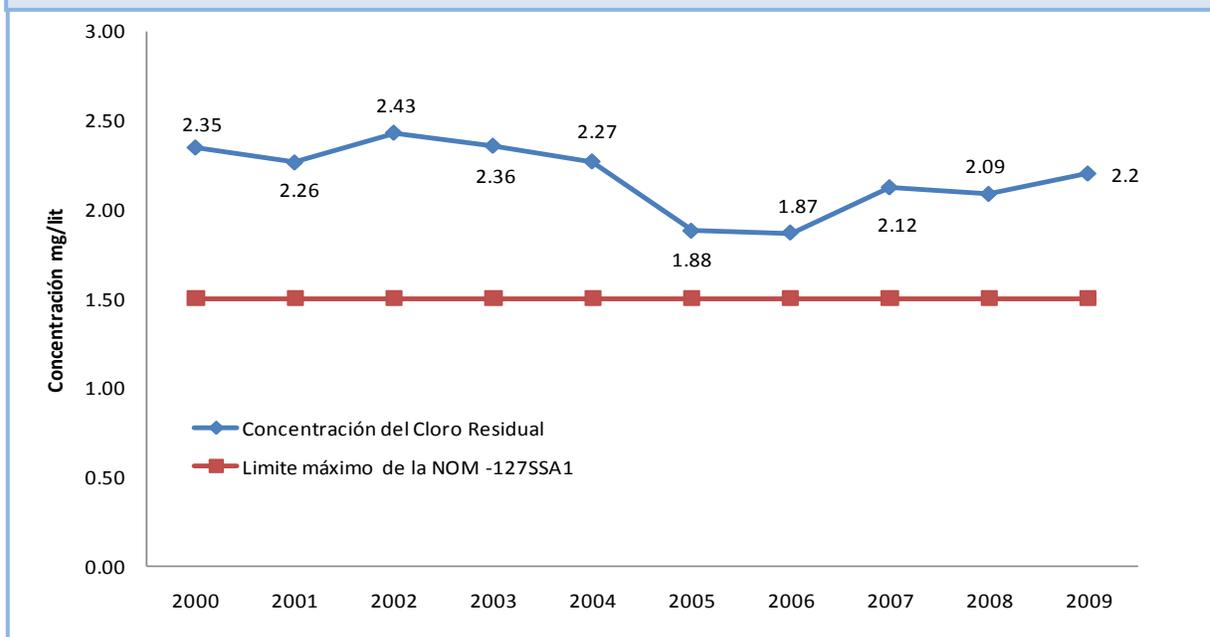
A continuación se detallan características específicas encontradas en las potabilizadoras El Florido y Abelardo L. Rodríguez para los elementos químicos cloro y arsénico. Se abordan específicamente estos elementos químicos sólo como ejemplos de que a pesar de que el

⁴⁰ Este análisis se realizó con base en 112 análisis de laboratorio realizados a la potabilizadora El Florido y 86 de la potabilizadora Abelardo L. Rodríguez, para el período 2000-2009.

organismo operador cumple con las normas de calidad de agua potable, aún presenta problemas en su operación, que deben ser controlados para evitar pérdidas económicas en el tratamiento, así como potenciales impactos a la salud de los usuarios:

Cloro: La NOM establece que el cloro residual libre tiene un límite permisible de 0.2 a 1.5 mg/lit. Los análisis de laboratorio, correspondientes al período 2000-2009, evidencian, como se detalla en la gráfica 4.10, que estas concentraciones en relación con el rango mayor (1.5 mg/lit) fueron aproximadamente 46 % más altas. Esto permite suponer que la dosificación no está siendo correctamente regulada, generando una mayor adición de cloro al agua. Si bien ello puede reflejar beneficios para la descontaminación del agua, también implica incomodidad por parte de los usuarios por la presencia de mayores niveles de cloro residual que enrarecen el olor y sabor del agua. Además, de los costos operativos por el desperdicio de cloro y los efectos corrosivos que causan las altas concentraciones del químico en las tuberías.

Gráfica 4.10 Comportamiento del cloro residual en las potabilizadoras El Florido y Abelardo L. Rodríguez para el período 2000-2009



En la gráfica se contrasta el Límite Máximo Permisible de cloro, según la NOM 127SSA1, con los niveles reales de concentración de este químico en el efluente del agua potabilizada. Como se observa, estas concentraciones son superiores en 46 % a los parámetros establecidos por la norma.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de laboratorio realizados en las plantas potabilizadoras Abelardo y el Florido.

Arsénico:⁴¹ Los niveles de arsénico, son importantes para determinar la calidad del agua potable ya que pequeñas cantidades afectan la salud humana. En septiembre del año 2000 la concentración de este elemento químico estuvo por encima de los LMP exigidos por la NOM 127. Para los años 2004 y 2007 las concentraciones, según los análisis de laboratorio fueron ‘menores al rango exigido por la norma’, pero no se determina la concentración exacta. Por otra parte, es importante considerar que el control de este contaminante en 10 años (2000-2009) sólo fue realizado de forma relativamente constante para los años 2003, 2004, 2007 y 2009; para los demás años sólo se analizó su concentración en uno o dos meses. Con base en lo expuesto es claro que aún falta control en la potabilización sobre aspectos críticos como el cumplimiento de este tipo de parámetros.

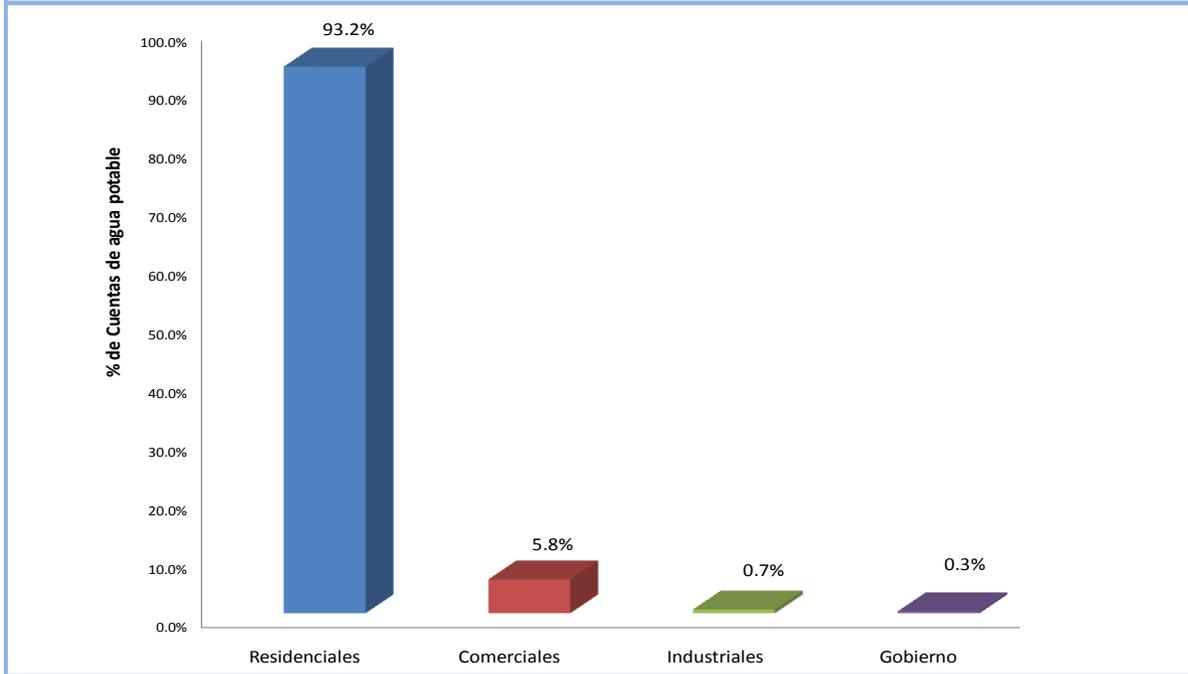
4.1.1 Demanda de agua en el contexto urbano

4.1.2.1 Tipos de usuarios del servicio de agua potable

La CESPT maneja dos tipos de usuarios, los domésticos y los no domésticos. Dentro de estos últimos se incluyen los usuarios comerciales, industriales y de gobierno. Como se muestra en la gráfica 4.11, para el promedio anual acumulado de 1991 al 2009, los usuarios residenciales representan 93 %, los comerciales 6 %, los industriales 0.7 % y finalmente el gobierno constituye 0.3 % de los usuarios de agua potable. Lo anterior equivale a 20,257 cuentas de agua potable para el sector residencial, 1,047 para el servicio comercial, 86 para los industriales y sólo 69 para el sector gobierno. Este último sector está conformado por instituciones gubernamentales y sistemas de abastecimiento de agua en caso de incendios.

⁴¹ El arsénico es un elemento químico que tiene efectos cancerígenos por bioacumulación en los tejidos humanos. En México, la NOM 127 y su modificación del 2000, ha reglamentado los niveles máximos permisibles y su reducción paulatina desde 0.05 mg/lit en el año 2000, hasta 0.025 mg/lit para el 2005. La CESPT ha cumplido con estos parámetros. En países como Estados Unidos y Argentina, por mencionar algunos, desde finales de los 90's se ha discutido acerca de los impactos en la salud humana por el consumo de agua potable aún con bajos niveles de arsénico, lo que ha conducido a reducir su LMP (Creces, 2002). Como respuesta a estas preocupaciones, en Estados Unidos la Agencia de Protección al Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés) en enero de 2001 estableció un nuevo nivel de concentración de 0.01 mg/lit (0.01 ppm) de arsénico total (orgánico e inorgánico) en el agua potable, norma que estableció cinco años para el cumplimiento por parte de todos los Sistema Públicos de Agua (EPA, 2006).

Gráfica 4.11 Proporción de cuentas de agua potable por tipo de servicio promedio acumulado del período 1991 al 2009



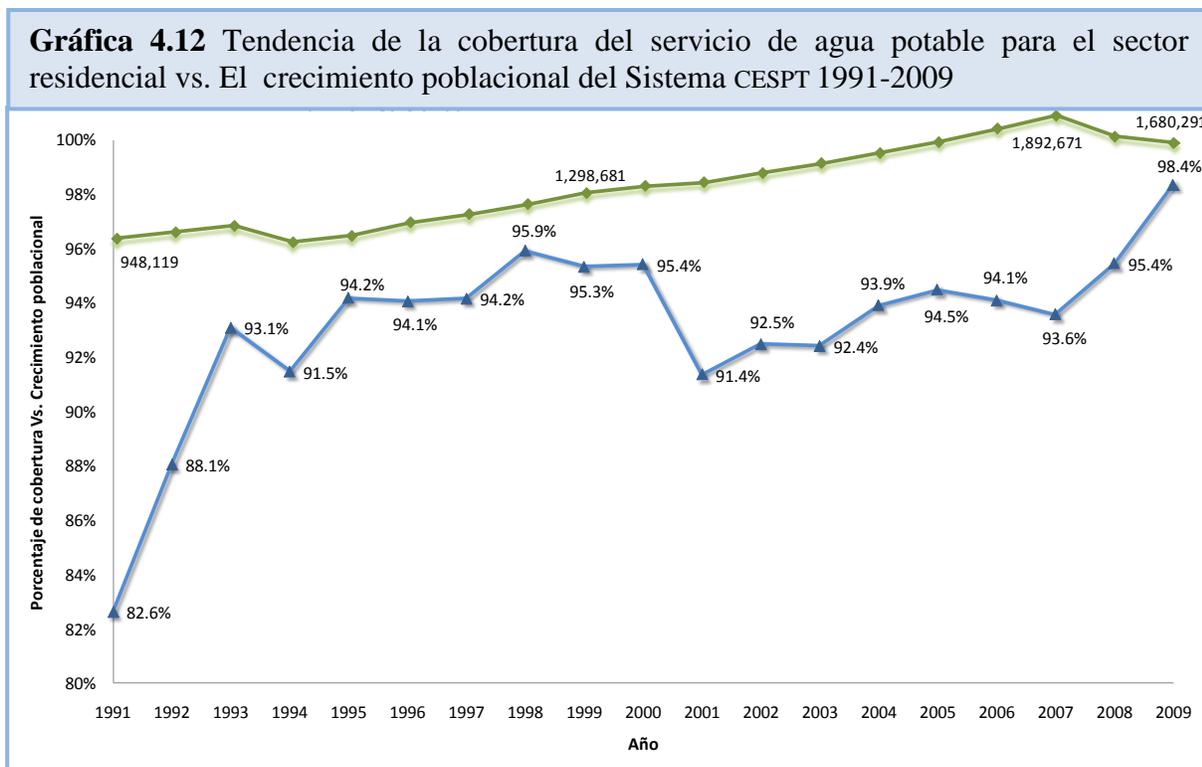
Fuente: Elaboración propia con base en datos cronológicos de la demanda de agua durante el período 1991 al 2009, proporcionada por la CESPT.

4.1.1.1 Tendencia de la cobertura del servicio de agua potable para el sector residencial

La curva de coberturas de agua potable del período 1991-2009 muestra que el comportamiento de la demanda del servicio ha tenido tres etapas significativas. Una primera etapa de 1991 a 1993 de crecimiento acelerado, impulsado por el alto incremento poblacional que vivió la región para inicios de la década de los noventa, así como el aumento de la inversión en la capacidad operativa por parte de la CESPT (ver gráfica 4.12). Una segunda etapa de relativa estabilidad en el período de 1993 a 2006, donde la variación promedio porcentual del crecimiento de las cuentas fue equivalente a 1 %. Y una tercera etapa de incremento de la cobertura debido al aumento en la contratación de obra, demandada por un importante crecimiento poblacional registrado en el 2007, equivalente al 6 %, que decreció en los siguientes años 11 %. Finalmente, el organismo operador reporta para el 2009 una cobertura del 98.4 % de agua potable para el sector residencia.

De esta forma, la tendencia general del incremento de la cobertura para el Sistema CESPT, de 1991 a 2009 representa un aumento en las cuentas de agua potable equivalente al 75 %, con un incremento anual promedio de 21,458 cuentas, en el que es claro que la magnitud y dinámica del crecimiento poblacional de la ciudad es el factor de ha presionado de manera directa al aumento de las coberturas. No obstante también se debe reconocer que el decremento de la población registrado en el período 2007-2009, permite erróneamente reflejar altos incremento en la instalación de coberturas, cuando realmente corresponden a la disponibilidad de mayores coberturas instaladas frente a una menor población.

Gráfica 4.12 Tendencia de la cobertura del servicio de agua potable para el sector residencial vs. El crecimiento poblacional del Sistema CESPT 1991-2009



En la gráfica se sobrepone el crecimiento poblacional promedio anual de las ciudades de Tijuana y Playas de Rosarito (curva verde) con el porcentaje de cobertura del servicio de agua potable para el sector residencial en el período 1991-2009 (curva azul). Como se observa la dinámica de la población es un factor determinante en el incremento de las coberturas del servicio.

Fuente: Elaboración propia con base en datos cronológicos de la demanda de agua durante el período 19991 al 2009, proporcionada por la CESPT.

De acuerdo con los datos de la CESPT, la población abastecida para el 2009 con el servicio de agua potable, corresponde a 1,652,825 habitantes.⁴² En contraste, la población sin conexión al servicio, equivale actualmente a 27,466 habitantes que estarían representados en 8,100 cuentas o viviendas sin acceso al servicio. No obstante, es importante señalar que existen dudas en la exactitud de estos datos poblacionales, ya que no hay congruencia entre la información demográfica reportada por los diferentes organismos federales y del orden estatal.

Así, para el 2005, la Comisión Nacional de Población reportó para Tijuana y Rosarito una población de 1,483,992 habitantes, por su parte el INEGI reportaba 1,444,422 y la Comisión Estatal de Población de Baja California (Conepo) reportó 1,737,297, existiendo una diferencia entre estos datos del 17 %.⁴³ Otro aspecto a señalar es que la CESPT opera con los datos poblacionales proporcionados por la Conepo o por la CEA lo que se podría llevar a pensar que se reduce la posibilidad de reportar datos más ajustados a la dinámica poblacional que el organismo operador conoce mucho más por prestar directamente el servicio.

Finalmente, en cuanto a la cobertura del servicio los datos expuestos señalan que el organismo operador ha realizado un gran esfuerzo para proporcionar altas coberturas en el servicio de agua, logrando niveles superiores a la media nacional, estimados por la Conagua (2010) en 90.3 % para el año 2008. Pudiéndose catalogar a la CESPT como eficiente en su gestión de abasto. Sin embargo, no se debe desconocer que el sistema de agua para que actúe de forma integral, debe equilibrar el incremento de la oferta del servicio con la estabilidad de las fuentes de agua, sobre lo cual Brooks (2005) afirma que la gestión sustentable no depende sólo de su producción sino también de su consumo eficiente.

⁴² La población total promedio para el 2009, de acuerdo a datos poblacionales de la CESPT es de 1,680,300 habitantes de Playas de Rosarito y Tijuana.

⁴³ Estas diferencias poblacionales se deben en parte a que Conapo e INEGI no incluyen dentro de sus cálculos poblacionales las variables relativas a la dinámica migratoria de la región. Sobre lo cual es importante puntualizar que en el Estado de Baja California pero más específicamente en la ciudad de Tijuana, este es un aspecto importante de la estructura poblacional, esto si se tiene en cuenta que, según el informe de la “Encuesta sobre migración en la Frontera Norte de México, EMIF, 2006” (El Colef *et al.*, 2009) el 95% de los migrantes tienen un tiempo de estancia en la ciudad de Tijuana de aproximadamente un año, lo que aunado al hecho de que es la ciudad fronteriza con la mayor confluencia de cruce de todos los tipos de migrantes, se traduce a toda vista en una población flotante significativa que presiona la demanda de agua en la ciudad. La influencia de esta dinámica poblacional en la prestación de servicios urbanos, ha sido poco estudiada en la región; por lo que sería interesante abordarla como un tema de estudio, debido a la compleja problemática ambiental y social en torno a la misma.

4.1.1.2 Distribución espacial del consumo de agua potable

La forma en la cual se distribuye espacialmente el consumo de agua en un área geográfica puede dar cuenta de las deficiencias en la capacidad de abastecimiento de agua por parte del operador del servicio, pero más importante aún, es que señala los desequilibrios a los que se enfrentan los usuarios en el acceso al agua. Esta situación podría desencadenar desde patrones de uso irracional de consumo; hasta la carencia extrema del acceso en ciertos sectores de la ciudad.

Autores como Schteingart y Torres (2002)⁴⁴ y Ávila (2009)⁴⁵ han advertido que la distribución del servicio de agua en el área urbana de una ciudad puede generar presión sobre el recurso agua con la consecuente limitación en su disponibilidad. No sólo los factores económicos y sociales tienen importancia en este campo de estudio, sino también los físicos-ambientales. Contribuyendo a esta perspectiva sistémica e integradora, autores como Sánchez (1993), Pombo (2004) y Bustillos (2009) quienes han desarrollado una metodología de investigación que integra las dimensiones sociales y ambientales al análisis de las características de distribución del servicio y consumo de agua, representado en el espacio físico de una ciudad, aterrizando así los elementos de la problemática en la realidad urbana.

Para los propósitos específicos de esta investigación es vital la integración del componente espacial porque permite determinar en el contexto urbano de Tijuana los problemas vinculados con la prestación del servicio, la afectación que esta puede tener sobre la sostenibilidad del recurso agua y de manera implícita en la inequidad social. De esta forma, se pretende dar un paso hacia la integración de los aspectos sociales y espaciales en la distribución del agua en la ciudad de Tijuana.

⁴⁴ Para Schteingart y Torres (2002), los modelos sociales y económicos imperantes modifican las prioridades de uso y demandas de agua, relacionándose en el análisis de esta problemática, variables económicas, sociales y ambientales, desde una visión sistémica.

⁴⁵ Ávila (2009:156) señala que “Al interior de las ciudades, la escasez de agua se explica por la segregación socio-espacial (proceso de diferenciación del espacio urbano como resultado de la desigualdades sociales)...”

Reconociendo que este es un tema amplio por las múltiples dimensiones que abarca; el objetivo, de este apartado se centrará en analizar el comportamiento del consumo de agua en el espacio físico de la ciudad de Tijuana de los usuarios del servicio residencial. Para lo cual, se realizó un diagnóstico a profundidad de los consumos de agua en todas las cuentas del servicio doméstico registradas en la CESPT y posteriormente se georreferenció en la ciudad. Por otra parte, pretendiendo que este análisis abarcara las diferentes dimensiones de la distribución espacial del consumo, se vinculó al estudio la oferta y demanda de agua potable por parte de la población asentada en zonas irregulares.⁴⁶

Tendencia del consumo del agua en el espacio geográfico de Tijuana

En el segundo semestre del año 2009 el padrón para el servicio de agua potable estaba comprendido por 547,011 cuentas, de las cuales se encontraban en estado activo 96.5 %, equivalente a 527,933. De estas, 495,684 corresponden al servicio residencial (93.9 %), seguidas del servicio comercial con 27,910 cuentas (5.3 %), posteriormente del servicio industrial con 2,637 (0.5 %) y finalmente del servicio de gobierno con 1,702 cuentas (0.3 %).

Tabla 4.2 Padrón de usuarios del servicio de agua potable para el Sistema CESPT, 2009

Tipo de servicio	Cuentas totales	Cuentas activas	% total de cuentas del sistema CESPT	% de cuentas activas por tipo de servicio	% de cuentas activas general del sistema CESPT
Residencial	509,599	495,684	93.2%	93.9%	96.5%
Industrial	3,118	2,637	0.6%	0.5%	
Comercial	32,418	27,910	5.9%	5.3%	Diferencia (cuentas totales-activas)
Gobierno	1,876	1,702	0.3%	0.3%	19,078
Total	547,011	527,933	100.0%	100.0%	

Fuente: Elaboración propia con base en la evaluación del padrón de usuarios de la CESPT correspondiente a los datos consolidados del segundo semestre del año 2009.

En el diagnóstico se determinó que el servicio residencial se caracteriza por tener más de una cuenta por clave catastral,⁴⁷ se presentaron casos en los que una clave tenía desde una hasta

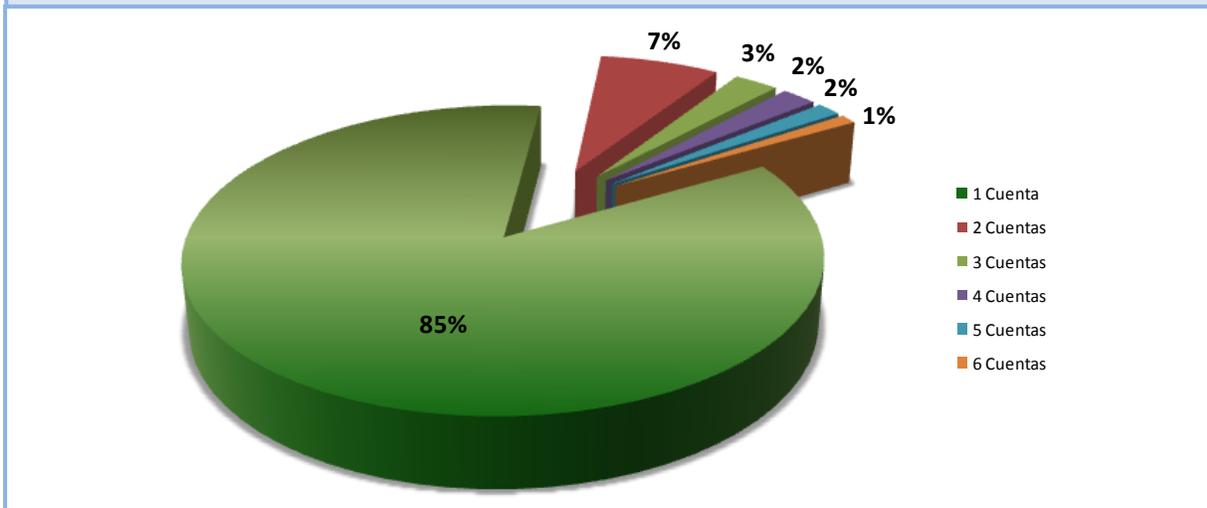
⁴⁶ Como se detalló en el marco metodológico, se tomó como área estudio, la delegación Valle Redondo, ubicada al extremo este de la ciudad de Tijuana. De esta área se abarcaron las colonias El Niño, Ojo de Agua y Maclovio Rojas para la realización de las entrevistas a los habitantes ubicados en los asentamientos irregulares.

⁴⁷ La clave catastral es utilizada en este estudio como la referencia geográfica para la ubicación espacial de cada usuario del servicio en la zona urbana de Tijuana. Se tomó como clave catastral la registrada por la CESPT.

198 cuentas asociadas. Lo cual se debe a que el operador del servicio aún tiene usuarios dentro del padrón, que no han legalizado la división de su cuenta en varias conexiones; por ejemplo, existen edificios o fraccionamientos, que continúan registrados como un usuario con varias cuentas, cuando debería ser una cuenta por cada usuario. Esta condición causa problemas de facturación a los usuarios ya que se promedian consumos en lugar de cobrar consumos “reales”. Para el operador no representa mayor problema ya que cobra el consumo medido.

La concentración de claves por usuarios requirió analizar el comportamiento del consumo al interior de cada cuenta para reflejar lo más próximo a la realidad su tendencia por cada Área Geo-Estadísticas Básica (AGEB). Sin embargo, también es importante resaltar, como se muestra en la siguiente gráfica, que las claves catastrales que tienen de una a seis cuentas asociadas, representan 95.4 % de la demanda de agua potable, no siendo por tanto representativas, en cuanto a consumo se refiere las claves que tiene más de 7 cuentas y menos aún las que tienen más de cien cuentas, ya que son casos poco numerosos. Lo anterior quiere decir que a pesar de existir aún esta duplicidad de cuentas por clave catastral sus consumos no sobrepasan los promedios generales; descartándose así que sean casos importantes para analizar de manera detallada.

Gráfica 4.13 Aporte de las claves catastrales que tienen entre 1 y 6 cuentas al consumo de agua en la ciudad de Tijuana



Fuente: Elaboración propia con base en la evaluación del padrón de usuarios de la CESPT correspondiente a los datos consolidados del segundo semestre del año 2009.

Posterior a la identificación del aporte de las claves catastrales al consumo de agua en la ciudad, se construyó un parámetro que denominamos “Rango de Consumo Residencial” (RCR), con el propósito de clasificar el comportamiento del consumo para cada cuenta del servicio de agua. Como se detalla en la tabla 4.3, se establecieron diecisiete rangos que van desde cero volumen consumido hasta 30 mil metros cúbicos.

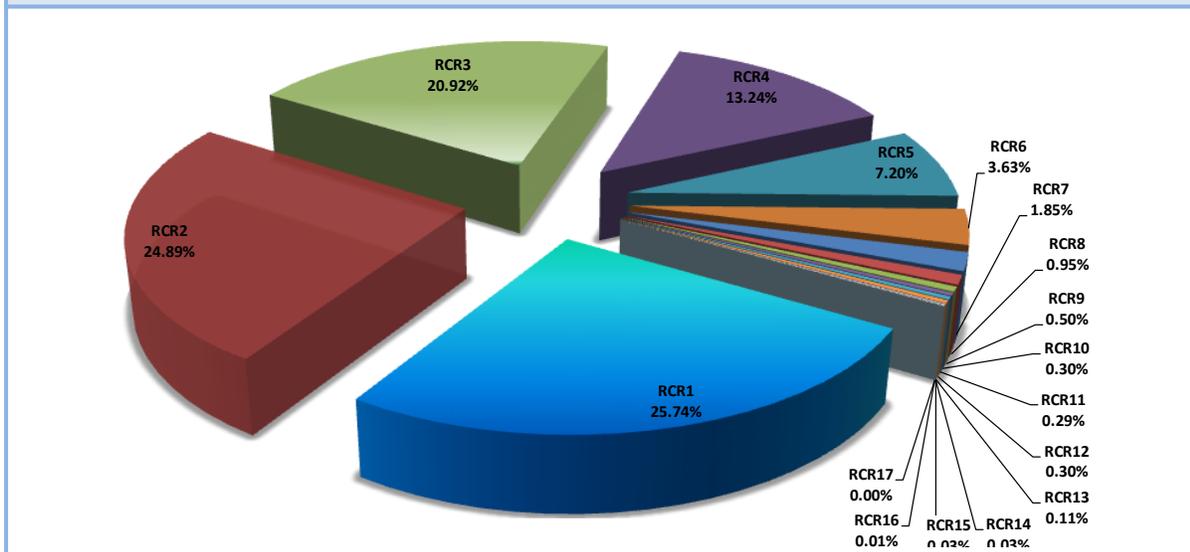
Tabla 4.3 Categorización del consumo de agua en los usuarios del servicio residencial

Rango de Consumo Residencial (RCR) m ³ /usuario-mes			Promedio de consumo m ³ /usuario-mes	Frecuencia	% de las cuentas por rango de consumo	% Por grupo de rangos	% del aporte de los 12 primeros rangos y los 5 últimos para el consumo
Código	De	Hasta					
RCR1	0	5	3	127,608	25.7%	92.0%	99.8%
RCR2	6	10	8	123,358	24.9%		
RCR3	11	15	13	103,696	20.9%		
RCR4	16	20	18	65,608	13.2%		
RCR5	21	25	23	35,707	7.2%		
RCR6	26	30	28	18,009	3.6%	7.2%	
RCR7	31	35	33	9,161	1.8%		
RCR8	36	40	38	4,730	1.0%		
RCR9	41	45	34	2,478	0.5%		
RCR10	46	50	38	1,492	0.3%		
RCR11	51	60	56	1,438	0.3%	0.6%	
RCR12	61	100	75	1,496	0.3%		
RCR13	101	200	137	554	0.1%	0.1%	0.2%
RCR14	201	300	244	140	0.0%		
RCR15	301	1,000	491	150	0.0%	0.0%	
RCR16	1,001	10,000	2,836	53	0.0%	0.0%	
RCR17	10,001	30,000	10,622	6	0.0%	0.0%	
TOTAL				495,684	100.0%	100.0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Esta clasificación por rangos permitió determinar que el mayor número de usuarios se concentra en los rangos RCR1 al RCR5, representando 92 % del total de cuentas del servicio de agua potable, seguido por los rangos del RCR6 al RCR10, con 7 %. Como se puede evidenciar en la gráfica 4.14, la influencia del resto de rangos sobre los volúmenes consumido es muy poco representativa. Lo que se traduce en que el consumo de agua por parte de la población tijuanense es bajo y que son pocos los usuarios que actúan como grandes consumidores.

Gráfica 4.14 Distribución de consumo de agua potable para el servicio residencial por rangos



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, pretendiendo establecer una relación entre estos rangos con una escala que refleje en la distribución espacial que tan alto o bajo es el nivel de consumo y su afectación a la población, se determinó con base en la dotación *per cápita*,⁴⁸ las categorías bajo, normal, media y alta de consumo (ver tabla 4.4).

⁴⁸ La dotación fue calculada como la relación del promedio de consumo entre en el índice de hacinamiento.

Tabla 4.4 Consumo *per cápita* y categorización de acuerdo a la clasificación por rangos de consumo

Grupo de rangos	Promedio de consumo m ³ /usuario-mes	%	lit/hab-día	Categoría
RCR1 a RCR2	5	50.630%	47	Bajo 
RCR3 a RCR5	18	41.359%	155	Normal 
RCR6 a RCR10	34	7.236%	299	Medio 
RCR11 a RCR14	128	0.732%	1122	Alto 
RCR15	491	"Picos de consumo irregular"		
RCR16	2,836			
RCR17	10,622			

Con el propósito de tener un marco de referencia para categorizar el nivel de consumo, se utilizó el estudio de la OMS (2003) "Cantidad de agua doméstica, niveles de servicio y salud" en el que se establecen los niveles de afectación al bienestar social de acuerdo a la dotación *per cápita* de agua. Con base en estos parámetros se reagruparon los rangos de consumo arrojando así la población que está por debajo y por encima de los consumos sugeridos por este organismo.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se detalla que 51 % de los usuarios del servicio doméstico en los últimos seis meses presentaron una dotación promedio de 5 m³; al relacionar este volumen con el índice de hacinamiento de la ciudad (3.8 habitantes por vivienda (INEGI, 2005)), se obtuvo un consumo *per cápita* de 47 lit/hab-día. Consumo que de acuerdo a los parámetros establecidos por la OMS (2003), puede ser clasificada como un volumen bajo, que compromete las prácticas adecuadas de higiene, con potenciales implicaciones negativas para la salud. Seguidamente están los usuarios que consumen 155 lit/hab-día, dotación de agua que permite satisfacer las necesidades básicas de consumo e higiene. Por lo tanto es claro que 92 % de los usuarios tienen un consumo *per cápita* de normal a bajo.

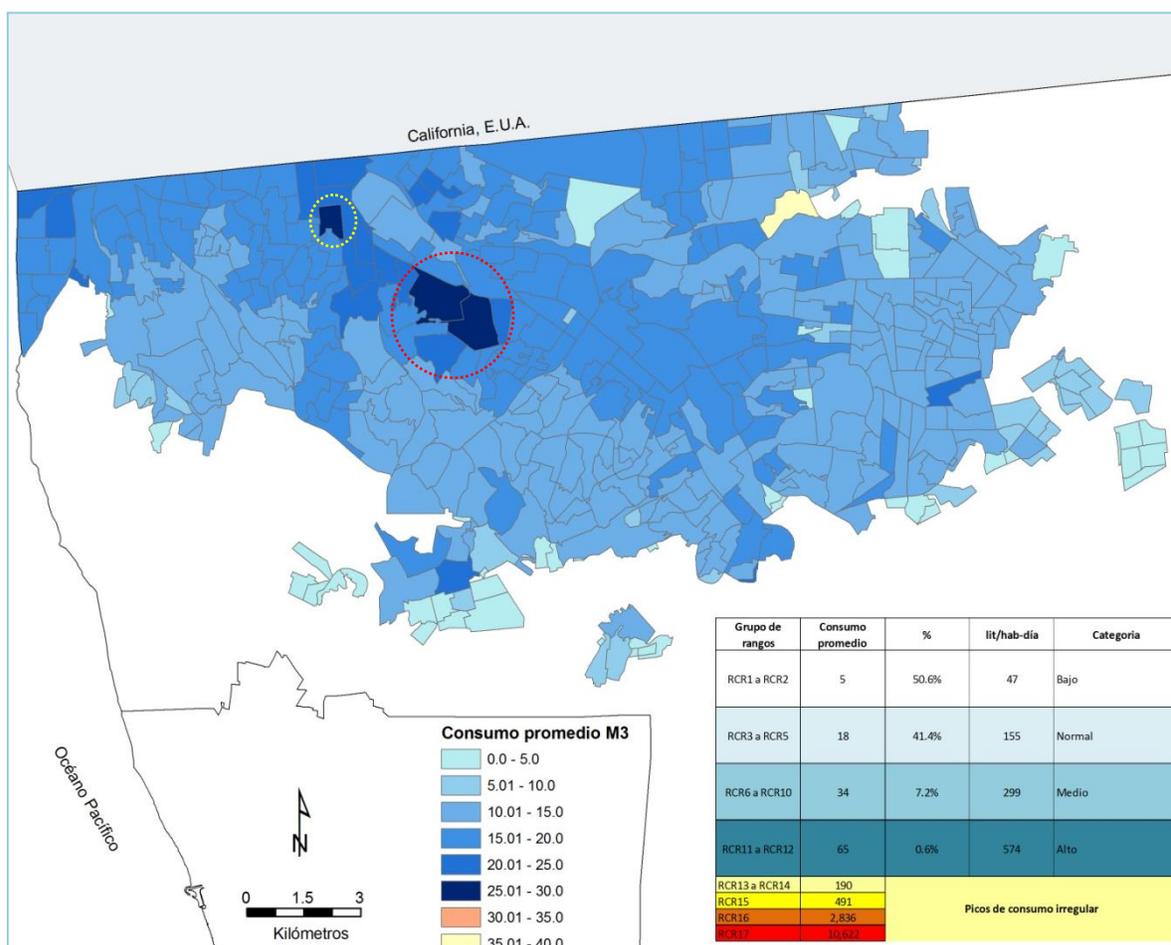
Representación de la distribución espacial del consumo

Partiendo del diagnóstico anterior, se realizó la representación cartográfica de los consumos en el espacio geográfico de la ciudad de Tijuana. Presentándose como principal dificultad, el trasladar los datos de las cuentas en la cartografía de la ciudad ya que no se encontró una ubicación en el espacio geográfico para 30 % de las mismas. Este problema se debe a que la cartografía del Departamento de Catastro del Ayuntamiento Municipal, no tiene actualizada las AGEB desde el año 2005, motivo por el cual nuevos asentamientos que están registrados como usuarios de la CESPT aún no están referenciados espacialmente por el municipio.

Por tanto, la representación del consumo de agua que se presenta en el mapa 4.3, corresponde al 70 % de los usuarios del sistema de agua potable del sector residencial, es decir 346,979 cuentas. Por lo que se puede afirmar que esta es una buena representación del comportamiento “real” del consumo para el período estudiado.

En términos generales se observa en la distribución espacial del consumo de agua, que los mayores volúmenes consumidos se localizan en el centro de la ciudad, reduciéndose en el avance de los asentamientos urbanos hacia las áreas periféricas. Se atribuyen como causas de este comportamiento, por una parte, al desarrollo espacialmente centralizado de la infraestructura hídrica, frente a un crecimiento lento en los últimos diez años de la capacidad del sistema hacia el sur y este de la ciudad. Y por otra parte, a la relación directa entre la condición económica de la población y su demanda de agua. Es decir, para el caso de Tijuana, la diferencia económica entre grupos sociales está directamente relacionada con su localización geográfica, cuando se vinculan estas dos variables con el nivel de consumo de agua.

Mapa 4.3 Distribución espacial del consumo de agua potable en la ciudad de Tijuana



Fuente: Elaboración propia.

En la ciudad se encontraron tres sectores con consumos altos, los cuales, representan menos del 1 % del total de los usuarios domésticos. Dos de estos sectores, señalados en el mapa 4.3 dentro del círculo rojo, están directamente relacionados con la concentración de asentamientos urbanos de alto nivel económico. En esta área se destacan colonias como Chapultepec, Hipódromo y Cacho, en las cuales son comunes el uso de agua para fines suntuarios como piscinas, mantenimiento de canchas y zonas verdes (ver foto 4.1 (1)).

La siguiente área de mayor consumo, encerrada en el círculo amarillo del mapa 4.3, tiene características socioeconómicas que no corresponden al comportamiento de grandes consumidores. Como se logró verificar, los altos niveles de consumo que disparan su

promedio general, están concentrados principalmente en lotes deshabitados o viviendas de muy baja condición económica (ver foto 4.1 (2)). Aunque se podría justificar este fenómeno en posibles clandestinajes o fugas de agua, no es del todo acertado, si se considera que son volúmenes extremadamente altos (entre 2,000 y 10,000 m³/usuario-mes), que indudablemente harían evidente el flujo del agua por las aceras o la localización de venta de agua en estas viviendas. Centrándose por tanto su causa en fallas de la lectura de los medidores por parte del operador del servicio.

Foto 4.1 Distribución espacial de consumos altos de agua en la zona urbana de Tijuana



En la primera foto se observa una vista satelital de la colonia Chapultepec, en la que se aprecia gran número de piscinas y áreas verdes que demanda el uso de mayores volúmenes de agua. La siguiente foto corresponde a una de las viviendas que registran mayor consumo y como se puede apreciar no tiene las características económicas de un gran consumidor.

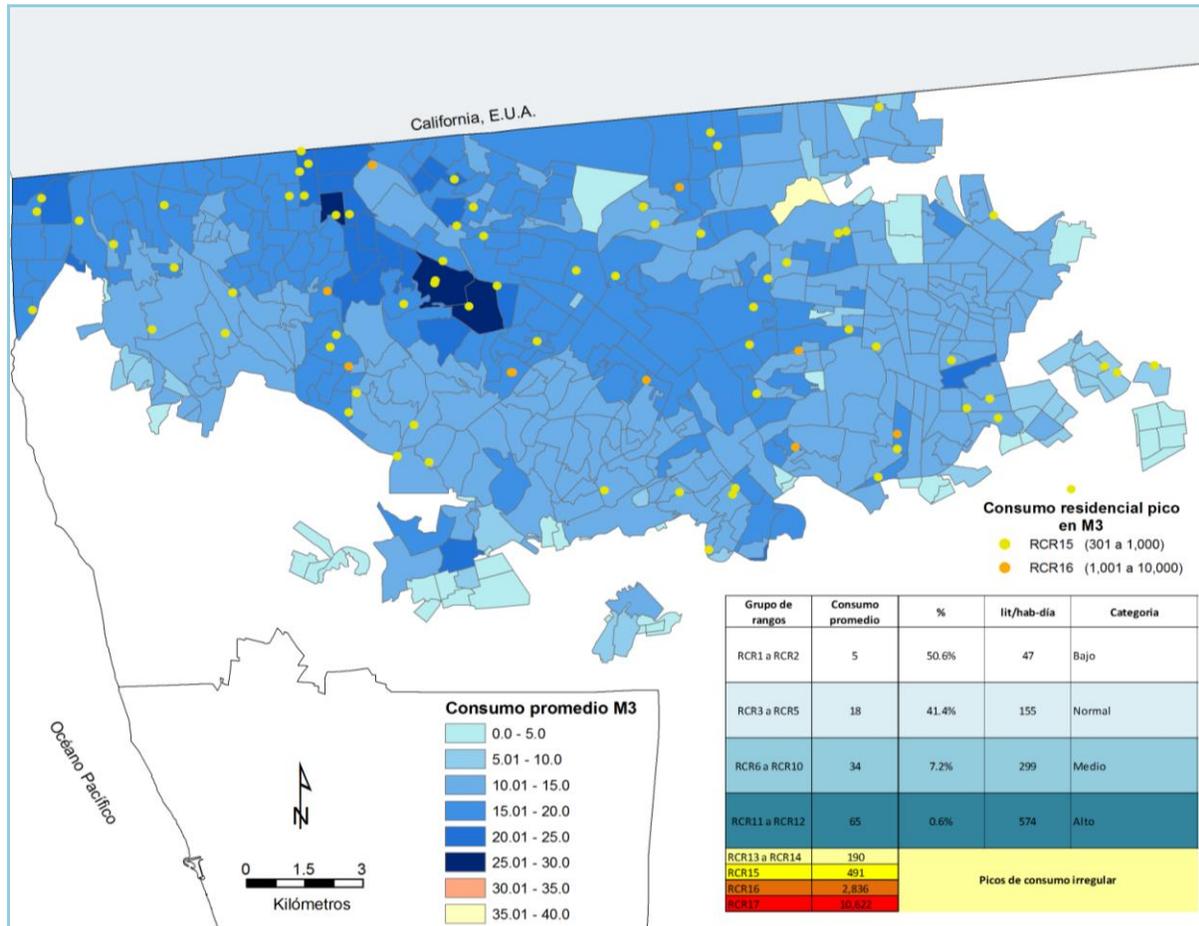
Fuente: La primera foto es una toma satelital plataforma geográfica de Google Earth y la segunda hace parte del registro fotográfico propio.

Los usuarios con consumo medio y normal representan 48 % del total de usuarios domésticos del sistema de agua potable. Su ubicación espacial en la zona urbana de la ciudad parte del centro y se desarrolla hacia las periferias. Es claro que entre más se aleja la población del centro de la ciudad menor es el consumo. Denotando esta distribución una relación entre el factor de localización y el nivel de consumo de agua. Lo cual se atribuye, en parte, a la condición de tenencia de la tierra y el nivel económico de la población, más que a la capacidad del sistema de agua potable. Si se tiene en cuenta que las condiciones de presión y continuidad del servicio no varían significativamente en esta área, podemos inferir que la población con menores recursos económicos, desarrolla un comportamiento de autorregulación para el ahorro o reducción en el uso del agua.

Por su parte, los usuarios con consumo mínimo se localizan en el extremo de la zona sur y este de la ciudad. Estos usuarios representan aproximadamente 51 % de las cuentas del sistema de agua potable y tienen un consumo promedio de 5 m³, que como se señaló anteriormente puede tener implicaciones en el bienestar sanitario de la población. En esta zona el incremento de la capacidad del sistema de agua potable no ha crecido al ritmo de la demanda. Los rezagos presentados en el 2003, son prácticamente equivalentes a los actuales para esta zona.

En cuanto a los usuarios categorizados dentro de los “Picos de consumo irregular”, es notorio que su consumo de agua con respecto al total de las cuentas es poco representativo, no obstante, sus consumos *per cápita* alarmantemente altos entre 500 y 10 mil, merecieron un análisis que explicara su comportamiento. La ubicación geográfica de estos usuarios en la ciudad, permitió determinar que contrario a lo esperado, no existe un patrón de localización asociado a estos picos de consumo. Como se observa en el siguiente mapa, los picos están dispersos por toda la ciudad, sin que exista una correlación entre los mismos.

Mapa 4.4 Distribución espacial de “picos de consumo irregular” de agua potable en la ciudad de Tijuana



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, las características de estos usuarios no son uniformes. En la zona norte de la ciudad los picos de consumo están ubicados en casas viejas, en la zona sur corresponden a lotes abandonados, en la zona oeste se localizan en un orfanatorio y edificios y finalmente los picos de la zona este están representados por edificios en construcción (ver fotos 4.2). Siendo por tanto diferentes las causas que motivan la representación de estos picos. Así por ejemplo, para el caso de los edificios en construcción corresponde al gasto de agua realizado para ejecutar la obra; en relación con las casas de bajos recursos económicos, desahitadas y lugares de beneficencia, se estima que sus causas están enfocadas principalmente en errores de lectura y registro del consumo por parte de la CESPT. No se encontraron evidencias que señalaran fugas o clandestinaje en los predios que representan picos de consumo.

Foto 4.2 Usuarios con “picos de consumo irregular” en el sistema de agua potable



En las fotos se observan usuarios que han registrado picos de consumo irregular de agua potable. En la primera foto se muestra una casa de bajo nivel económico de la zona norte, la segunda es un orfanatorio y la tercer corresponde a un edificio en construcción.

Fuente: Registro fotográfico propio.

Asimismo, es evidente que no existe una relación uniforme en cuanto a su distribución espacial ni a las características entre los usuarios que registran este tipo de demandas. Por tanto, estos casos están más orientados a señalar las fallas del operador del servicio en la actualización del padrón de usuarios, así como en el seguimiento y control de los consumos registrados como irregulares. De esta forma, se puede afirmar que los sobreconsumos encontrados para el período de estudio, no impactan el abasto de agua hacia un sector geográfico de la ciudad.

4.1.2 Acceso y consumo del agua potable en asentamientos irregulares

La ciudad se ha desarrollado de forma rápida y desordenada dejando detrás de sí, entre otros, un conjunto de problemas relativos a la carencia de servicios públicos, debido principalmente a la falta de regularización en la tenencia de la tierra (Alegría y Ordóñez, 2005). Este fenómeno ha contribuido a la marginación social por la inequidad en el acceso al agua en ciertas áreas geográficas de la ciudad, tema abordado por Méndez (1990) y Pombo (2004). No obstante, a pesar de la importancia su problemática no es vinculada de forma directa

La carencia de este proceso de legalización de hecho es una limitante para la prestación directa del servicio de agua potable por parte CESPT, motivo por el cual el organismo, como medida de

mitigación de la problemática, concesiona puntos de abasto de agua potable denominados como ‘garzas’. Puntos desde los cuales, las empresas operadoras de carros cisternas, mejor conocidos como ‘pipas’, se abastecen para distribuir el agua hacia las zonas irregulares (ver foto 4.3).

Foto 4.3 Asentamiento irregular al este de la ciudad de Tijuana y sistema de abasto a través de carros cisterna



La primera foto corresponde a un asentamiento irregular ubicado en el sector Valle imperial, donde aún no se cuenta con los servicios de agua potable ni alcantarillado. La segunda foto es una garza ubicada en el sector Valle Redondo para el abasto de las colonias irregulares El Niño, Ojos de Agua y una parte del Maclovio Rojas. En el sistema de garzas cuenta con micromedición para el control de la CESPT del volumen de agua abastecido.

Fuente: Registro fotográfico propio.

En relación a los costos de esta modalidad de abasto, es importante señalar que en la Ley de Ingresos se estipula anualmente las tarifas a cobrar por parte de la CESPT a los concesionarios de las garzas. Si bien esto implica una regulación anual del precio con una variación razonable en su aumento, no ocurre lo mismo en el precio de venta cobrado a los usuarios irregulares. Por ejemplo, para el 2005, la CESPT cobró al dueño de la concesión ‘garza’ un monto de \$8.58/m³, el cual por su parte cobraba al ‘pipero’ \$16.6/m³ y este finalmente lo vendía al usuario en \$30/m³. Trascurridos tan sólo cinco años, la variación de precios, como se detalla en la siguiente tabla, es de 42 % para el concesionario, 7 % para el pipero y 233 % para consumidor (ver tabla 4.5).

Tabla 4.5 Dinámica en los precios de venta de agua potable en los sectores irregulares

USUARIO		\$/m ³ (2005)	\$/m ³ (2010)
Inicial	Final		
CESPT	Usuario con agua potable	8.34	12.19
CESPT	Concesionario de la "Garza"	8.58	17.80
Concesionario de la "Garza"	Camión "Pipa"	16.60	21.00
Camión "Pipa"	Usuario sin servicio en asentamiento irregular	30.00	100.00

El cobro de la CESPT al usuario doméstico en el rango de consumo de 0 a 5 m³ para el mes de junio del año 2005 fue de \$ 41.68 y para el mismo mes en el año 2010 fue de \$60.93.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de los entrevistados de las colonias irregulares El Niño, Ojos de Agua y Maclovio Rojas.

De esta manera, comprar un metro cúbico de agua por parte de los usuarios de las 'pipas', representa llegar a pagar hasta ocho veces más en comparación con un usuario de la CESPT. Ya que mientras un usuario conectado al servicio paga para un rango de consumo mínimo -de 0 a 5m³- \$12.18 por cada metro cúbico, en contraste un usuario de zona irregular paga \$100 por el mismo volumen. Estos datos, pueden considerarse como generales para toda la población de los asentamientos irregulares, ya que como se logró determinar a través de entrevistas a los habitantes de estas zonas, la variación de precios entre uno u otro es mínima -alrededor de dos pesos-. Por tanto es claro que los consumidores de estas zonas, son finalmente quienes terminan pagando más por las carencias del servicio.

De igual forma, la presión que estos precios causa en la economía de la población se traduce en la reducción del consumo a su mínima posibilidad. Para un índice de hacinamiento de 4.13 -calculado con base en la composición familiar de los entrevistados-, frente a compras mensuales de sólo 1 m³ por vivienda, se obtiene una dotación de 8 lit/hab-día en la población;⁴⁹ volumen que de acuerdo a la OMS (2003) puede tener una implicación sanitaria de riesgo, más aún si se considera que en estos asentamientos se carece de sistema de drenaje.

⁴⁹ De acuerdo a las entrevistas realizadas estos habitantes compran mensualmente cinco tambos de agua, aproximadamente uno semanal, de los cuales cuatro son para aseo personal, limpieza y cocina, y uno es para lavado de ropa. Estos tambos tienen una capacidad de 0.2 m3. Por lo que mensualmente cada vivienda utiliza un metro cúbico de agua.

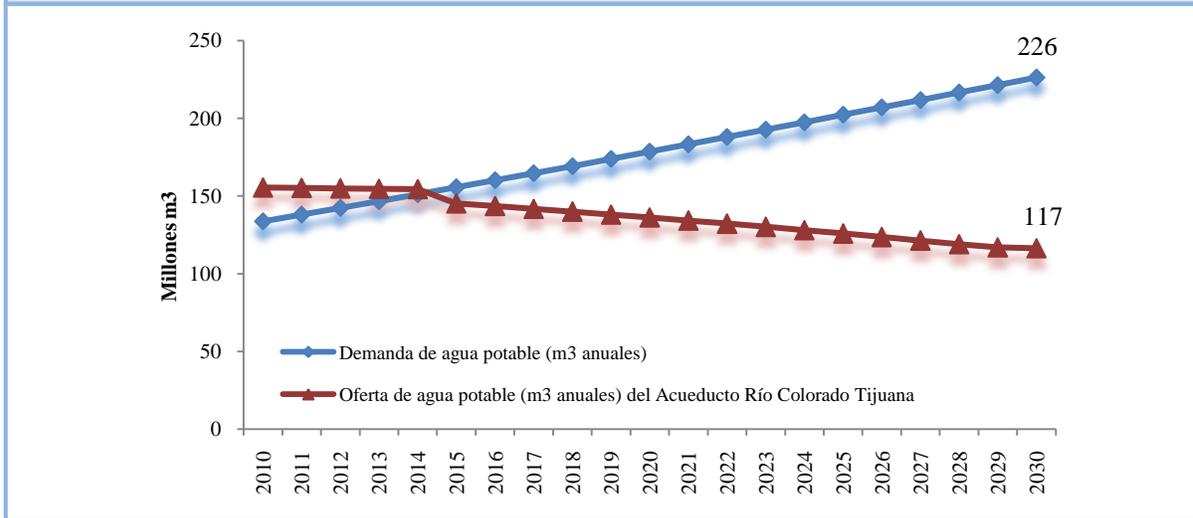
Estos asentamientos realizan descargas de aguas residuales que no tienen mayor control que el que ellos mismos implementan para alejarlas de sus viviendas. Como se logró determinar a través de charlas con habitantes de estas zonas, a pesar de que los mismos por cuestiones económicas, hacen reuso máximo del agua, finalmente terminan descargando parte de las mismas como aguas residuales sobre caños, arroyos intermitentes o simplemente las dejan correr por el frente de las casas, sin ningún tipo de tratamiento previo.

Finalmente, con miras a mitigar la inequidad social y los efectos ambientales presentes en estas zonas, podemos afirmar que es necesario que la CESPT de la mano con organismos gubernamentales y de la sociedad considere a este sector de la población dentro de la planeación de la oferta del servicio de agua y saneamiento.

4.1.3 Proyección de la oferta y la demanda de agua potable 2030

A lo largo del análisis presentado hasta este punto ha sido evidente que la respuesta ante las crecientes demandas del servicio, corresponde a la ampliación de la capacidad a través de la construcción de infraestructura hídrica. Bajo esta dinámica actualmente se está desarrollando el proyecto “Conducción y ampliación de la capacidad del Acueducto Río Colorado Tijuana” con el que se espera aumentar el volumen de extracción de 4 m³/seg a 5.3 m³/seg. Esta ampliación de acuerdo al Ing. Durán, garantizaría el suministro de agua para la ciudad de Tijuana hasta el 2017 y beneficiará a 500 mil familias, no obstante, al realizar el análisis de oferta y demanda, es claro que la capacidad del sistema será rebasada mucho antes (ver gráfica 4.15).

Gráfica 4.15 Proyección de la oferta y demanda futura de agua potable del Sistema CESPT para el horizonte del 2010 al 2030



La demanda la calculamos de la siguiente forma: [(población de Tijuana y Rosarito de acuerdo a INEGI + población flotante * tasa de crecimiento (1.03) datos tomados de la CESPT) * consumo *per cápita* (211 lit/hab-día) el cual corresponde al promedio de los últimos 10 años] además a esto se le adicionó el agua que es utilizada para abastecer a la población ubicada en asentamientos irregulares. Este último cálculo se realizó a través de estimaciones de recarga diaria de ‘pipas’ con base en las entrevistas realizadas y el número de ‘garzas’ distribuidas por la ciudad, las cuales son 25 de acuerdo a la CESPT.⁵⁰ Los datos de oferta fueron tomados de la CESPT.

Fuente: Elaboración propia con base en información del INEGI (2005) y la CESPT (2003).

Teniendo en cuenta que para la ampliación de esta cobertura fue necesaria la inversión en obra por 1,200 millones de pesos y la mayor presión sobre los ecosistemas de agua por el aumento en sus niveles de extracción; claramente, frente a su baja cobertura en el corto tiempo, se puede afirmar que no es ambientalmente sustentable.

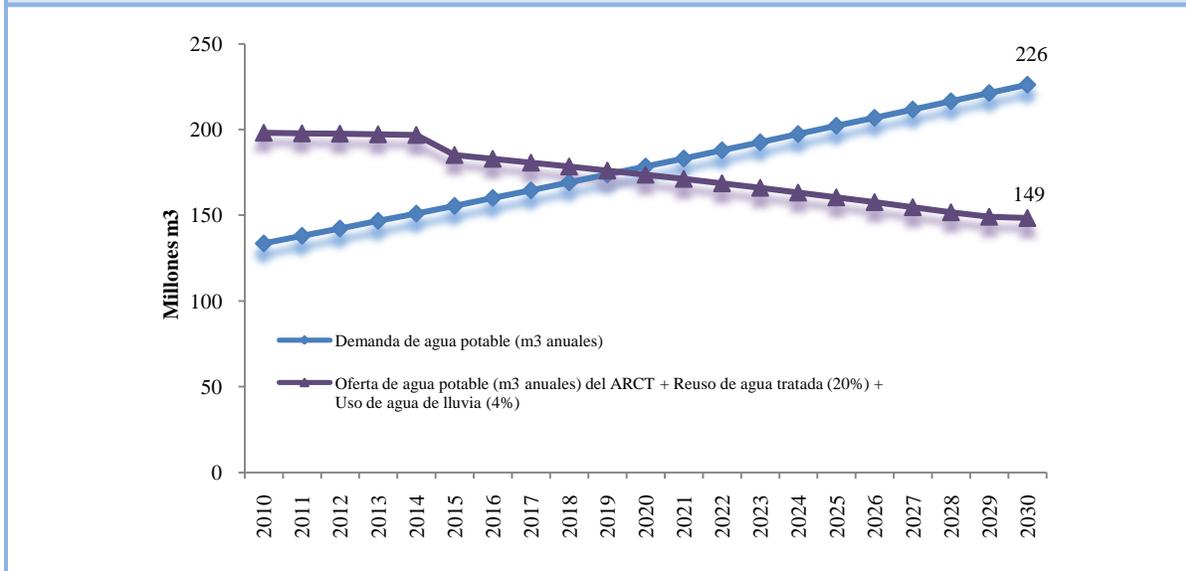
Asimismo, en términos futuros es evidente que las demandas para el 2030 de aproximadamente 2,877,873 habitantes (INEGI, 2005), requerirán de una oferta superior al 80 % de la actual ampliación del acueducto. Si se tiene en cuenta que los acuíferos están llegando al límite de sobreexplotación y que no se cuenta con otras fuentes de agua, es lógico suponer la mayor dependencia al río Colorado. Por lo que siguiendo el actual modelo de gestión, se

⁵⁰ El cálculo del consumo de agua en la población irregular, se estimó multiplicando el número de garzas de la CESPT por la cantidad promedio de carros que recargan en las garzas, multiplicándose con esto el volumen de recarga promedio y finalmente se multiplica por el total del días del año. De acuerdo a los concesionarios de las garzas entrevistados, diariamente recargan diez carros cisterna, cuatro veces al día, con un promedio de 4 m³ de capacidad por cada pipa.

requerirá para el 2014 proyectar una nueva ampliación del acueducto, llegando así a una capacidad cercana a los 9 m³/seg. Estos volúmenes de agua exigirán una gran gestión de negociación del organismo operador y de las autoridades municipales para lograr mayores concesiones de agua, frente a un panorama que limita las posibilidades de mayores accesos, por la gran competencia y posibles disputas por el líquido.

Por tanto, este tipo de reflexiones exigen mirar hacia nuevas formas alternativas de abasto que sean eficientes en el largo plazo y que además contribuyan a reducir la sobredemanda de los recursos hídricos. Como ejemplo de esto, en la siguiente gráfica, se construyó una oferta en la que se adicionó a la producción de agua del acueducto, el aprovechamiento de 20 % del reuso de agua tratada, con lo que se lograría aumentar la capacidad del sistema a un horizonte de diez años.

Gráfica 4.16 Proyección de la oferta y demanda futura de agua potable del Sistema CESPT para el horizonte del 2010 al 2030, con la vinculación de fuentes alternativas de



En la gráfica la curva de color morado representa el comportamiento de la oferta del servicio de agua potable a través de la reintegración de fuentes alternativas como el agua tratada y el agua de lluvia. La curva azul representa la demanda del servicio de acueducto. Es evidente que la reintegración de agua residual en bajas proporciones contribuiría a mantener la capacidad del sistema en un mayor período de tiempo en comparación con el comportamiento presentado en la gráfica anterior.

Fuente: Elaboración propia con base en información del INEGI (2005) y la CESPT (2003).

De lo planteado se resalta que a través de bajos niveles de aprovechamiento de fuentes alternativas de agua se puede obtener buenas eficiencias de cobertura en el mediano plazo, con menores costos ambientales y económicos, en comparación con las soluciones tradicionales. Sin embargo, este tipo de aprovechamientos requerirán de un efectivo proceso de sensibilización social que haga factible su aceptación.

4.1.4 Conclusiones y discusión

En Tijuana en las últimas dos décadas el aumento de la producción, cobertura y la continuidad del servicio de agua, se han caracterizado por ser un esfuerzo dirigido hacia la constante búsqueda de un mayor acceso a las fuentes de agua. Condición que ha permitido articular una gestión fundamentada en la oferta del servicio, en la cual, la planeación y el aprovechamiento de los recursos hídricos de la ciudad son abordados desde una visión cortoplacista y reactiva.

La visión cortoplacista de la gestión ha conducido en Tijuana a la construcción de infraestructuras ineficientes, de las cuales la dinámica de las demandas ha superado rápidamente su capacidad física instalada, así como los volúmenes de agua producidos. Esto ha generado la mayor dependencia a las fuentes de agua externa de la ciudad, con el uso de más del 96 % de agua del río Colorado. Dependencia que bajo las condiciones de crecimiento poblacional y aumento de las demandas del servicio (gráfica 4.12), frente a una disponibilidad finita de agua representa una amenaza con inminentes límites al incremento poblacional y económico de la región.

Por lo tanto, la visión de la oferta a través del aumento de volúmenes de extracción de agua no ha logrado orientar su manejo hacia estructuras eficientes en la reducción de pérdidas y el ahorro del recurso. Por el contrario, el organismo durante los últimos veinte años ha arrastrado pérdidas de agua que no ha podido subsanar a pesar del incremento de infraestructura y la implementación de estrategias de medición (ver gráfica 4.6).

Asimismo, a pesar de que los índices de pérdidas en Tijuana son eficientes en comparación con la media nacional, a la luz de la escasez de las fuentes de agua de la región, se debe

plantear la discusión sobre que tan eficiente pueden ser estos niveles de pérdidas considerando que para el caso de Tijuana volúmenes mínimos representan ineficiencias económicas y técnicas para el organismo, así como una problemática socio ambiental por la presión a las fuentes de agua y la reducción de reservas del recurso para futuras generaciones.

En relación a la tendencia del consumo y demanda del servicio es interesante notar que refleja un comportamiento decreciente (ver gráfica 4.7), que claramente contrasta con el incremento de la producción de la CESPT (ver gráfica 4.4). Esto se debe a que a pesar del aumento en el número de usuarios, los niveles de los consumos *per cápita* en lugar de incrementarse han tenido una tendencia a la reducción. Es decir, los usuarios han reducido constantemente el consumo. Las causas principales de este comportamiento están relacionadas directamente con el incremento de la tarifa. Sin embargo, se interpreta que dicho fenómeno podría ser además asociado con comportamientos de autorregulación de los usuarios. En todo caso, este comportamiento debe ser visto como una oportunidad para el desarrollo de políticas de concientización enfocada en la reducción del consumo.

La centralización de la infraestructura en el área céntrica de la ciudad y el crecimiento lento de la cobertura hacia los extremos de la periferia, han conducido a la inequidad social en el acceso y consumo de agua de la ciudad. Mientras que en la área céntrica y norte se ubican los usuarios con mayores volúmenes de consumo, es hacia las periferias donde el uso de agua se reduce hasta llegar al desabasto total. Por tanto, se encuentra una relación directa entre la demanda del recurso agua con la localización socio espacial de los usuarios y su nivel económico.

Otro factor asociado con la distribución espacial del agua en la ciudad es su mayor impacto sobre la población ubicada en los asentamientos irregulares. La carencia de acceso al servicio condiciona a que esta población pague más por el agua (ver tabla 4.5), lo que a su vez conduce a la reducción de su consumo a límites que pueden representar riesgos para la salud, contribuyendo así a la reproducción de los niveles de inequidad social en esta población.

Con respecto a lo anterior se debe discutir sobre la eficiencia “real” de la cobertura del sistema. A pesar de que el organismo presenta coberturas del 98.36 % es evidente la permanencia de indicadores de rezago del servicio, de pérdidas físicas de agua, al igual que la falta de vinculación de aspectos sociales como la presión ejercida al sistema por la población localizada en asentamientos irregulares y aspectos ambientales como el deterioro de las fuentes de agua. Por tanto, es claro que se podría estar ante indicadores de eficiencias que ocultan factores de inequidad social y de afectación a los recursos hídricos.

De manera general se observa que la dinámica hídrica en la que está envuelta la gestión de abasto y distribución de agua potable en la ciudad, se desarrolla sobre la concepción lineal de oferta y demanda del servicio. Es decir, contrario a la vinculación de objetivos claros para la conservación y el uso eficiente del agua, la gestión se ha orientado hacia la búsqueda de nuevas fuentes y mayores volúmenes de explotación. Condición que se ha traducido en la ciudad de Tijuana en el manejo insustentable del agua caracterizado por su desperdicio y la inequidad social en la distribución del servicio.

4.2 Alcantarillado, saneamiento y reuso de las aguas residuales tratadas

En el presente apartado se analizan las implicaciones del manejo de las aguas residuales en el balance hídrico urbano de la ciudad, en escenarios presentes y futuros. Para cumplir con este objetivo el análisis se abordará a través de tres componentes.

El primero incluye un análisis del sistema de recolección, transporte y alejamiento de las aguas residuales, el cual aborda cronológicamente los aspectos más relevantes de su gestión local; y estudia la tendencia de la cobertura y el grado de eficiencia del sistema para la recolección de las aguas negras. El segundo se refiere al tema de saneamiento, integrando una breve referencia histórica de su proceso evolutivo y evaluación de la capacidad actual y futura del tratamiento de las aguas residuales. Finalmente, en el tercer componente se expondrán las iniciativas y logros que tiene el reuso de las aguas residuales en la ciudad, destacando las asimetrías entre los esfuerzos dirigidos hacia la construcción del sistema de alcantarillado y

saneamiento con respecto a la búsqueda de alternativas eficientes de reintegración de las aguas residuales al ciclo urbano del agua.

Antes de iniciar es importante señalar que, aunque el estudio se centra en la ciudad de Tijuana, parte de la información referenciada es de carácter binacional. Debido a que la dinámica de la cuenca en la que se encuentra inmerso el sistema de drenaje natural de las aguas, no sólo no responde a límites fronterizos, sino que además su influencia ha sido determinante para el direccionamiento de la gestión de las aguas residuales del lado mexicano.

4.2.1 El sistema de recolección, transporte y alejamiento de las aguas residuales

4.2.1.1 Desarrollo del sistema de drenaje y alejamiento de las aguas residuales

Entre los años treinta y setenta las ciudades de Tijuana y San Diego presentaron un fenómeno de crecimiento acelerado, tanto en materia demográfica como industrial, lo que contrastó con la falta de planeación e infraestructura social, principalmente en el caso de México (Ojeda y Espejel 2008). La deficiencia en la prestación de los servicios de agua potable fue notoria, pero más crítica aún la falta de un sistema de alcantarillado y saneamiento eficiente que se desarrollara paralelamente al abasto de agua potable.

Lo anterior, aunado a la escasa inversión, sobrepasó rápidamente la capacidad instalada del sistema de alcantarillado mexicano, circunstancias que permitieron el incremento en los volúmenes de las descargas de aguas residuales que, sin tratamiento previo, escurrían por los cauces y cañones naturales, contaminando la zona fronteriza, el río Tijuana y el ambiente costero de California y Baja California (CESPT, 2006).

Este rezago se debió a la gestión orientada prioritariamente hacia el abasto de agua potable, que imperó en la ciudad durante más de cuarenta años. La construcción del primer sistema de alejamiento de aguas residuales inició en la década de los sesenta en un contexto regional de crecimiento no sólo poblacional sino también de infraestructura de potabilización, que había iniciado su auge desde finales de la década de los años veinte. La infraestructura hidráulica de

saneamiento instalada consistió principalmente en estaciones de bombeo y canales de conducción, que tenían como objetivo el alejamiento⁵¹ de las aguas residuales y su descarga en el Océano Pacífico. En sus orígenes no se consideró al saneamiento como una de las etapas complementarias de la gestión de aguas residuales debido, en parte, a que el rápido crecimiento presionaba hacia soluciones inmediatas para el alejamiento de estas aguas.

En este contexto general, si se observa la evolución cronológica del sistema de aguas residuales, encontramos que el primer sistema de alejamiento fue construido en 1962, como resultado de la presión al gobierno mexicano por su contraparte estadounidense, para el control efectivo de las aguas residuales vertidas sobre la zona fronteriza. En este año se construyó la estación de bombeo PB-1 y un colector principal para el transporte y descarga sin previo tratamiento en el arroyo de San Antonio de Los Buenos (CESPT, 2006). Debido a las deficiencias en la operación del sistema de bombeo y la falta de mantenimiento del colector central, en 1975, se pactó con las autoridades americanas la “Línea internacional de desagüe de emergencia” (CESPT, 2006), conexión que tenía como propósito evitar el vertimiento de aguas negras sobre la frontera en la eventualidad de presentarse una falla en el sistema de alcantarillado de la ciudad.

Continuando con el interés de recolectar y alejar las aguas residuales, en 1978 la Secretaría de Recursos Hidráulicos invirtió en la construcción de un sistema de alejamiento, que para 1980 fue complementado por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Ambas iniciativas estaban enfocadas a continuar la conducción de las aguas hasta el arroyo San Antonio de Los Buenos. Más adelante, en 1984, la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, firma un crédito⁵² con el Banco Interamericano de Desarrollo, BID y el Banco

⁵¹ El alejamiento es la conducción de las aguas residuales recolectadas de todo el sistema hacia algún punto de descarga. En el inicio de la operación de los sistemas de alcantarillado de la ciudad, este alejamiento concluía con la descarga de las aguas residuales al Océano Pacífico, sin ningún tipo de tratamiento previo, actualmente este alejamiento está conectado a un sistema de tratamiento, con regulares pero bajos vertimientos directos.

⁵² De acuerdo con el Plan maestro de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la ciudad de Tijuana de 1993 (CESPT, 1993), los contratos firmados, equivalentes a un monto US\$46.4 millones de dólares, fueron utilizados para la ampliación de la cobertura de agua potable y de forma complementaria en proyectos de alcantarillado. El objetivo en cuanto al sistema de drenaje era dotar de una infraestructura capaz de captar 100 % de las aguas servidas y el incremento proyectado para 1998 de las nuevas demandas de agua potable; concluyéndose con la construcción de dos interceptores paralelos al río Tijuana, denominados Oriente y Poniente, dieciséis colectores de 73 km y un total de 16 redes con 49 km.

Nacional de Obras y Servicios Públicos, BANOBRAS (CESPT, 1993), que tuvo como objetivo el apoyo al proyecto “Tijuana I” para la ampliación de la red urbana de recolección y la construcción de canales de alejamiento de las aguas residuales a la Planta San Antonio de Los Buenos. Esta planta representa formalmente el primer sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad, puesto en operación en 1987, casi cuatro décadas después de la construcción del primer sistema de alejamiento de aguas residuales.

Para 1985, diez años más tarde de la construcción de la conexión de emergencia, Tijuana utilizaba la capacidad máxima de vertimiento, disponiendo diariamente de un aproximado de 15 millones de galones de aguas residuales (CESPT, 1993). En 1986, San Diego decide cancelar este acuerdo, lo que obliga a Tijuana a construir nuevos sistemas de bombeo hacia México. La conexión de emergencia siguió activa por unos años más en los que se descargaban bajos volumen de aguas residuales. Actualmente, esta conexión sigue habilitada pero cumple la condición de sólo ser utilizada en casos de emergencias.⁵³

A pesar de contar con diferentes sistemas de alejamiento y la conexión de emergencia binacional, para inicios de los noventa Tijuana, seguía siendo incapaz de controlar sus descargas de aguas servidas. Se presentaron casos críticos de contaminación como el derrame de 1983 que afectó las áreas fronterizas y sus playas, siendo considerado por Sánchez (1988) como el peor vertimiento de aguas residuales de Tijuana sobre la frontera.⁵⁴ Esta situación fue causada, según manifiestan algunos funcionarios de la CESPT, por ineficiencias en la operación del sistema de bombeo.⁵⁵ Su afectación incluyó la contaminación del Estuario del río Tijuana, el deterioro de las playas de Imperial Beach y la afectación de la población de la ciudad de San

⁵³ El Ing. Juan Antonio Medina Parra, Jefe del Departamento de Control de descargas de la Subdirección de Saneamiento, CESPT, afirma que la conexión de emergencia, no es utilizada regularmente como se solía hacer hace algunos años, lo cual adjudica al mejoramiento de las obras y operación del sistema de alcantarillado.

⁵⁴ La recurrente incapacidad de Tijuana en el control de las aguas residuales, encontró su punto máximo en el año 1983, cuando las deficiencias en operación del sistema de bombeo y la ruptura del colector, causaron el vertimiento de 5 millones de galones diarios de aguas residuales por día, sobre la zona fronteriza y áreas aledañas; situación que se recrudeció con la descarga de aguas servidas sobre los cañones que drenan al río Tijuana (Sánchez, 1988).

⁵⁵ Además, manifiestan que existen otros factores ajenos al organismo que han contribuido a la ocurrencia de derrames en la frontera. Entre los más importantes, está el ineficiente servicio de energía que afectaba la operación del sistema de bombeo, así como eventos lluviosos irregulares, que sobrepasaron su capacidad.

Diego, lo que incrementó la presión estadounidense al gobierno mexicano para la búsqueda de soluciones eficientes al manejo de las aguas negras (Sánchez, 1988).

Aunado al problema señalado de la contaminación física, las descargas de aguas servidas amenazaban, de igual forma, la calidad de los ecosistemas de la región y el bienestar social. Ganster (1990), señala que monitoreos realizados en ese entonces, detectaron metales pesados, pesticidas y otros contaminantes químicos a lo largo de la zona costera, desde Ensenada hasta San Diego, afectando las especies marinas y potenciando el impacto a la salud humana. Sánchez *et al.* (1999), por su parte, además de exponer la amenaza de contaminación del agua superficial y subterránea por el derrame de las aguas servidas, advertía su influencia en la afectación de la salud de la población tijuanaense, donde la incidencia se acentuaba en la presentación de enfermedades de sectores de menores ingresos.

De acuerdo con el Ing. Oscar Romo,⁵⁶ otros factores como la disparidad en la zona fronteriza con respecto a la rigurosidad de las leyes, el nivel de recursos económicos y las prioridades en el uso del agua, han puesto a Tijuana en una condición de desventaja en cuanto al manejo de las aguas residuales. Por tanto, manifiesta que la ciudad carece de liderazgo en el abordaje del problema así como de capacidad para establecer relaciones con su contraparte estadounidense.

Así, para subsanar los recurrentes problemas en torno al sistema de drenaje y en gran medida para dar respuesta inmediata a las demandas sanitarias por parte de San Diego, Tijuana intensificó su gestión para el desarrollo de infraestructura de drenaje. En el marco de los tratados binacionales, en 1997 se firma el Acta de la CILA No. 298, en la que se estableció la construcción de obras de alejamiento paralelas al sistema de bombeo y disposición de aguas residuales de la ciudad de Tijuana.⁵⁷ Posteriormente en 1999 con fondos del Crédito Japonés, como comúnmente se le conoce al apoyo financiero adquirido con el Banco Japonés para la

⁵⁶ Esta información fue obtenida a través de entrevista personal. El Ing. Oscar Romo es coordinador del programa de cuenca, de la Reserva Nacional de Investigación del Estero del Río Tijuana.

⁵⁷ El objetivo de estas obras era actuar como canal de conducción de los volúmenes excedentes de aguas residuales que no se tiene la capacidad de tratar en las plantas de tratamiento de las aguas residuales ya sea por el aumento del caudal por los usuarios o por aportes de aguas de lluvias.

Cooperación Internacional (JBIC)⁵⁸ se proyecta la ampliación de la cobertura del sistema de alcantarillado, aproximadamente 43 % de la inversión está dirigida hacia este propósito.

Como consecuencia de la ampliación del sistema de drenaje, para finales de los noventa se redujo el escurrimiento de aguas negras sobre los cañones naturales y por tanto, la descarga de aguas servidas sobre la línea fronteriza (CESPT, 2006). Se eliminaron puntos directos de descarga de aguas residuales ubicados en Playas de Tijuana y Rosarito que provocaban la contaminación del Océano Pacífico y el transporte de contaminantes a las playas de Border Field y de Imperial Beach.

A pesar del amplio desarrollo de la infraestructura de alcantarillado, para principios del año 2000 las acciones implementadas aún no lograban una solución definitiva a la problemática de las aguas residuales, situación claramente expuesta en el diagnóstico del sistema de alcantarillado, presentado en el Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento en los Municipios de Tijuana y Playas de Rosarito. En este estudio, realizado en el 2003, se hacen evidentes los problemas de rezago e ineficiencia en la prestación de este servicio.

En síntesis, transcurrido más de medio siglo, desde el inicio del primer sistema de alcantarillado, han sido notorios los esfuerzos en la ciudad de Tijuana para mejorar su capacidad de recolección y transporte de las aguas residuales. Sin embargo, predomina una lógica reactiva en la que se solucionan los impactos inmediatos de esta problemática, sin considerar sus implicaciones a largo plazo. De igual forma, es notorio como en la mayor parte de la historia del manejo de las aguas residuales, se ha hecho énfasis en el alejamiento de las aguas servidas, obviando durante largo tiempo la necesidad de su saneamiento eficiente y más aún de su reaprovechamiento. La gestión de las aguas residuales en Tijuana se ha desarrollado con una visión cortoplacista y segmentada.

⁵⁸ Los fondos de el Crédito Japonés fueron utilizados por la CESPT como palanca financiera para aumentar la cobertura del servicio de alcantarillado y la capacidad de tratamiento de las aguas residuales, proyectándose para el 2007 la construcción de 3 plantas de tratamiento, que incrementarían el volumen tratado a un 33 %, para una capacidad total del 100 % en el saneamiento de las aguas residuales, esto bajo la eficiencia máxima de la operación de diseño (CESPT, 2006). Sin embargo, en la actualidad sólo dos de estas dos plantas han sido puestas en operación, Monte de Los Olivos y La Morita, sin que aún trabajen a su máxima capacidad, por otra parte, dado el rápido crecimiento población su capacidad proyectada de saneamiento ya fue superada por el aumento de vertimientos de agua residual.

4.2.1.2 Análisis de la infraestructura actual

La red de alcantarillado de la ciudad se desarrolló haciendo uso de la topografía natural de la Cuenca del Río Tijuana. El sistema opera en su mayor parte por gravedad, lo que ocasiona que el escurrimiento de las aguas residuales de la ciudad y otros aportes -por infiltración, precipitación, descarga de agua tratada y confluencia del río Alamar- sea dirigido hacia el cauce principal del río Tijuana, área desde la cual esta agua es interceptada y transportada hacia las plantas de bombeo, denominadas PB-CILA y PB-1 ubicadas en el punto más bajo de la cuenca, en límites con la frontera estadounidense (ver mapa 4.5).

Mapa 4.5 Red primaria del sistema de alcantarillado de Tijuana



En el mapa se observa como el sistema de alcantarillado se desarrolla sobre la topografía de la cuenca del río Tijuana. Teniendo como punto más bajo las inmediaciones con la frontera de Estados Unidos. Los puntos rojos señalan los drenes naturales Cañón del Sol, Matadero, las Cabras y los Laureles que permiten el escurrimiento de aguas lluvias y residuales del lado mexicano a Estados Unidos. De igual forma en la gráfica se presentan los diferentes aportes de aguas residuales, de lluvia, tratadas y de infiltración que finalmente confluyen al río Tijuana

Fuente: Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, (CESPT, 2003), con señalizaciones propias.

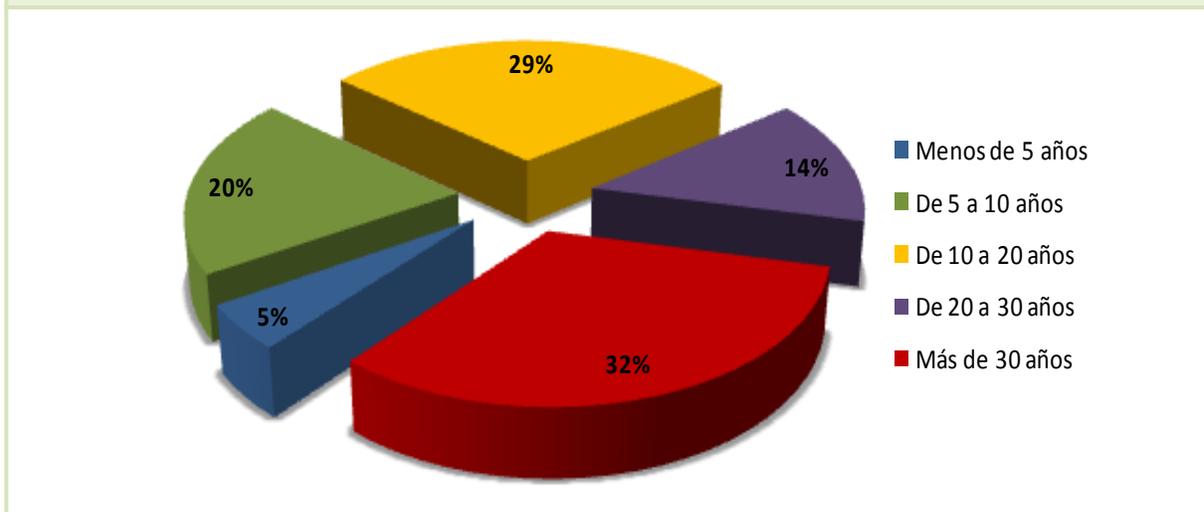
Las líneas de conducción por bombeo son utilizadas para el alejamiento de las aguas servidas hacia las diferentes Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). En los períodos de lluvia los sistemas de bombeo no son puestos en operación, dejando correr libremente las aguas residuales por los interceptores, para su final descarga, sin previo tratamiento en el Océano Pacífico. Esta situación no es muy recurrente dados los bajos eventos lluviosos en la ciudad, no obstante, sí son continuas las fallas operativas en los sistemas de bombeo. En el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado del 2003, se señalaba como las plantas PB-1, Matadero (PB-3), Laureles y PB-CILA, en períodos de lluvia rebasaban su capacidad de bombeo, derramando agua residual sobre la línea fronteriza (CESPT, 2003).

Dentro de la configuración del sistema de alcantarillado, existe una red de drenes naturales a lo largo de la frontera, compuesto por el Cañón del Sol, Matadero, las Cabras y los Laureles (ver mapa 4.5). En estas zonas de condición económica baja, donde los controles de urbanismo son laxos, se construye de manera incontrolada, lo cual aunada a deficiencias en la prestación de servicios de alcantarillado (taponamiento, rupturas, obsolescencia) y aseo, contribuye a que se arrastre gran cantidad de residuos y aguas negras sobre los cañones. En el período de lluvias este problema se intensifica excediendo la capacidad de recolección de las aguas negras, escurriendo directamente al cauce río Tijuana.

La capacidad de la red de drenaje se ve reducida por la falta de cobertura hacia ciertas áreas de la ciudad y la antigüedad de las líneas de conducción. Las tuberías del sistema de alcantarillado se concentran en las áreas ubicadas sobre el cauce del río Tijuana, con rezago en su distribución en la zona sur y este de la ciudad. Este sistema originalmente diseñado para un gasto de operación ha sido rápidamente superado por la demanda del servicio, sobrecargando la capacidad de recolección y transporte, al tiempo que aumenta la cantidad de fallas, fracturas y obsolescencia de la red.

Las tuberías tienen una longitud aproximada de 2,564 km, son principalmente de cemento y PVC; y cerca del 50 % de las mismas han rebasado su vida útil, representando riesgos por fugas y derrames de aguas negras, con la posible contaminación del agua, el suelo y la desestabilización de terrenos por procesos de infiltración (ver gráfica 4.17).

Gráfica 4.17 Antigüedad de la red de alcantarillado

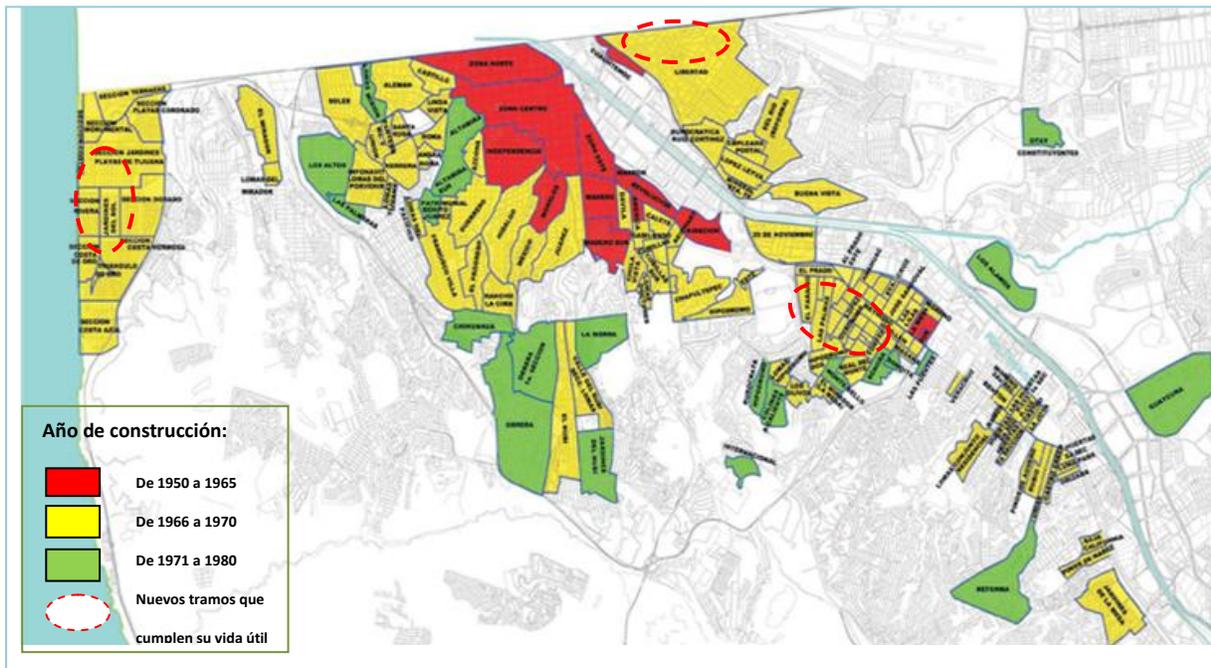


Fuente: Elaboración propia con base en información del Departamento de Control y Operación de la CESPT.

Como se observa en la gráfica anterior, cerca de la mitad de las tuberías de la ciudad tienen más de 20 años de uso, lo que indica una mayor probabilidad de obsolescencia y problemas en el sistema de alcantarillado. Las redes han cumplido su vida útil en 32 % y 14 % está próximo a cumplirla, situación que requiere de un gran compromiso en planificación e inversión por parte del operador para la reposición y mantenimiento de la red. El cumplimiento de la vida útil de las tuberías representa un mayor riesgo de deterioro, fractura y derrumbamiento y por tanto de contaminación ambiental por la ocurrencia de fugas y derrames de aguas servidas.

La tubería del área céntrica de la ciudad es la más antigua, su incorporación se realizó hace más de 60 años; la siguiente en antigüedad es de 40 años, ubicada en el centro-norte de la ciudad; siendo la más reciente de 30 años, dispersa en tramos hacia el oeste y el sur.

Mapa 4.6 Vida útil de las tuberías de la red de alcantarillado, 2009



En el mapa se muestra la vida útil del sistema de alcantarillado. El color rojo representa la tubería con más de 50 años de antigüedad; el amarillo con más de 30 años y el verde corresponde a la tubería que ha cumplido 20 años de su vida útil.

Fuente: Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, (CESPT, 2003), con actualizaciones propias.

En el mapa es claro que el área céntrica de la ciudad es la zona donde se concentra el sistema de alcantarillado que ha cumplido su vida útil, sin embargo, actualmente se están llevando a cabo actividades de construcción y reparación en respuesta al desarrollo del Programa Integral de Repavimentación que adelanta el Ayuntamiento Municipal. No obstante, nuevos tramos ubicados al oeste, noreste y sureste de la ciudad están cumpliendo su vida útil, sin que hasta el momento se visionen proyectos hacia la recuperación de su capacidad.

El Plan Maestro del 2003, planteaba la necesidad de continuar con el desarrollo de programas tendientes a la ampliación y rehabilitación del sistema de alcantarillado, acciones que en la práctica han sido enfocadas en satisfacer las nuevas demandas. De esta forma, se relega el mantenimiento y reposición de las redes antiguas permitiendo su obsolescencia y se hace evidente la lógica reactiva en la cual el operador no actúa acorde a su planeación interna.

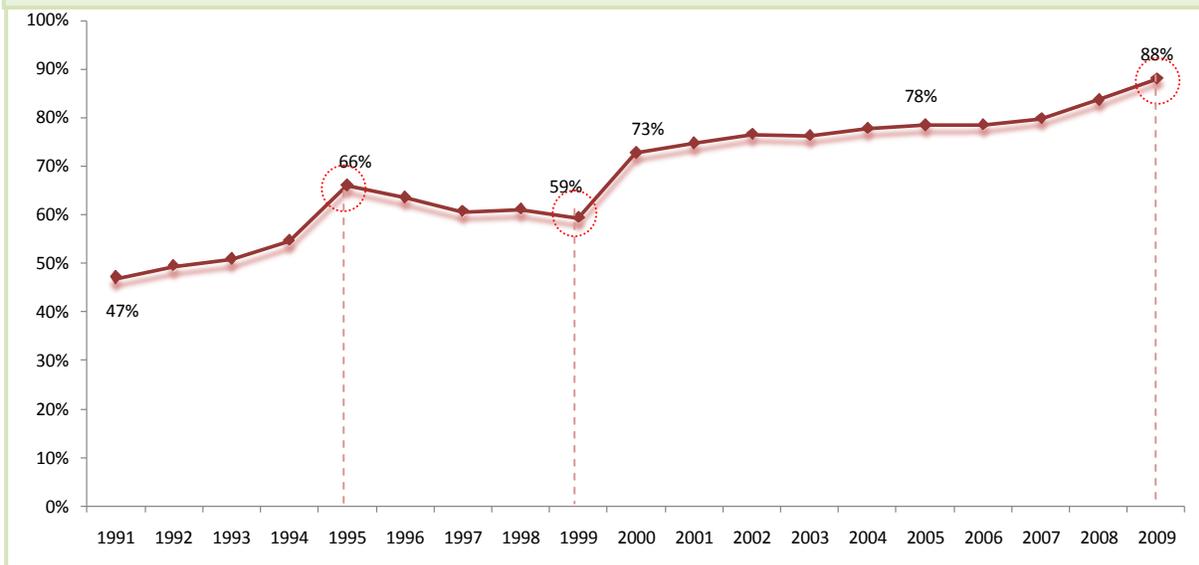
4.2.1.3 Tendencia de la cobertura y eficiencia del sistema de alcantarillado

El sistema de recolección de aguas residuales de la CESPT, para el año 2009, sirvió aproximadamente a 1,481,545 habitantes, correspondiente a una cobertura del 88 %, para un total de 466,233 cuentas del servicio de alcantarillado. El 12 % de los habitantes de la ciudad carecen, de sistemas de recolección de aguas negras, lo que conduce a utilizar, otros sistemas alternativos para su disposición, tales como letrinas, fosas sépticas o descargas a cielo abierto - como se logró constar en trabajo de campo-. El área de mayor rezago en la prestación del servicio de alcantarillado se ubica en la periferia de la ciudad, principalmente en la zona este donde el rápido crecimiento de asentamientos irregulares ha sobrepasado la capacidad de cobertura del organismo operador.

Analizando la tendencia en la prestación del servicio de alcantarillado para el período de 1991 al 2009, como se presenta en la gráfica 4.18, se puede evidenciar el crecimiento positivo de la cobertura, con un incremento promedio anual de 1.7 %. Contrario a esto, en el período 1995 a 1999 se observa un comportamiento decreciente equivalente al 24 %, debido a la baja eficiencia en el cumplimiento del programa de inversión de obra para la ampliación del alcantarillado.⁵⁹ Posterior a este descenso se proyectó una recuperación inmediata en el siguiente año, pasando así de 59 % a 73 % de cobertura para el 2000, año a partir del cual se ha mantenido un crecimiento constante hasta el 2009.

⁵⁹ De acuerdo con datos proporcionados por la Subdirección de Construcción de la CESPT, fueron frecuentes los meses en los años de 1994 a 1999 en donde la inversión ejecutada no alcanzaba un 4 % con respecto a las metas programadas por el organismo.

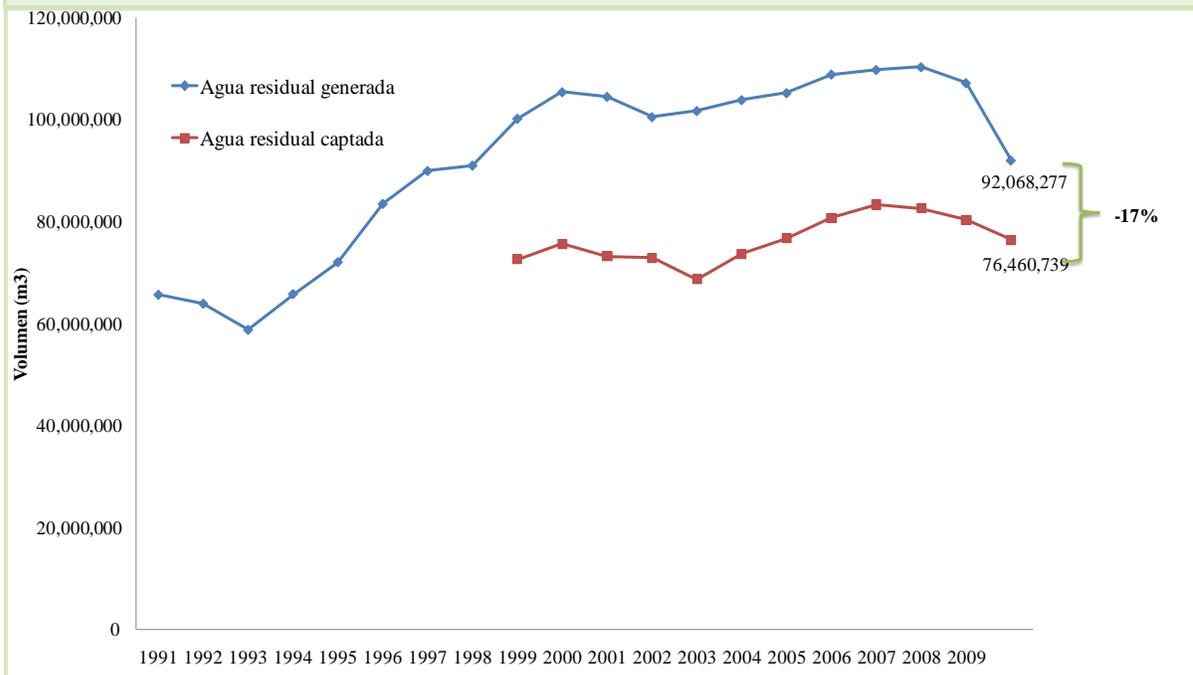
Gráfica 4.18 Tendencia del crecimiento de las cuentas de alcantarillado



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la CESPT.

En lo que respecta a la eficiencia del sistema de alcantarillado se logró determinar que la red de drenaje capta aproximadamente 83 % de las aguas residuales generadas. Por lo tanto, 17 % de las aguas servidas, correspondientes a un promedio anual aproximado de 16 mm³, son aguas que no son integradas en el sistema de alcantarillado, por lo que continúan fluyendo libremente por los cañones y cauces naturales de la ciudad (ver gráfica 4.19).

Gráfica 4.19 Agua residual captada por el sistema de alcantarillado en relación con el agua producida para el abastecimiento



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la CESPT.

El análisis de los volúmenes de las aguas residuales que no son captadas por la red de drenaje así como los orígenes de su generación, son aspectos que también permiten considerar la eficiencia en el manejo del agua. Para determinar el aporte de estos vertimientos se hizo un estimativo del total de aguas residuales generadas en Tijuana que no entran al sistema de drenaje. Para lo cual se contemplaron tres fuentes: la primera corresponde a los usuarios sobre los cuales el Sistema CESPT tiene rezago en la prestación del servicio de alcantarillado, es decir, el 12 % de los usuarios (ver gráfica 4.18). La segunda fuente de vertimientos corresponde al agua residual que no ingresa al sistema de drenaje por fallas y falta de capacidad en la operación, este corresponde al 17 % de las aguas generadas (ver gráfica 4.19). Finalmente, un tercer vertimiento de aguas residuales lo aportan los asentamientos irregulares. Teniendo en cuenta que para este último no se cuenta con datos exactos sobre la magnitud de la población, la estimación del volumen del agua residual generada es calculada con base en los datos de dotación de agua realizada por medio del sistema de ‘pipas’ en este sector (ver tabla 4.6).

Tabla 4.6 Agua residual generada por los usuarios que carecen de sistema de alcantarillado

Concepto ¹	2005		2009
	CESPT	INEGI	CESPT
Personas sin alcantarillado	411,025	44,857	223,875
Viviendas legalizadas sin alcantarillado	99,763	11,474	65,977
Agua residual generada (m ³ /año) ² por las viviendas legalizadas que no disponen de drenaje (12 % de la población)	24,724,002	2,698,257	11,080,480
Agua residual que no es captada por el sistema de drenaje (m ³ /año) (17 % del total de agua generada)	28,495,874		26,873,367
Agua residual generada (m ³ /año) por los asentamientos irregulares			1,168,000
Total = Agua residual de viviendas sin drenaje + asentamientos irregulares (m³/año) ²	53,219,876	2,698,257	39,121,847

Los datos presentados en la tabla corresponden a consolidados de los municipios de Tijuana y Playas de Rosarito. El cuanto al cálculo de las aguas residuales generadas por los usuarios que no disponen de drenaje se realizó utilizando la siguiente fórmula: (Índice de Hacinamiento*Consumo *per cápita* de agua potable * % de descarga de agua residual *365días)/1000lit. El índice de hacinamiento considerado fue el determinado por la CESPT de 4.12 para el 2005 y 3.39 para el 2009. Para el consumo *per cápita* se asumió que los usuarios que no están conectados al drenaje son los mismos que carecen de conexión a la red de agua potable (lo cual no es necesariamente exacto considerando que existen usuarios con acceso a agua sin servicio de drenaje). De esta forma, se pudo utilizar el estimado de consumo de 50 litros por habitante-día establecido en el estudio de Pombo (2004). En cuanto al porcentaje de descarga, corresponde a un estimado aceptado a nivel mundial que establece que del total de agua potable abastecida, 80 % retorna como agua residual. De la aplicación de esta fórmula se obtiene como resultado el volumen en metros cúbicos de aguas residuales que tienden a ser descargadas sin mayor control debido a que no cuentan con servicio de alcantarillado. Para calcular el aporte de vertimientos de los asentamientos irregulares se utilizó la siguiente fórmula: número promedio de ‘pipas’ que cargan en cada ‘garza’ * promedio de cargas diarias * promedio de volumen de las ‘pipas’ * 365días * 80 % (coeficiente de retorno del agua consumida en agua residual)

Fuente: Elaboración propia con base en información del II Censo de Población y Vivienda 2005 (INEGI) e indicadores gerenciales de la CESPT.

Las estadísticas de cobertura y los volúmenes de aguas residuales producidos que tienen libre escurrimiento, representan parte del problema al que se enfrenta el sistema de alcantarillado de la ciudad. Siendo este un problema complejo si se considera que de acuerdo a los cálculos presentados en la tabla anterior anualmente se descargan más de 39 mm³ de aguas residuales sin tratamiento. Este proceso de descarga directa, permite suponer la contaminación de fuentes de agua superficial y subterránea, además de las esperadas implicaciones en la afectación al bienestar y la salud pública

Es conveniente asimismo considerar algunos aspectos de gestión realizados por el organismo operador en respuesta a esta problemática. Por un lado, se encuentran los esfuerzos institucionales orientados hacia la ampliación de la red de alcantarillado y el desarrollo de programas para el control de descargas industriales, así como el apoyo a programas estatales de “Control de vertimientos” y “Cero descargas”, iniciativas que son frenadas por el nivel de competencia que normativamente tiene el organismo, ya que la aplicación de normas relativas a las descargas de aguas residuales queda fuera de la jurisdicción de la CESPT, al ser este un asunto manejado por la Dirección de Ecología del Estado. Esto ha conducido a que la CESPT participe en la gestión de las descargas como una buena práctica del organismo para reducir las cargas contaminantes al ambiente.

Por otro lado, también es importante considerar que aún dado los altos índices de viviendas que carecen de drenaje y los constantes crecimientos de asentamientos irregulares, la gestión social del organismo para acercarse institucionalmente a esta realidad vivida en muchas zonas de la ciudad, continúa siendo incipiente. A pesar de que en el Plan Maestro (2003), se señalaba el interés de esta población por participar de manera conjunta con el organismo para la construcción de sistemas de drenaje, en la actualidad la CESPT no ha elaborado programas con el propósito de orientar a estos usuarios en la construcción de sistemas alternativos de alcantarillado, que mitiguen el problema ambiental y social generado por la falta de acceso al servicio, mientras que se analizan otras posibilidades.

Para finalizar este tema de descargas de aguas residuales, se considera importante señalar que como resultado de este análisis se lograron observar inconsistencias entre los datos poblacionales y de cobertura reportados por la CESPT y los establecidos por el INEGI (ver tabla 4.6). A pesar de corresponder a los mismos períodos e igual representación de datos (Tijuana y Playas de Rosarito) es evidente que la información del INEGI es por mucho menor a la originada por la CESPT, en parte debido a que el organismo de estadística no contempla dentro de su análisis variables propias de la dinámica de migración que vive la ciudad. Estas incongruencias también están presentes en los datos de la Comisión Nacional de Población y la Comisión Estatal de Población, no existiendo por tanto una base estadística poblacional única y confiable sobre la cual el organismo operador desarrolle sus indicadores de gestión.

4.2.2 Capacidad, cobertura y eficiencia de los actuales sistema de saneamiento de las aguas residuales de la ciudad

4.2.2.1 Evolución del sistema de saneamiento

La historia del sistema de saneamiento de las aguas residuales en la ciudad de Tijuana comienza a finales de la década de los ochenta. Trascurridas casi cuatro décadas de la construcción de un gran número de infraestructuras para la recolección, transporte y alejamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad y tras fallidos intentos por solucionar los problemas de derrame de las aguas residuales sobre la frontera internacional, en 1987 se inicia la operación de la primera planta de tratamiento, bajo el manejo de la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE).⁶⁰

Esta Planta de Tratamiento de Aguas Residuales denominada San Antonio de Los Buenos (PTAR SAB) o también conocida como Punta Bandera, hace parte de los acuerdos binacionales suscritos mediante la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA en México y IBWC en Estados Unidos). Los primeros acuerdos que apoyaron esta iniciativa, datan de 1976 con en el Acta No. 261 y posteriormente, el Acta No. 270 de 1985, compromisos que establecieron el desarrollo, operación y mantenimiento de obras de saneamiento de interés binacional que corrigieran los recurrentes vertimientos trasfronterizos de aguas negras.

De acuerdo con el Ing. Roberto Espinosa,⁶¹ la PTAR SAB, correspondía a la primera fase de dos requeridas para el cubrimiento de las demandas de saneamiento presentes en esa época. La segunda fase de la planta estaría ubicada en la zona este de la ciudad de Tijuana sobre el arroyo Alamar. Su construcción se proyectó con el objetivo de reducir los costos que

⁶⁰ La SEDUE, creada en 1982, fue la primera secretaría federal de asuntos ambientales. Sus funciones estaban orientadas al ordenamiento territorial y aspectos ambientales, responsabilidades, que antes estaban dispersas en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la Secretaría de Salud Ambiental y la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

⁶¹ El Ing. Roberto Espinosa Mora, es representante de la sección mexicana en Tijuana, de la Comisión Internacional de Límites y Agua. Sus comentarios son el producto de la entrevista de carácter personal realizada en las oficinas de la CILA sección Tijuana.

implicaba el bombeo de las aguas negras hacia esta primera PTAR,⁶² así como para cubrir las futuras descargas de los desarrollos urbanísticos que se proyectaban en esta zona.

Sin embargo, Estados Unidos se opuso a este proyecto, argumentando que las descargas de aguas residuales tratadas con base en la norma mexicana, a pesar de reducir los problemas binacionales de saneamiento, no cumplían estándares de calidad que evitaran el deterioro del Estuario del Río Tijuana.⁶³ Para la solución de estas inconformidades, en 1990 con la firma del Acta 283, los gobiernos mexicano y estadounidense, pactaron la construcción de una planta binacional, ubicada en territorio norteamericano. A través de esta acta las aguas residuales de Tijuana recibirían tratamiento secundario, ajustándose al cumplimiento de normas de remoción de contaminantes establecidas por el estado de California,⁶⁴ que eran más estrictas en comparación con los estándares de calidad mexicanos.

Hasta el año 1999, casi una década después de firmado este acuerdo, se dio inicio a la operación de la Planta Internacional para el Tratamiento de Agua Residuales (PITAR).⁶⁵ Con un caudal de operación de 1,100 lit/seg y la descarga final de las aguas tratadas a 6 km mar adentro en el Océano Pacífico, se daba cumplimiento sólo en parte al compromiso establecido en el Acta de la CILA No. 283, ya que no se logró dar tratamiento secundario para la descontaminación de las aguas negras como había sido acordado.

El rechazo por parte de la población del sur del condado de San Diego al establecimiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales mexicanas en su territorio, provocó el bloqueo por la vía legal del proceso de diseño y construcción de esta planta,⁶⁶ obstáculo con el que no contaba el gobierno americano, por lo que bajo el compromiso pactado se optó

⁶² La PTAR San Antonio de Los Buenos está ubicada a 18 km del sur de la ciudad de Tijuana junto al Océano Pacífico, a una altura de 112 metros requiriendo operaciones de bombeo del agua desde la recolección hasta la planta de tratamiento en aproximadamente el 56 % (10 km) del tramo.

⁶³ La descripción de estos hechos fue realizada por el Ing. Roberto Espinosa.

⁶⁴ Estos estándares de calidad son determinados por el estado del gobierno de California y la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) para el permiso de descarga en las plantas de tratamiento secundario, denominado National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES).

⁶⁵ La PITAR, a pesar de encontrarse en territorio norteamericano trata exclusivamente las aguas residuales producidas en Tijuana. La Ciudad de San Diego, donde está ubicada la PITAR, cuenta con su propia planta de tratamiento y reuso de aguas residuales.

⁶⁶ Información obtenida a través de entrevista personal realizada al Ing. Richard Perna, Superintendente de la PITAR, perteneciente a la empresa VEOLIA Water y el Ing. Roberto Espinosa de la CILA.

provisionalmente por construir una etapa de tratamiento denominada primario avanzado. Este nivel de tratamiento, no alcanza a cubrir los parámetros de calidad, establecidos por la normatividad del estado de California, ya que carece de sistemas complementarios que permitan la remoción efectiva de la carga contaminante, por lo que el efluente sobrepasa los límites permisibles de contaminación.

En el 2002, la CESPT inició el proceso de construcción de las plantas La Morita, Monte de Los Olivos y Tecolote-La gloria, que previó el saneamiento del 100 % de las aguas residuales de Tijuana para el año 2007. Estas plantas fueron construidas con inversión del Crédito Japonés, por un monto estimado de 20,275,285 de dólares (CESPT, 2006). Aunque la terminación de las obras se proyectó para el 2007, Monte de Los Olivos inició su operación en el año 2009, La Morita en el 2010 y se espera que Tecolote-La gloria comience a operar en el 2011.

Actualmente, tras haber librado los problemas legales impuestos desde los inicios de su construcción por la acción social, en la PITAR se está construyendo el módulo secundario, para dar cumplimiento a lo relativo al nivel de tratamiento de las aguas residuales según lo acordado en el acta binacional. A pesar de este nuevo avance, las demoras en la construcción de este módulo, la falta del cumplimiento de los parámetros de remoción de contaminantes y el rápido incremento de los volúmenes de descargas, han rebasado la capacidad de tratamiento de la PITAR.⁶⁷

En este contexto de incremento de la capacidad del sistema de saneamiento por parte del operador, vale la pena resaltar la también creciente construcción de plantas de tratamiento de menor capacidad dentro de la ciudad, a la par del crecimiento de las zonas industriales y urbanísticas. Aunque la mayoría de estas plantas son privadas, su construcción y operación está apoyado en algunos casos por la CESPT, estrategia de manejo conjunto que ha contribuido a reducir la carga en los sistemas principales (PITAR y PTAR SAB), así como los costos de

⁶⁷ En el acuerdo constitutivo de la PITAR, se estableció el tratamiento de un caudal fijo de 1,100 lit/seg, lo cual quiere decir, que ante mayores volúmenes no se tiene la responsabilidad de su tratamiento. Correspondiendo a Tijuana su manejo; sin embargo, debido a la baja capacidad de las plantas de la ciudad, prácticamente todos los volúmenes excedentes son descargados sin previo tratamiento. Generalmente antes de ser descargados son mezclados con las aguas que han sido tratadas para reducir su potencial contaminante.

construcción y operación en los que tendría que incurrir el organismo operador para ampliar su capacidad de tratamiento hacia estos nuevos sectores de crecimiento.

Resumiendo, la historia del sistema de saneamiento de Tijuana es reciente pero más aún lo es la corresponsabilidad binacional en el manejo de esta problemática. A pesar de existir un antecedente marco para el manejo binacional de los problemas de saneamiento, suscrito desde 1976 en el Acta de la CILA No. 261, se puede plantear que no fue sino hasta finales de la década de los noventa, con la construcción de la PITAR, que esta responsabilidad compartida se reflejó más allá de la presión por parte del gobierno estadounidense, en la reducción de los derrames de aguas residuales del lado mexicano.

4.2.2.2 Operación del sistema de saneamiento

En la actualidad, Tijuana cuenta con veinte plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales, CESPT opera siete y las demás son propiedad de industriales o de fraccionamientos residenciales. Las PTAR Rosarito Norte, Rosarito I, Vista Marina y Puerto Nuevo tratan las aguas residuales de la ciudad de Playas de Rosarito; las plantas restantes proporcionan tratamiento a las aguas residuales generadas en la ciudad de Tijuana.

La capacidad del sistema de saneamiento es de aproximadamente 3,060 lit/seg, representando el potencial de tratamiento del 90 % de las aguas residuales generadas en la ciudad. El tratamiento es realizado en 90 % por parte de las plantas operadas por la CESPT y el restante por operadores privados.⁶⁸ Los datos presentados en la tabla 4.7, permiten notar que 63 % del saneamiento de las aguas residuales se concentra en la PTAR SAB y en la PITAR. Asimismo se detalla que 95 % de las plantas tienen alrededor de 20 años de antigüedad, localizándose sus primeros desarrollos en la zona este y sureste de la ciudad (ver mapa 4.7).

⁶⁸ Con la entrada en operación de las plantas que están proyectadas y en construcción se tendría un 96 % de tratamiento de las aguas residuales generadas en Tijuana.

Tabla 4.7 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en Tijuana

No.	Planta de tratamiento	Capacidad actual (lit/seg)	Tipo de tratamiento	Fecha de inicio de operación (año)	Punto de descarga	Cumplimiento de la NOM-001 NOM-003
1	PTAR San Antonio de los Buenos	1,100	Sistema Lagunar	1987	Océano Pacífico	NO CUMPLE
2	Planta Binacional (PITAR)	1,100	Primario Avanzado	1997	Océano Pacífico	NO CUMPLE
3	Monte de los Olivos	460	Lodos Activados	2009	Río Tijuana	NOM-003
4	La Morita	254	Lodos Activados	2010	Río Tijuana	S.D.
5	Rosarito Norte	210	Lodos Activados	2004	Océano Pacífico	S.D.
6	Tecolote-La Gloria	127	Lodos Activados	2011	Arroyo/Océano Pacífico	S.D.
7	Valle de San Pedro	67	Lodos Activados	2011	Río Tijuana	S.D.
8	Rosarito I	60	Lodos Activados	1989	Océano Pacífico	S.D.
9	El Prado	56	Lodos Activados	2007	Arroyo/Océano Pacífico	NOM-003
10	Refugio 5tas Campestre	50	Lodos Activados	2004	Río Tijuana	NOM-001
11	Santa Fe	19	Lodos Activados	2003	Arroyo/Océano Pacífico	NOM-003
12	Vista del Valle	9	Lodos Activados	2005	Río Tijuana	NOM-003
13	Porticos de San Antonio	7	Lodos Activados	2001	Arroyo/Océano Pacífico	S.D.
14	Vista Marina	6	Lodos Activados	2009	Océano Pacífico	S.D.
15	La Cúspide	3	Reactor anaeróbico	2005	Arroyo/Océano Pacífico	NOM-003
16	San Antonio del Mar	2.5	Lodos Activados	1997	Océano Pacífico	NOM-003
17	Club Campestre	2.6	Reactor anaeróbico	2005	Reusada en riego	NOM-003
18	Puerto Nuevo	2	Químico-Biológico	2001	Océano Pacífico	S.D.
19	ECOPARQUE	0.3	Reactor anaeróbico	1991	Drenaje	S.D.
20	Toyota Motor Cia.	0.3	Reactor anaeróbico	2005	Drenaje	S.D.
Plantas de tratamiento operadas por la CESPT		Plantas de tratamiento de la CESPT en construcción		Plantas de tratamiento privadas		

S.D.: Sin Dato.

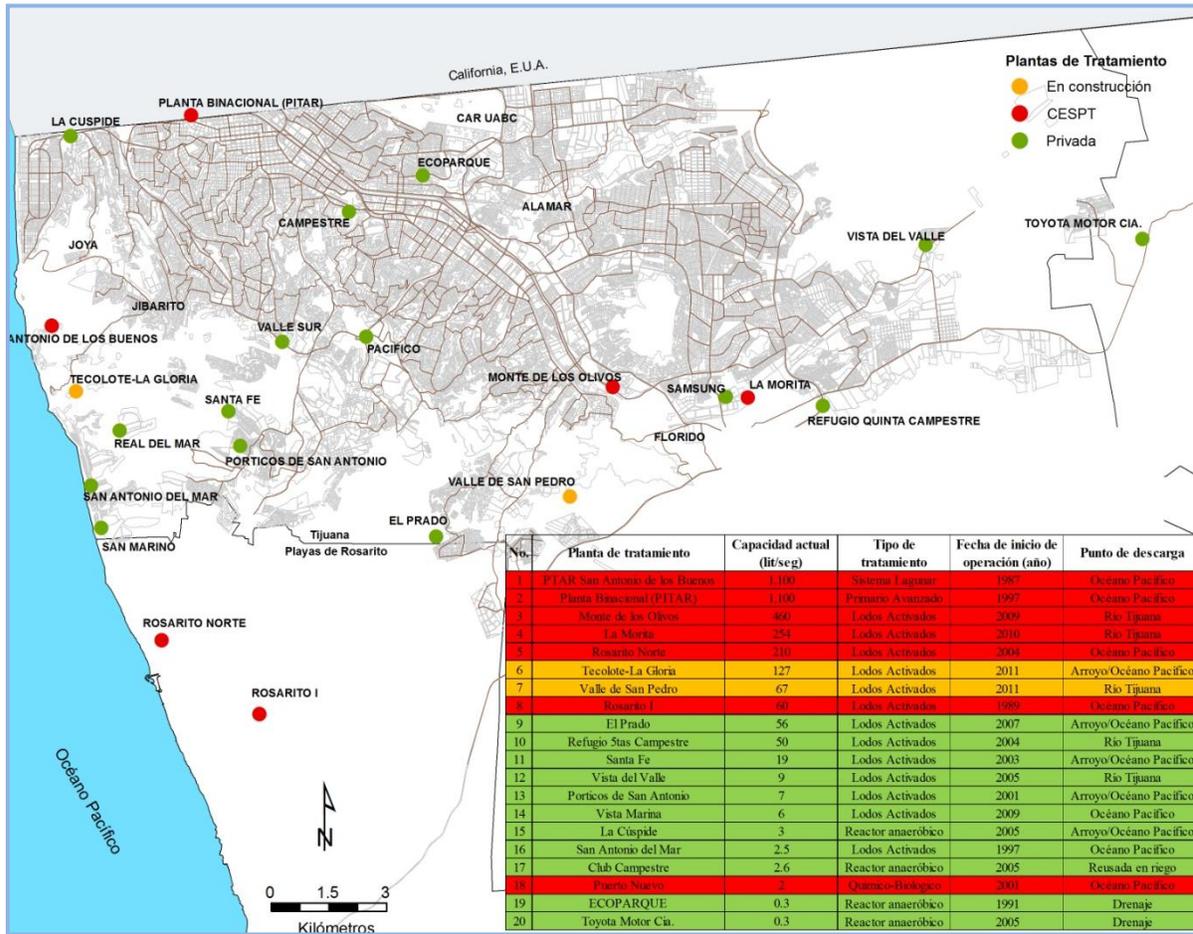
NO CUMPLE: Incumplimiento de los LMP exigidos por la NOM-003

Fuente: Elaboración propia con base en información de la CESPT.

El vasto desarrollo del sistema de saneamiento evidencia que la ciudad cuenta con la infraestructura hídrica necesaria para la descontaminación de gran parte de las aguas residuales, potenciándose así las oportunidades de reuso de las aguas tratadas.⁶⁹

⁶⁹ De acuerdo al Quim. David Barajas, funcionario del Departamento de tratamiento de aguas residuales de la CESPT, encargado del control de las plantas de tratamiento, los efluentes y lodos de las diferentes PTAR reciben un control periódico en sus características físico-químicas, lo que confiere seguridad sobre la calidad del tratamiento.

Mapa 4.7 Plantas de Tratamiento de Agua Residual de la ciudad de Tijuana y Playas de Rosarito



En este mapa se presentan las plantas de tratamiento de aguas residuales, PTARs existentes en la ciudad de Tijuana; la información está clasificada por gasto de operación (volumen tratado) y por tipo de operador.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la CESPT (2003)

No obstante, también es claro que los mayores volúmenes de agua residual son tratados por la PTAR SAB y la PITAR, plantas que no cumplen en sus procesos con las NOMs por lo que sus efluentes aún tienen alta carga de contaminantes. Por otra parte, la PTAR Monte de Los Olivos que sí cumple con las normas sólo tiene la capacidad de tratar 14 % de las aguas generadas en la ciudad; y actualmente, opera a la mitad de su capacidad. De esta forma, la eficiencia de saneamiento en términos de remoción de contaminantes aún dista de niveles satisfactorios, lo que reduce directamente las posibilidades de reuso. Por tanto, la tarea encaminada hacia el

mayor aprovechamiento de estas aguas debe estar priorizada en hacer que las infraestructuras actuales sean más eficientes y cumplidoras de los parámetros de descontaminación de los efluentes tratados. Así se reducirá su impacto contaminante al ambiente y se aumentaría la posibilidad de reúsos futuros.

4.2.2.3 Eficiencia del sistema de saneamiento

El análisis de la eficiencia del sistema de saneamiento se abordará a través de dos aspectos: el primero relativo a la eficiencia física, para lo cual se relacionaran los volúmenes tratados con respecto a los volúmenes generados de agua residual; e segunda medida se analizará la calidad del efluente tratado, es decir la eficiencia en la remoción de contaminantes.

En tabla 4.8 se presentan los promedios anuales de tratamiento de las aguas residuales para el período 1999 a 2009 del Sistema CESPT. Los promedios anuales y las variaciones de su crecimiento fueron calculados con base en los promedios mensuales de operación de cada una de las PTAR.

Tabla 4.8 Eficiencia del sistema de saneamiento CESPT de 1999 al 2009

Sistema de Saneamiento - Sistema CESPT	Acumulado					
	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Agua residual generada	100,267,370	105,487,132	104,576,477	100,581,527	101,787,217	103,938,675
Agua residual captada	72,645,114	75,656,926	73,274,704	72,917,775	68,740,259	73,735,861
Agua residual tratada	61,106,272	64,040,204	62,715,468	53,709,997	52,655,323	68,330,298
Agua residual tratada - Reusada						
% Tratamiento	91.9%	95.2%	96.7%	87.3%	89.1%	96.0%
% Reuso	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

En la tabla se observa el análisis del sistema de saneamiento desde 1999 por ser este el año en el que la variable fue incluida en los indicadores de gestión de la CESPT. Asimismo consideramos como agua generada, el agua potable abastecida y por agua captada comprendemos el agua residual que es recolectada por el sistema de alcantarillado e ingresada a las plantas de tratamiento para su saneamiento.

Fuente: Elaboración propia con base en indicadores del sistema de saneamiento de la CESPT.

Continuación, **Tabla 4.8** Eficiencia del sistema de saneamiento CESPT de 1999 al 2009

Sistema de Saneamiento - Sistema CESPT	Acumulado					Promedio Anual	% promedio (2005-2009) Con base al total de agua residual generada*
	2005	2006	2007	2008	2009		
Agua residual generada	105,308,673	108,969,375	109,856,593	110,398,865	107,284,096	92,068,277	
Agua residual captada	76,812,799	80,801,918	83,394,023	82,678,016	80,410,729	76,460,739	83.05%
Agua residual tratada	65,727,807	73,052,633	75,688,540	64,651,681	75,880,838	65,232,642	70.85%
Agua residual tratada - Reusada			2,314,566	2,503,055	3,821,204	2,879,608	3.13%
% Tratamiento del agua captada	94.6%	97.3%	95.2%	88.9%	97.1%	93.6%	
% Reuso del agua captada	0.0%	0.0%	3.0%	3.9%	5.0%	4.0%	

*La última columna relaciona los porcentajes de la eficiencia del sistema de saneamiento con respecto al total de agua residual generada.

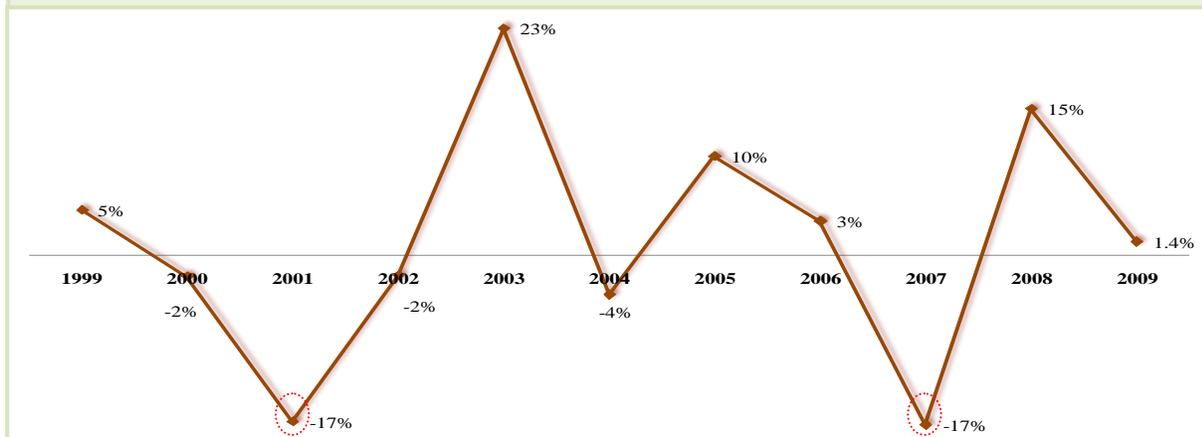
Fuente: Elaboración propia con base en indicadores del sistema de saneamiento de la CESPT.

En las tablas anteriores detallamos que 83 % (76,460,739 m³) del volumen de agua abastecida en el sistema de potabilización, es posteriormente captada como agua residual en el sistema de alcantarillado. Sin embargo, sólo 70 % (65,232,642 m³) de esta agua entra a los sistemas de saneamiento, existiendo por tanto, un volumen remanente en la ciudad, equivalente al 30 %, de agua residual que aún no es tratado. Esta agua residual equivalente a 26,835,635 m³ que no está recibiendo tratamiento previo antes de su descarga, representa un problema ambiental ya que contamina los espacios urbanos, cañones de drenaje natural y finalmente vierten al río Tijuana. Además es claro que gran parte de esta agua entra en contacto con personas, animales y vectores contaminantes, siendo por tanto un foco potencial de enfermedades.

Ahora, si se relacionan los volúmenes tratados con respecto al agua que ingresa a la planta de tratamiento, la eficiencia es mucho mayor, representada en el período 1999 al 2009 en 93.6 % de saneamiento de las aguas residuales. Pero, esta eficiencia no es del todo ajustada a la realidad, ya que el Sistema de Playas de Rosarito, del año 2000 al 2006, reporta un volumen tratado superior al 100 %, por lo que su eficiencia promedio para el período de 1999 al 2009 es de 102 %. Estas inconsistencias se deben en parte, a que en este sistema se consideraba el agua que entraba a la planta (para tratamiento y excedencias) como el total tratada, arrojando indicadores de eficiencia, muy superiores a su capacidad de operación real. Por su parte, el Sistema Tijuana tiene un promedio de tratamiento del 85 % del total de agua captada.

En cuanto a la variación de los volúmenes tratado de aguas residuales, el sistema CESPT ha presentado un comportamiento decreciente en diferentes años, siendo los más representativos el 2001 y el 2007 con una reducción de -17 %. En contraste, sólo se ha tenido un comportamiento positivo en el año 2003 con un aumento en el volumen tratado equivalente al 23 %, dando como resultado una variación promedio para el período 1999 al 2009 del 1.4 % de crecimiento (ver gráfica 4.20). Esto sugiere que las plantas existentes no han logrado aumentar su capacidad de tratamiento y además que la nueva planta Monte de Los Olivos no ha representado un aumento significativo en el incremento general del volumen tratado; siendo así superadas por el crecimiento de los vertimientos de la ciudad.

Gráfica 4.20 Variación del volumen de agua residual tratado por el Sistema CESPT



Fuente: Elaboración propia con base en información en los indicadores del sistemas de saneamiento de la CESPT

De esta forma, es claro que aunque no se ha resuelto totalmente el problema de las descargas de aguas residuales, si se ha aumentado el nivel de tratamiento. No obstante aún falta por considerar bajo la integralidad del problema que el regazo y antigüedad del sistema de alcantarillado reduce el potencial de saneamiento. Bajo la consideración de que 32 % de las tuberías de la red de alcantarillado han sobrepasado su vida útil y 12 % de los usuarios que tienen acceso a agua no cuentan con drenaje; es lógico plantear que se continuará generando derrames y remanentes de aguas residuales. Por lo que no manejar el sistema alcantarillado-saneamiento de una forma integral, continuará generando problemas de contaminación.

La eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Tijuana debe cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recurso Naturales (Semarnat).⁷⁰ En estas normas se establecen los Límites Máximos Permisibles (LMP) de contaminantes en las aguas residuales que serán descargadas en cuerpos de agua (como ríos, arroyos y el mar) y bienes nacionales (NOM-001-ECOL-1996); así como, los LMP de contaminantes para el reuso de las aguas residuales que entran en contacto con el público de forma directa o incidental, como las reusadas en riego de áreas verdes (NOM-003-ECOL-1997). Con base en este marco normativo, en la tabla 4.9, se presentan los promedios anuales de calidad del afluente (aguas residuales que entran al sistema) y el efluente (aguas tratadas que salen del sistema) de la PTAR SAB para el período 1996 al 2008. Los promedios anuales fueron calculados con base en el promedio mensual de los análisis de laboratorio proporcionados por la CESPT.

Tabla 4.9 Calidad del caudal afluente y efluente de la PTAR SAB para el período 1996 al 2008

UNIDAD	PARÁMETRO	PROMEDIO ACUMULADO									
		1996		1997		1998		1999		2000	
		AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
mg/l	D.B.O.5. (total)	242	105	238	89	288	114	306	116	364	153
	NOM PARA DBO5		75		75		75		75		75
mg/l	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	470	266	540	210	534	231	618	259	679	323
mg/l	GRASAS Y ACEITES	55	28	53	18	42	14	42	11	41	11
	NOM PARA GRASAS Y ACEITES		15		15		15		15		15
mg/l	SÓLIDOS TOTALES	1,466	1,323	1,683	1,527	1,372	1,200	1,403	1,175	1,638	1,406
mg/l	SÓLIDOS TOTALES VOLÁTILES	317	205	379	242	359	219	414	256	430	274
mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	178	77	231	78	237	77	281	83	299	98
	NOM PARA SST		75		75		75		75		75
mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES	131	58	169	65	154	60	193	65	215	81
ml/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	3	0	2	0	2	0	4	0	3	0
	NOM PARA SEDIMENTABLES		1		1		1		1		1
mg/l	FOSFORO TOTAL	8	7	7	8	21	21	27	28	45	39
mg/l	NITROGENO MONIACAL	28	26	23	24	20	24	31	36	35	38
mg/l	DETERGENTES S.A.A.M	17	11	21	13	31	22	33	32	33	30
	MATERIA FLOTANTE	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
°C	TEMPERATURA	22	22	22	22	22	21	20	19	19	20

En la tabla se observan los resultados promedios de las concentraciones de cada uno de los parámetros determinados por la NOM-001-ECOL-1996 como contaminantes. AF: Significa afluente, es decir, las condiciones de la calidad del agua residual que entra a la planta. EF: Son las condiciones con las que sale el agua una vez ha sido saneada. Los valores corresponden al promedio mensual del cada año.

⁷⁰ Las NOM-001-ECOL-1996 y NOM-003-ECOL-1997-003-ECOL-1997, son de observancia Federal por parte de la Comisión Nacional del Agua.

Continuación, **Tabla 4.9** Calidad del caudal afluente y efluente de la PTAR SAB para el período 1996 al 2008

UNIDAD	PARÁMETRO	PROMEDIO ACUMULADO									
		2001		2002		2003		2004		2005	
		AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF	AF	EF
mg/l	D.B.O.5. (total)	411	142	364	223	391	181	308	97	349	97
	NOM PARA DBO5		75		75		75		75		75
mg/l	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	755	308	659	432	761	420	686	359	643	337
mg/l	GRASAS Y ACEITES	59	8	43	18	64	15	81	20	102	35
	NOM PARA GRASAS Y ACEITES		15		15		15		15		15
mg/l	SOLIDOS TOTALES	1,649	1,412	1,737	1,566	1,766	1,635	1,813	1,646	1,741	1,572
mg/l	SOLIDOS TOTALES VOLATILES	432	257	449	346	496	326	455	331	468	330
mg/l	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	305	73	299	142	300	160	334	164	318	155
	NOM PARA SST		75		75		75		75		75
mg/l	SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	219	49	199	99	220	121	241	129	227	103
ml/l	SOLIDOS SEDIMENTABLES	4	0	4	0	4	1	6	1	5	0
	NOM PARA SEDIMENTABLES		1		1		1		1		1
mg/l	FOSFORO TOTAL	24	19	15	14	13	12	11	9	13	13
mg/l	NITROGENO MONIACAL	0	0	48	46	44	41	45	42	44	41
mg/l	DETERGENTES S.A.A.M	26	20	23	15						
	MATERIA FLOTANTE	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
°C	TEMPERATURA	18	19	18	20	20	20	20	22		

Continuación, **Tabla 4.9** Calidad del caudal afluente y efluente de la PTAR SAB para el período 1996 al 2008

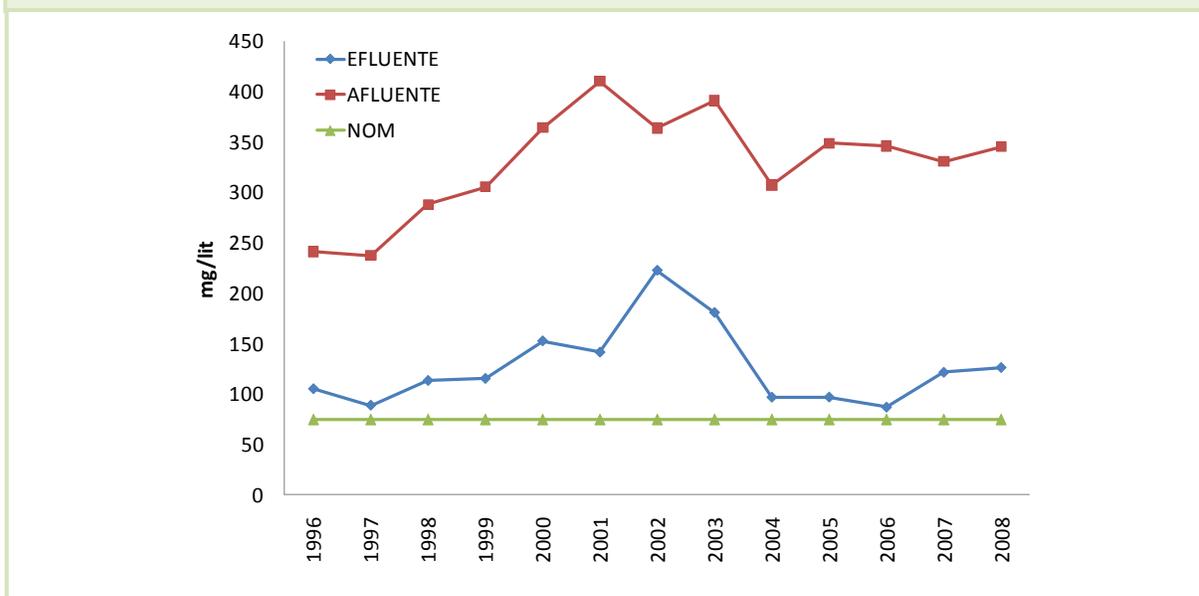
PARÁMETRO	PROMEDIO ACUMULADO						PROMEDIO ACUMULADO DEL PERIODO 1996-2008		EFICIENCIA %	NOM 001
	2006		2007		2008		AF	EF		
	AF	EF	AF	EF	AF	EF				
D.B.O.5. (total)	346	87	331	122	346	126	330	127	61%	75
NOM PARA DBO5		75		75		75				
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	839	429	853	484	860	476	684	349	49%	
GRASAS Y ACEITES	82	14	110	52	82	27	66	21	68%	15
NOM PARA GRASAS Y ACEITES		15		15		15				
SOLIDOS TOTALES	1,770	1,623	1,677	1,423	1,824	1,695	1,657	1,477	11%	
SOLIDOS TOTALES VOLATILES	472	328	612	574	457	347	441	310	30%	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	288	128	330	166	280	128	283	118	58%	75
NOM PARA SST		75		75		75				
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	211	100	255	114	194	98	202	88	57%	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	4	0	15	16	4	1	4	2	64%	1
NOM PARA SEDIMENTABLES		1		1		1				
FOSFORO TOTAL	6	5	7	4	9	8	16	14	9%	NA
NITROGENO MONIACAL	43	42	39	36	47	48	34	34	1%	NA
DETERGENTES S.A.A.M			22	23			26	21	19%	
MATERIA FLOTANTE	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
TEMPERATURA	20	22	22	26		23	20	21		40

Fuente: Elaboración propia con base en los análisis físico, químicos y bacteriológicos de la CESPT.

En la información presentada en las tablas anteriores se observa que el efluente de la PTAR SAB para los parámetros exigidos por la NOM-001-ECOL-1996 (DBO₅, grasas y aceites, sólidos suspendidos y sólidos sedimentables) alcanza una eficiencia de tratamiento equivalente al 60 %, pero aún no cumple con los LMP de remoción de contaminantes.

En las gráficas 4.21, 4.22, 4.23 y 4.24, se observa que los niveles de remoción para los parámetros DBO₅, grasas y aceites, sólidos suspendidos y sólidos sedimentables, en los efluentes de aguas tratadas por la PTAR SAB, en términos generales, desde el inicio de la operación hasta el año 2001 cumplían e incluso, para algunos casos -como los sólidos sedimentables- rebasaban los límites de remoción. Sin embargo después del 2001 esta eficiencia se redujo, generando efluentes con mayor carga contaminante.

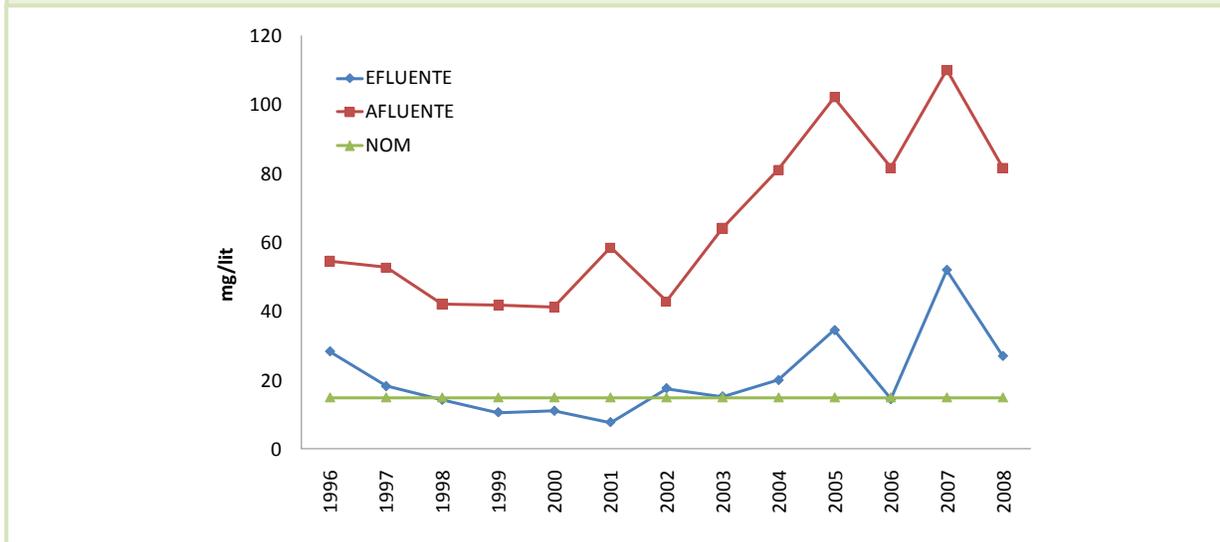
Gráfica 4.21 Análisis de DBO₅ para el efluente de la PTAR SAB en el período 1996-2008



En la gráfica se observa que los efluentes tratados en la PTAR SAB no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de remoción de DBO₅ lo cual implica que el agua sale de la planta con una fuerte carga contaminante microorganismos.

Fuente: Elaboración propia con base en los análisis físico, químicos y bacteriológicos de la CESPT.

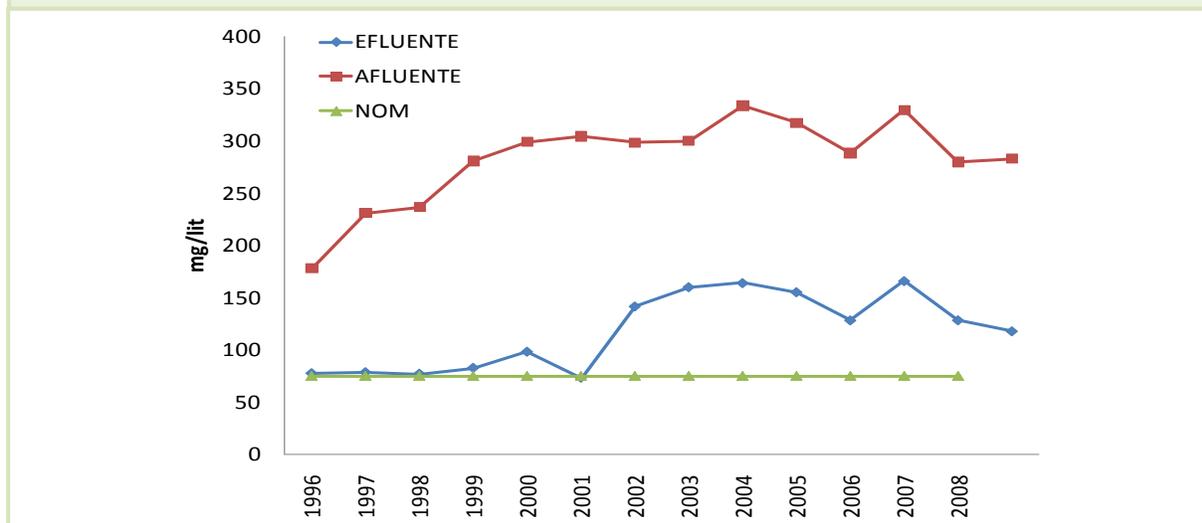
Gráfica 4.22 Análisis de grasas y aceites para el efluente de la PTAR SAB en el período 1996-2008



En la gráfica se observa como desde el 2003 los efluentes de la PTAR SAB superan los Límites Máximos Permisibles establecidos por la norma para la remoción de grasas y aceites. Este resultado es interesante porque advierte por un lado que la etapa del proceso de saneamiento encargada de esta función no está siendo eficiente o por otro, puede estar señalando que las aguas residuales captadas están superando la capacidad de tratamiento de este contaminante por lo que habría que hacer trazabilidad para determinar lo usuarios que aportan esta carga adicional o grasa.

Fuente: Elaboración propia con base en los análisis físico, químicos y bacteriológicos de la CESPT.

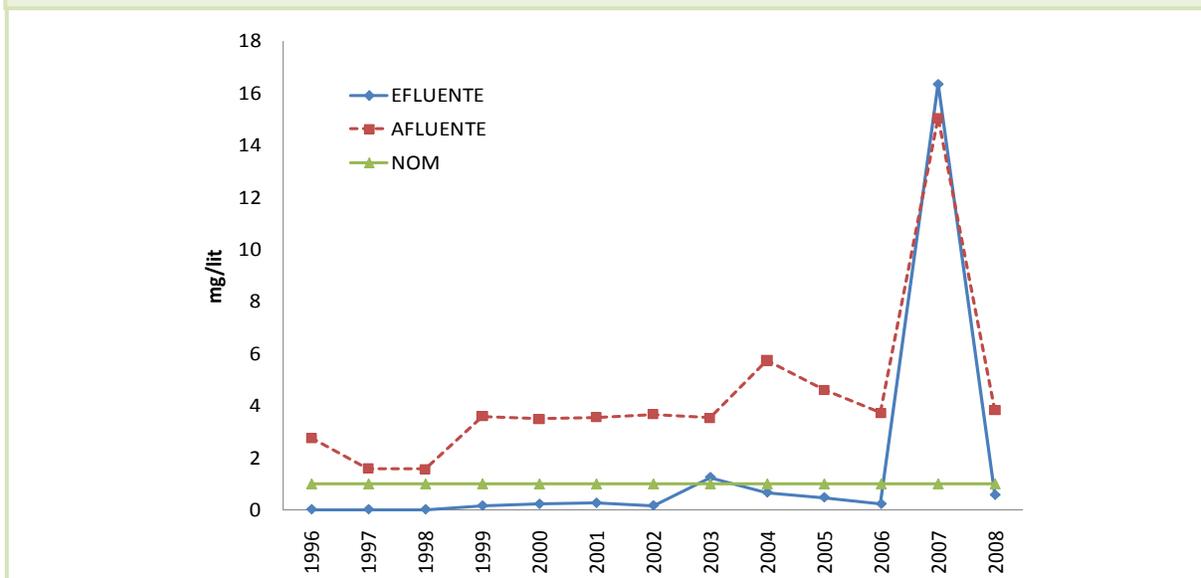
Gráfica 4.23 Análisis de sólidos suspendidos totales para el efluente de la PTAR SAB en el período 1996-2008



En la gráfica se observa que los sólidos suspendidos son el contaminante con menor capacidad de remoción en la la PTAR SAB. Los efluentes generados desde 1999 superan los Límites Máximos Permisibles establecidos por la norma.

Fuente: Elaboración propia con base en los análisis físico, químicos y bacteriológicos de la CESPT.

Gráfica 4.24 Análisis de sólidos sedimentables para el efluente de la PTAR SAB en el período 1996-2008



En la gráfica se observa que los sólidos sedimentables es un contaminante que se ha mantenido dentro de los parámetros de remoción, no obstante en el 2007 se presentó una concentración importante que no pudo ser removida por el sistema. Este tipo de eventos es conveniente evaluar a detalle para determinar sus causas operativas y así evitar futuras ocurrencias.

Fuente: Elaboración propia con base en los análisis físico, químicos y bacteriológicos de la CESPT.

El incumplimiento de las normas de remoción de contaminantes, señalado en las gráficas anteriores, por parte de la PTAR SAB, en los últimos diez años, como se logró corroborar en el momento de la visita a las instalaciones, se debe a deficiencias en la operación y mantenimiento del sistema. Los principales problemas evidenciados son:

1. El sistema de aireación es obsoleto y no cumple con las necesidades de oxigenación en esa etapa del proceso, en parte debido a que no están funcionando, aproximadamente, 30 % de los equipos, lo que reduce su potencial de operación (ver foto 4.4).

Foto 4.4 Laguna de Oxigenación número 1 de la PTAR San Antonio de Los Buenos



En esta foto se puede apreciar que la línea de aireadores ubicada en el centro de la laguna de la oxidación no está en funcionamiento; de hecho, estos equipos de aireación se encuentran montados por vegetación, lo que sugiere que ha transcurrido algún tiempo desde que dejaron de operar.

Fuente: Registro fotográfico propio.

2. Los desarenadores ubicados a la entrada de la planta no están en operación por lo que las aguas residuales entran con mayor carga de sólidos al sistema (ver foto 4.5).

Foto 4.5 Desarenador de entrada a la PTAR SAB



En esta foto se observa que el desarenador de entrada al sistema de saneamiento no está en operación.

Fuente: Registro fotográfico propio.

3. El equipo mecánico para la remoción de lodos no opera desde su adquisición debido a la falta de repuestos en el mercado para su puesta en marcha y de personal para su manipulación.⁷¹ La planta registra en los últimos años un ingreso de volúmenes superior al diseño de operación. Esta sobrecarga hidráulica, se amortigua con la conducción por un canal de excedencias que transporta las aguas residuales que no pueden ser tratadas para descargarlas en el mismo punto donde se disponen las aguas tratadas (ver foto 4.6).

⁷¹ Comentarios obtenidos en la entrevista personal realizada al Ing. Javier Colín, Jefe de Departamento de Saneamiento Fronterizo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), sección mexicana.

Foto 4.6 Canales de conducción de las aguas residuales en la entrada de la PTAR SAB

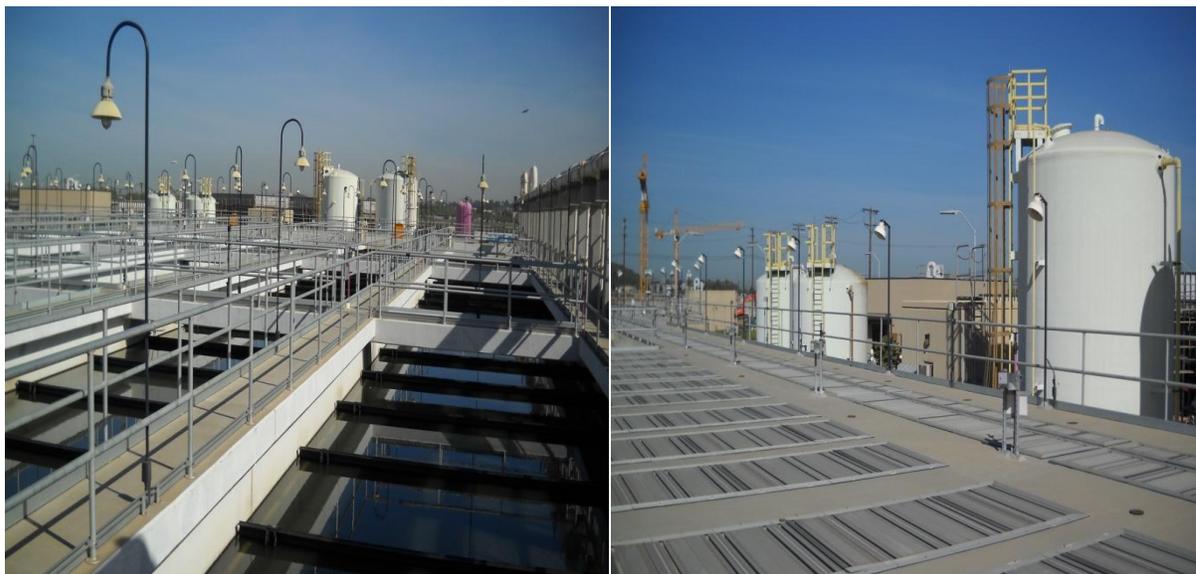


En la foto se aprecian los dos canales de conducción de las aguas negras. El primero dirige el flujo hacia el interior de la planta de tratamiento, mientras el segundo es un canal de excedencias que transporta las aguas fuera del sistema.

Fuente: Registro fotográfico propio.

Es importante resaltar que aunque no se obtuvieron los análisis de laboratorio de los efluentes tratados, de la Planta Internacional para el Tratamiento de Agua Residuales, PITAR, es claro que desde los inicios de su operación no cumple con las normas de remoción de contaminantes. Este incumplimiento se debe a que la planta opera con el sistema primario avanzando, planeado como una etapa preliminar que sería complementada con un tratamiento secundario, para dar cumplimiento a los límites de calidad exigidos por la California Ocean Plan (normatividad del estado de California) por ser esta una planta internacional. En la actualidad la PITAR sigue operando con el sistema preliminar, por lo que sus aguas tratadas no cumplen las normas de calidad de efluentes nacionales ni internacionales (ver foto 4.7).

Foto 4.7 Sistema de tratamiento primario avanzado realizado en la PITAR



En las fotos se observan dos de las principales etapas del sistema de tratamiento de la Planta de Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales, PITAR. La primera foto muestra el funcionamiento de los tanques de sedimentación de sólidos suspendidos y sedimentables, la segunda foto por su parte corresponde al sistema de clarificación y cloración para su posterior transporte por el emisor submarino y final descarga en el Océano Pacífico.

Fuente: Registro fotográfico propio.

El Quim. Jesús Meléndez,⁷² afirma que a pesar de que se le denomine primario avanzado al tratamiento de las aguas residuales de la PITAR, las características de las aguas tratadas y sus subproductos como los lodos, siguen correspondiendo a un sistema primario. Como consecuencias, a pesar de que se realice dosificación de químicos y un completo proceso de remoción de sólidos, no hay degradación de la materia orgánica. Al finalizar el tratamiento sigue estando presente altas cantidades de bacterias que reducen el potencial de reuso del agua tratada. Para dar cumplimiento a estas normas ambientales y a los acuerdos internacionales, actualmente se está construyendo el modulo de tratamiento secundario que entrará en operación para el 2011 (ver foto 4.8).

⁷² El Quim. Jesús Meléndez es funcionario de la Comisión Estatal del Agua, encargado del control físico, químico y bacteriológico de las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales del Estado de Baja California. Esta información fue obtenida a través de entrevista personal realizada en las instalaciones de la CEA.

Foto 4.8 Construcción del sistema secundario de la PITAR



En las fotos se presenta las actividades que actualmente se están desarrollando para la construcción del modulo de tratamiento secundario de las aguas residuales en la PITAR, para dar cumplimiento a lo acordado en el Acta de la CILA No. 283.

Fuente: Registro fotográfico propio.

4.2.3 Proyección de la oferta y la demanda del sistema de saneamiento 2030

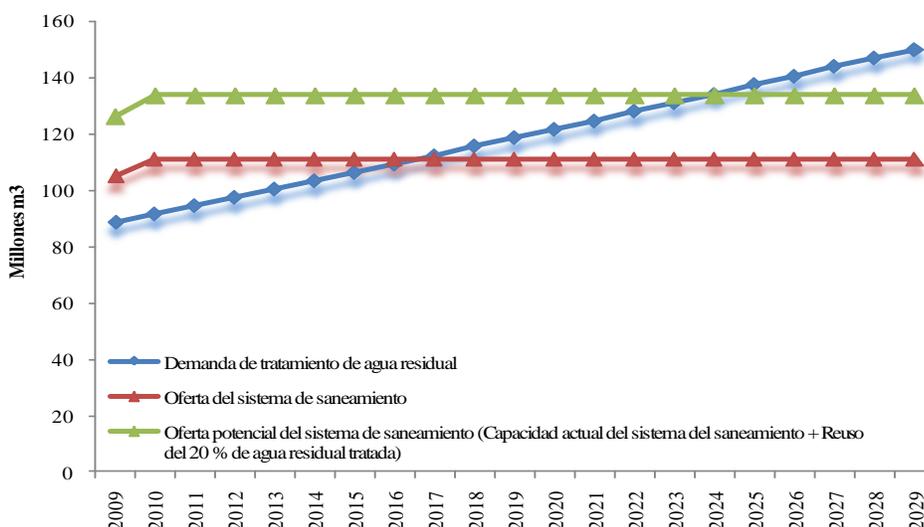
La capacidad futura para el tratamiento de las aguas residuales en la ciudad Tijuana, cuenta con diferentes opciones reales que presentan un horizonte favorable. La planta Monte de Los Olivos, puesta en operación el año 2009, trata actualmente sólo 50 % de los 480 lit/seg de su capacidad de diseño, lo que implica una capacidad disponible a usar. Asimismo, se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales La Morita que fue inaugurada el 28 de abril del presente año,⁷³ atendiendo las necesidades de aproximadamente 200 mil habitantes ubicados en 18 colonias de la zona este de Tijuana. Su capacidad de tratamiento es de 254 lit/seg. Con la operación de esta planta se logrará el tratamiento del 90 % de las aguas residuales de la

⁷³ Nota publicada en el periódico local, El Sol de Tijuana, de fecha 28 de Abril de 2010. Donde además se señala que para la construcción de este proyecto se invirtió cerca de 5.7 millones de dólares, provenientes de recursos federales, del crédito japonés y de la CESPT. En la planta se instaló un vivero automatizado que contribuirá a la producción de 700 mil árboles anuales para proyectos de reforestación de Tijuana, actividades complementarias que le merecieron ser reconocida como un “Centro Ecológico y recreativo sustentable”.

ciudad, según manifiesta el Ing. Durán. Por su parte, el Ing. Medina,⁷⁴ destacó que con la operación de las plantas de tratamiento Arturo Herrera, La Morita y próximamente El Tecolote-La Gloria, y la conclusión de colectores de recolección y transporte se eliminarán las descargas de aguas residuales que aún vierten al río Tijuana.

Con los datos señalados es evidente que el incremento en las PTAR contribuye a reducir los niveles de derrame de aguas residuales al ambiente, además de repotenciar la capacidad de reuso de agua. No obstante, el análisis de la eficiencia del sistema de saneamiento en escenarios futuros, con base en las tendencias actuales de consumo y reuso, presenta un panorama en el que la capacidad de la oferta -tanto la actual como la potencial por la puesta en marcha de las plantas que están en construcción-, será rebasada por la demanda del servicio en el corto plazo.

Gráfica 4.25 Proyección de la oferta y demanda futura del sistema de saneamiento para el horizonte del 2010 al 2030, con la vinculación de fuentes alternativas de agua



La demanda de saneamiento fue calculada como 83 % de los volúmenes vertidos, siendo esta la eficiencia actual de recolección del sistema de alcantarillado. A su vez los vertimientos corresponden al 80 % del volumen de agua potabilizado (ver detalles de su cálculo en la gráfica 4.15). La oferta potencial fue calculada sólo restando a los volúmenes de tratamiento, los volúmenes reducidos por actividades de reuso que estimamos en 20 % promedio anual. Los datos de oferta del sistema de saneamiento fueron tomados de la capacidad instalada en infraestructura de la CESPT.

Fuente: Elaboración propia.

⁷⁴ El Ing. Juan Medina es jefe del Departamento de Control de Descargas de la CESPT.

Como se muestra en la gráfica anterior, con tan sólo la reducción del 20 % de los volúmenes de agua residual, por la implementación de políticas de reducción del consumo y/o reuso, se contribuiría a mantener la capacidad útil del sistema de saneamiento en el largo plazo. Por tanto, el uso eficiente del agua potable y residual, se presenta como una opción importante para mantener la capacidad de los sistemas de saneamiento y reducir los costos operativos, al tiempo que se contribuye de manera integral a mitigar la presión en las fuentes de agua.

4.2.4 Iniciativas y logros hacia el reuso de las aguas residuales tratadas

4.2.4.1 Las iniciativas hacia el reuso

Los proyectos sobre el aprovechamiento del agua residual tratada de Tijuana, se iniciaron formalmente por la Comisión Estatal del Agua de Baja California desde el año 2003. Tiempo en el cual se hizo el estudio para la “Conducción de agua residual tratada de los efluentes de la ciudad de Tijuana, para reuso en riego agrícola en Valle de Guadalupe”. Proyecto que abriría un importante panorama de aprovechamiento ya que además de abastecer a una zona en donde se está abatiendo el nivel freático, se aportaría una fuente de agua tratada confiable en cantidad y calidad para el desarrollo de la industria vitivinícola. A pesar de sus evidentes beneficios sociales y ambientales el proyecto en la actualidad es sólo un esquema conceptual de la idea estudiada desde ese entonces.

Las iniciativas de reuso de la CEA encontraron freno a su desarrollo debido a cambios en la estructura organizacional. El cambio de dirección del organismo, en el año 2005, de acuerdo al Ing. Cervantes,⁷⁵ trajo consigo nuevos criterios operacionales, los cuales, aunque en un principio no desconocieron el tema del reuso, terminaron por conducirlo a un plano de menor relevancia. Esto según el funcionario debido a dos aspectos principales, el primero relacionado con los resultados de nuevos estudios económicos que daban cuenta, de acuerdo al director de la época, de la insostenibilidad financiera del proyecto. El segundo motivo fue la

⁷⁵ Declaraciones obtenidas a través de entrevista personal realizada al Ing. Daniel Cervantes González, director del Instituto Estatal del Agua de Baja California, quien además afirma que la reestructuración de la planta laboral, realizada en esa época, contribuyó a detener el avance en el reuso del agua tratada en Tijuana, debido a que funcionarios que manejaban el tema fueron despedidos o designados a otras funciones.

reestructuración laboral que redujo el personal que estaba encargado de los proyectos de reuso. En la actualidad, se trasladó esta iniciativa a la Secretaria de Desarrollo Económico de Baja California, SEDECO, para la gestión de recursos del gobierno Estatal y Federal en la elaboración del proyecto ejecutivo.⁷⁶ De esta forma se pretende dar viabilidad económica al reuso del agua tratada de Tijuana.

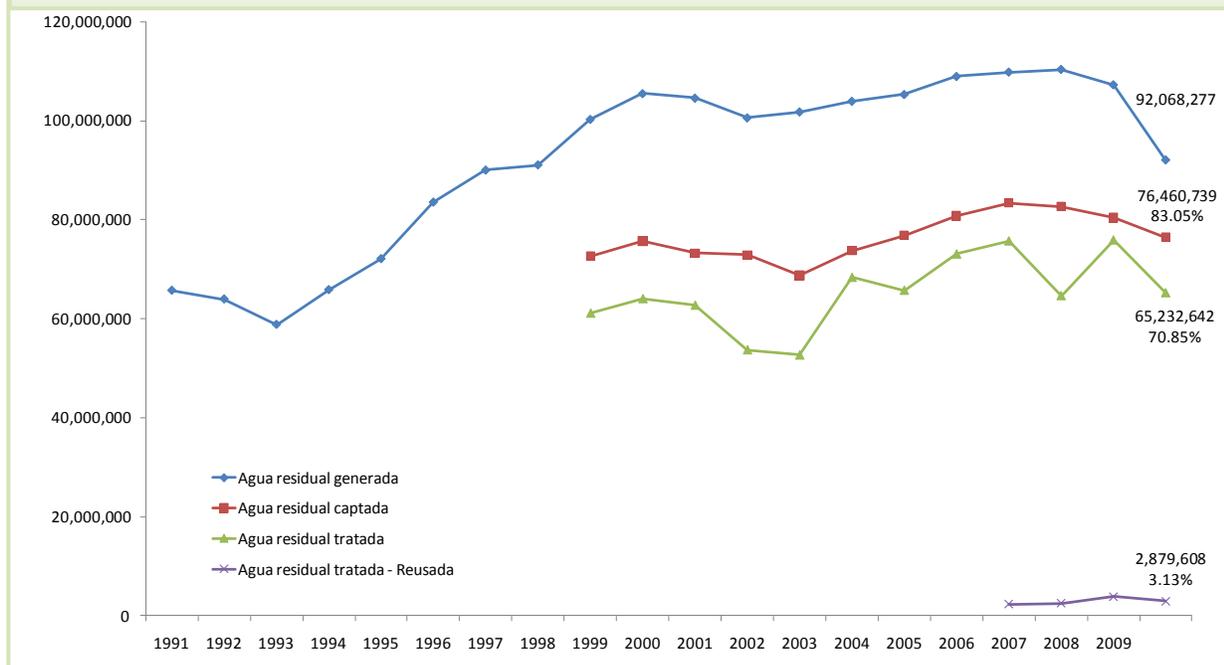
De igual forma se han realizado otros estudios de reuso que no han tenido eco dentro de los organismos del agua y de gobierno en Tijuana. Entre estos se encuentra el “Estudio de Factibilidad para el Reuso de Aguas Tratadas dentro de la zona urbana de Tijuana” y el “Estudio Geohidrológico de la zona comprendida entre el Rancho Santa Anita, presa Abelardo L. Rodríguez y el Valle de Las Palmas, Baja California”.

4.2.4.2 Los logros en el reuso del agua residual

El reuso del agua es una actividad que comenzó a ser realizada por la CESPT en la ciudad de Tijuana, desde el año 2007 con la implementación del Proyecto Morado. El agua tratada por el sistema de saneamiento, equivalente al 83.05 % (65,232,642 m³) del agua residual que entra a las plantas de tratamiento, ha sido reusada solamente un 3.13 % (2,879,608 m³) promedio anual del período 2007 al 2009 (ver gráfica 4.26), el agua restante es vertida al Océano Pacífico.

⁷⁶ Información obtenida a través de entrevista personal realizada al Quim. Jesús Meléndez, quien señala además que, aún no se tiene conocimiento de avances sobre el proyecto más que algunas estimaciones de costos.

Gráfica 4.26 Tendencia de la oferta de agua potable en comparación con la oferta de los servicios de alcantarillado, saneamiento y reuso



En la gráfica se observa claramente la brecha existente entre los volúmenes de agua abastecidos por el sistema de agua potabilización y el volumen de aguas residuales que actualmente está siendo reintegrado a la ciudad a través del reuso en actividades como el riego de áreas verdes.

Fuente: Elaboración propia con base en información en los indicadores del sistemas de saneamiento de la CESPT

El Proyecto Morado originalmente planeado para el aprovechamiento del 20 % del agua tratada en la Zona Río de Tijuana y la Mesa de Otay, ha quedado reducido al desarrollo de actividades de riego en áreas verdes y zonas recreativas de menor tamaño. Los altos costos de construcción de las líneas de distribución en comparación con los bajos beneficios económicos, la práctica inexistencia de grandes usuarios de esta agua y la falta de apoyo gubernamental son factores a los que alude el Ing. Durán como responsables de este rezago.

A pesar de las dificultades, se cree importante destacar la favorable percepción institucional hacia el reuso como una medida necesaria para reducir la presión de las fuentes de agua. Así para el Ing. Espinosa, de la CILA, actualmente se están dando las condiciones para promover en mayor grado el aprovechamiento de las aguas tratadas, tema además visto desde la CESPT por

el Ing. Durán como la responsabilidad social del organismo. Estas por mencionar sólo algunas de las posturas optimistas que se está creando alrededor del tema de reuso, que muy probablemente se verá reflejado en mayores sinergias y conjugación de esfuerzos para su gestión.

Adicional a esto, en la ciudad existe una muy pequeña demanda del agua cruda, es decir, sin tratamiento previo. Estos usuarios pagan 57 centavos por metro cúbico de agua cruda, lo que representa para ellos una gran economía si se compara con el precio del agua tratada, establecido para el presente año en 3.2 pesos por metro cúbico.⁷⁷ Los usuarios que hacen este tipo de aprovechamiento son principalmente los constructores, para las actividades de movimiento de tierras, estabilización de taludes, control de emisiones, compactación de terraplenes. También hacen uso de este servicio el Club Campestre, el Aeropuerto, Real del Mar y el Parque Morelos, los cuales compran el agua cruda y la reinyectan a su PTAR privada para hacer riego de sus áreas verdes. De esta forma se abre una oportunidad para fomentar nuevos grupos de usuarios de diferentes calidades de agua.

4.2.5 Conclusiones y discusión

La gestión de las aguas residuales en Tijuana se ha desarrollado bajo una visión cortoplacista y segmentada. En la que ha predominado en la mayor parte de su historia una lógica reactiva para dar solución a los problemas inmediatos de contaminación generados por el derrame y fugas de aguas residuales. Esta gestión ha conducido a que el sistema se caracterice por mantener un rezago en la cobertura de la red de alcantarillado, el incumplimiento de las normas de remoción de contaminantes de las aguas residuales y el incipiente aprovechamiento de las aguas tratadas.

De esta forma, a pesar de la tendencia creciente del servicio de alcantarillado, sus proporciones no se desarrollan paralelamente con el incremento de las demandas. Lo que genera dos efectos importantes a notar. El primero está asociado con el rezago en la prestación

⁷⁷ Datos obtenidos en la entrevista personal realizada al Ing. Juan Medina, Jefe de Departamento de Control de Descargas de la CESPT.

del servicio para 12 % de la población ubicada en el extremo sur y este de la periferia de la ciudad. Y el segundo relativo a la obsolescencia de cerca del 46 % de la red de tuberías ubicadas en su mayor parte en el área céntrica.

Esta distribución espacial del servicio, ha conducido, desde dos extremos geográficos a tener como factor común las ineficiencias del sistema de drenaje, con el consecuente vertimiento de aguas residuales al ambiente. Problemática que a pesar de estar presente desde años atrás e incluso, ser motivo de conflictos binacionales, aún no consigue una respuesta satisfactoria para su corrección.

El sistema de alcantarillado está centralizado geográficamente en el área céntrica de la ciudad, el rezago en el mantenimiento y reposición de la tubería, aunado a la sobrecarga de su caudal de diseñado, hace frecuente el derrame de aguas negras. A pesar de que estos vertimientos son bajos en volumen pueden representar un impacto social en el corto plazo de magnitudes importantes. Se debe considerar que la población asentada en esta zona representa los mayores consumos de agua potable, lo que en contraste con el cumplimiento de la vida útil de la red, causará muy seguramente mayores fallas en el sistema de drenaje.

Este proceso de centralización de la infraestructura ha conducido a que la población de la zona este y sur de la ciudad sea la principal afectada por el rezago en la cobertura. Área en la cual también se asienta gran parte de la población irregular que no tiene acceso al sistema de drenaje. Por tanto, las descargas de aguas residuales de este sector de la población, representadas 17 % del total del agua residual generada en la ciudad, son dispuestas directamente al ambiente. Por lo tanto, estas zonas se exponen como prioritarias a vincular en programas de control de descargas y apoyo a sistemas de manejo alternativos de aguas residuales, con miras a corregir sus efectos negativos en el ambiente y la comunidad.

Por su parte, el sistema de saneamiento se ha caracterizado por ser un proceso relativamente reciente en comparación con la historia del drenaje, así como por la ineficiencia en el cumplimiento de sus parámetros de diseño y operación. Hasta el 2009 el saneamiento fue realizado principalmente por la PTAR SAB y la PITAR, cuyos procesos de tratamiento desde sus

inicios hasta la actualidad no cumplen los límites de remoción de contaminantes. Después de este año han entrado en operación dos plantas más que han permitido aumentar la oferta de saneamiento al 95 % del total de vertimientos generados.

A pesar de los beneficios sociales y ambientales que representa aumentar la capacidad del saneamiento, se debe tener presente que desde una visión de sustentabilidad se exige un reto mayor en cuanto a su mantenimiento y operación efectiva. Esto que conduzca por ejemplo, a cumplir efectivamente las normas de remoción de contaminante que haga factible el reuso.

En términos generales el aprovechamiento del agua tratada en Tijuana es una iniciativa muy reciente, que no ha logrado alcanzar proporciones representativas en términos económicos, ni ambientales. A pesar de los altos costos invertidos en el sistema de saneamiento, sólo 4 % del agua es reusada, esto además de generar pérdidas económicas operativas, no permite alcanzar volúmenes de reintegración que hagan del reuso una práctica sustentable. Sobre lo cual se deben considerar posturas como las de Larsen y Gujer (1997) que plantean que la gestión de la demanda del servicio de agua potable debe estar integrada con el sistema de saneamiento a través del mayor aprovechamiento de las aguas residuales.

La limitada aplicación del reuso en la ciudad se ha debido principalmente a que el tema no había sido visionado como prioritario dentro de la planeación del servicio de agua y en consecuencia no había tenido cabida formal y continua en los organismos del agua del ámbito local. No obstante, actualmente el tema presenta como principales oportunidades, el apoyo institucional y el interés de algunos sectores privados para el reuso de esta agua, aspectos que le pueden imprimir factibilidad económica y operativa en términos futuros.

Finalmente relación a lo expuesto, es claro que la discusión se debe centrar en resolver el cuestionamiento de ¿Cuánta agua tratada puede ser realmente aprovechada en Tijuana? Sobre lo cual es importante recordar que se genera un promedio de 3,300 lit/seg de agua tratada. Cuestionamiento que desde la óptica de autores como Wolff y Gleick (2002) y Brooks (2005), pueden estar resueltos mediante la consideración de diferentes tipos de calidades de agua para

abastecer a diferentes tipos de usuarios con necesidades igualmente diferentes, como riego, lavado, industria, etcétera.

Desde nuestra perspectiva, para condiciones de escasez de recursos hídricos, pensar en el reuso del agua tratada como un recurso de primera mano es imprescindible. Como se detalló en la gráfica 4.26, el uso actual del agua en Tijuana en términos de reintegración al ciclo hidrológico de la ciudad es altamente ineficiente, por lo que incluir en el sistema de potabilización, volúmenes de agua tratada en pequeñas cantidades, como se mostró en la gráfica 4.16 y 4.25, se traduce en la prolongación de la capacidad de la infraestructura para atender las demandas en términos de largo plazo. Representando beneficios económicos directos para el organismo operador, así como ambientales por la reducción de los niveles de explotación de las fuentes de recursos hídricos originales. Con respecto a esta posibilidad es claro que se cuenta con ventajas como el desarrollo de una gran cantidad de infraestructura de saneamiento pero también con desventajas como la ineficiencia en el saneamiento de las aguas residuales y la falta de una cultura del reuso.

4.3 Estructura institucional y planeación del agua

En el contexto de la problemática del agua bajo la perspectiva sistémica, se requiere además de vincular aspectos relativos a las características ambientales y las dimensiones sociales relativos al recurso, la integración con elementos administrativos que permitan explicar la complejidad de los procesos relacionados. Para Schteingart (1991), por ejemplo, estas perspectivas son indisociables en el estudio integral de los servicios urbanos, como el agua, en el contexto de la problemática ambiental que generan. De esta forma, en el presente apartado, se presentará desde el enfoque administrativo la prestación del servicio de agua. Partiendo por el marco normativo y programático, siguiendo con el entramado institucional. Se finaliza enfocando el análisis en la operación del servicio por parte del organismo operador de Tijuana.

4.3.1 Marco legal

La gestión del agua en México, ha estado marcada por distintos cambios de políticas públicas y arreglos institucionales para la gestión del agua. Pudiéndose señalar a la Constitución Política de 1917 como punto de partida de la política hidráulica nacional, seguida de un proceso de evolución durante las últimas nueve décadas, que intentaron transitar desde la concepción del agua como un insumo para la oferta de servicios públicos, hacia un enfoque que busca integrar la conservación de los recursos hídricos y la participación social en su manejo. Sin embargo, en la actualidad esta visión de gestión aún dista de los propósitos de sustentabilidad sobre los cuales fue fundamentado.

De esta forma, los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento en México tienen en principio como marco jurídico los Artículos 27, 73 y 115 de la Constitución Política de 1917.⁷⁸ Y las posteriores reformas y adiciones del Artículo 115 referidas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 5 de enero de 1983, que asignaron las responsabilidades a los municipios del manejo de los servicios públicos de agua potable, como viraje hacia la descentralización de los servicios urbanos.

Este proceso de descentralización del manejo de los servicios en las instancias municipales, podría decirse que es un proceso inconcluso. La descentralización se ha promovido en el contexto municipal bajo difíciles aspectos financieros, administrativos y de disponibilidad de recursos hídricos (Carabias y Landa, 2005; Barkin y Kloster, 2006), subvalorando aspectos sociales y ambientales (Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, 2003). Condiciones que no han permitido desarrollar las herramientas de gestión sustentable del recurso.

Asimismo, el reforzamiento de las políticas del Estado Benefactor de mediados del siglo XX

⁷⁸ El Artículo 27, determinó como propiedad de la nación las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, confiriendo así el derecho de su manejo a la autoridad federal. En el Artículo 73 se establece como una de las facultades del Congreso expedir leyes sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal. Finalmente, en el Artículo 115, en su literal III se estipula que los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales artículo que ha tenido varias modificaciones siendo la más reciente en 1999.

(Bustillos, 2009) -que posicionaban al gobierno como responsable de la inversión en infraestructura hídrica para el abastecimiento del servicio de agua-, así como el mantenimiento del centralismo, condujeron a la normatividad mexicana hasta finales de los ochenta hacia un modelo de gestión de la oferta de agua, que concentraba su control en el orden federal.

En términos generales, en la evolución del marco normativo se distinguen dos aspectos relevantes a señalar: el primero está relacionado con la construcción de la estructura institucional del agua y el segundo, con las leyes regulatorias creadas para su operación y el manejo del recurso. Ha sido especialmente importante la creación en 1989, mediante Decreto Presidencial, de la Comisión Nacional del Agua (Conagua),⁷⁹ organismo descentralizado para la administración y preservación de las aguas nacionales, que puede ser considerado como la línea divisoria entre los organismos ya constituidos, que se caracterizaban por tener intereses en el manejo del agua como un insumo principalmente productivo.

Así como la publicación de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), en el DOF del 1° de diciembre de 1992 y su reglamento publicado en 1994, que representa el principal marco regulatorio para el manejo de los recursos hídricos de la nación. Dentro de las orientaciones más importantes de esta ley está la atención a la calidad del agua,⁸⁰ las concesiones y los derechos para su uso, además de promover la gestión coordinada, integral y transversal entre los organismos que la administran. Para lo cual, orienta la gestión del recurso a través de las cuencas hidrográficas como unidades administrativas. Enfoque que condujo desde 1998 a la delimitación del país en regiones con base en criterios administrativos e hidrológicos (Semarnat, 2006). Dentro de esta configuración, se estableció además la creación de los Consejos de Cuenca, como organismos descentralizados que tendrían entre sus funciones la coordinación de las políticas hídricas en los tres órdenes de gobierno y su vinculación con la participación social.

⁷⁹ Conagua fue el resultado de la evolución de un conjunto de arreglos institucionales que habían iniciado desde 1946 con la Secretaría de Recursos Hídricos, como respuesta a la problemática de contaminación del agua generada por el uso en el sector agrícola (Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, 2003).

⁸⁰ Tortajada (2002) señala que las estrategias de la LAN siguen los principios de: i) la vigilancia y evaluación sistemática de la calidad del agua; ii) el establecimiento de un conjunto de normas para la calidad del agua; iii) el establecimiento de un permisos y cobros para el manejo de las descargas de aguas residuales; y finalmente, iv) la construcción de plantas tratadoras y sistemas de drenaje.

Por tanto, la LAN se articula a nivel nacional con otras leyes como la Ley Federal de Impuestos y la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente (LGEEPA), para regular aspectos económicos y ambientales relativos al manejo de las fuentes de agua y las descargas de aguas residuales. Sin embargo, la falta de congruencia entre estas leyes ha sido una preocupación advertida por autores como Tortajada y Biswas (2004) quienes manifiestan que no existe consenso en la caracterización de las fuentes de agua, en los parámetros de evaluación y control de las aguas residuales, así como tampoco en la asignación de impuestos.⁸¹ Lo cual refleja las deficiencias en la transversalidad del entramado institucional y el marco jurídico.

Desde otro análisis, es interesante notar que, a pesar de que los principios sobre los que se sustentan la política hídrica nacional,⁸² se orientan a la sustentabilidad y la participación social, aún continúan más ligados a la lógica del tratamiento de la contaminación, que a la prevención de su ocurrencia. Bajo el marco del tradicional principio “quien contamina, paga” se pretende abordar las problemáticas de contaminación y uso irracional de agua, de lo cual se puede esperar la continuidad en la sobreexplotación y deterioro de las fuentes de agua por el incremento en los volúmenes de extracción y contaminación. Asimismo, la delegación de funciones de control de descarga de aguas residuales en el orden federal, como se planteó en el apartado de saneamiento, limita los controles en el nivel local, aumentando las posibilidades de deterioro de las fuentes de agua.

4.3.2 Planeación y programación hidráulica

La visión estratégica de la gestión del agua, en los planes y programas de desarrollo, desde el orden nacional al local, ha sido hasta cierto punto sesgada a lo que a todas luces aún corresponde a una gestión tradicional. Persiste la orientación hacia el incremento de la

⁸¹ Tortajada y Biswas (2004), presentan como ejemplo de la incongruencia entre estas legislaciones, que en cuanto a la descarga de aguas residuales, la LGEEPA considera parámetros ecológicos y la clasificación de lugares, mientras que la LAN sólo contempla los lugares y la Ley Federal de Impuestos, por su parte, estableció su propia lista de lugares de recepción. En lo que se refiere a los instrumentos regulatorios, las dos primeras leyes trabajan con base en las NOM mientras que la Ley Federal no las reconoce; asimismo varían los criterios en torno a las sanciones y multas.

⁸² Estos principios han sido planteados en el Artículo 14BIS 5, de la Ley de Aguas Nacionales.

cobertura de las demandas a través de la extracción de mayores volúmenes de agua. Se trabaja bajo proyecciones temporales cortoplacistas que reducen la posibilidad de visionar los impactos a las fuentes de agua en términos futuros. Siendo evidente además, la falta de articulación entre los diferentes organismos del agua para una planeación coordinada.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, en su eje cuatro denominado “Sustentabilidad Ambiental” plantea un manejo integral del agua a través de la reducción de los niveles de contaminación y el aumento del reuso de las aguas residuales. Sin embargo, sus objetivos y estrategias se abocan al aumento de las infraestructuras y el mejoramiento de sus tecnologías para la potabilización y tratamiento de las aguas residuales. Desde nuestra perspectiva, representaría beneficios importantes a la sustentabilidad de los recursos hídricos el considerar además, directrices claras para la cultura racional del agua, con miras a reducir la tendencia de la demanda, al igual que generar un cambio de conciencia social hacia su conservación.

Bajo este marco, el Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2008-2013, presenta en su componente de agua potable y saneamiento, objetivos enfocados hacia el aumento de la cobertura, a desarrollar mediante la integración de nuevas fuentes de abasto y la construcción de infraestructuras de potabilización, distribución y saneamiento. Se plantea la desalación de agua de mar, para el abastecimiento de las crecientes demandas de la región, al igual que el reuso de agua residual. No obstante, el reuso propuesto no se considera como una importante fuente alternativa de agua para la región y por el contrario se mantiene el enfoque constructivo hacia la búsqueda de nuevas y mayores fuentes de agua.

Para el ámbito de Tijuana, en el Plan de Desarrollo Municipal 2008-2010, la gestión del agua está de cierta forma relacionada con el eje dos “Bienestar y derechos sociales” y su tercer objetivo “Fortalecer las políticas públicas para ampliar e incidir en los bienes colectivos de la ciudad, tales como equipamiento, servicios, y protección del medio ambiente”. En el Plan es evidente que la gestión del agua no se proyecta más allá de soluciones estructurales y técnicas con el fin de incrementar los índices de cobertura de la demanda del servicio de agua. El uso sustentable de los recursos hídricos, no ha sido tomado en cuenta en la agenda pública del gobierno municipal de Tijuana como un tema prioritario.

Dentro de los programas del sector agua potable desarrollados por la Conagua, se encuentra una gran variedad de estudios relacionados con la gestión hidráulica del recurso, siendo relevante resaltar el Programa Nacional Hidráulico 2007-2012 (Conagua, 2007). En este documento se promueve desde una óptica integral el manejo sustentable del agua en cuencas y acuíferos, a través de esquemas de cooperación y el fomento a la reducción de la demanda, vinculando además la evaluación de los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico.

Sin embargo, estos propósitos no se materializan con la misma claridad en el Programa Estatal Hidráulico 2008-2013, para Baja California. Los objetivos del programa se concentran hacia la ampliación de la cobertura de los servicios de agua a través de la introducción de nuevas fuentes de abastecimiento, entre las cuales se vislumbra la desalación. Es notorio que acciones orientadas hacia el uso eficiente del agua y el reuso más allá de la intensión de su promoción, no son aún contempladas bajo planes estratégicos que posibiliten su realización. Asimismo, la gestión integral que promueve a través de la concurrencia de los tres órdenes de gobierno relacionados con el manejo del agua, para el caso de Tijuana, aún es un propósito que queda remitido principalmente a la elaboración de los planes y programas hidráulicos.

Asimismo, Conagua ha promovido programas para la modernización de los organismos operadores del agua, siendo relevantes, el Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU) y el Programa de Modernización de Organismos Operadores de Agua (Promagua), a través de los cuales a nivel local, se han invertido importantes recursos económicos para el incremento de infraestructuras de agua potable y saneamiento.

Finalmente, en lo referente a la articulación de las instituciones gubernamentales y los usuarios del servicio de agua desde el ámbito de acción regional hasta el internacional, la Conagua ha establecido el Sistema de Información Nacional (SINA) y el Sistema Regional de Información sobre el Agua (SRIA). Ambos sistemas se orientan al establecimiento y operación de redes de trabajo para la consolidación y difusión de información sobre el sector agua. Pero para el caso de Tijuana, su operatividad y efectividad resultan inciertas debido a que no se han presentado resultados sobre la operación y evaluación de estas redes de gestión.

4.3.3 Marco Institucional desde el orden nacional al local

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat),⁸³ es la dependencia del orden nacional que tiene como propósito fomentar una política ambiental integral e incluyente para la protección y conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales. Por su parte, la Conagua es la máxima autoridad del agua adscrita a la Semarnat.

Este organismo desarrolla las políticas hidráulicas enfocadas a la escasez y contaminación del agua, a la cultura del despilfarro y la necesidad de valorar el recurso, buscando una gestión corresponsable, incluyente y descentralizada (Aboites, 2004; Carabias y Landa, 2005). Por otro lado, su gestión también es objeto de críticas por autores como Barkin (2006) que señalan que se continúa dirigiendo el problema del agua hacia el tema de la demanda y Boris (2004) que manifiesta que ha sido deficiente en la incorporación de los diferentes actores en el manejo de los recursos hídricos.

Como se logró observar para el caso de estudio, la Conagua no considera mecanismos para la reducción de los consumos de agua, ni criterios que condicionen su manejo con base en el nivel de escasez del recurso, además no integra de forma eficiente los organismos que tienen injerencia en el manejo del agua del municipio.

En el ámbito estatal y regional se encuentra las Comisiones Estatales de Agua (CEA),⁸⁴ que impulsan la descentralización de funciones y programas hacia los gobiernos estatales,

⁸³ La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), creada en 1994, debido a cambios en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, referidos en el DOF del 7 de enero de 2000, cambia su nombre a Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), modificación que además, trataba de incidir en las causas de la contaminación y la pérdida de ecosistemas y biodiversidad, incluyendo el tema ambiental de forma transversal en las agendas de trabajo social del gobierno.

⁸⁴ La Comisión Estatal del Agua, CEA, del estado de Baja California fue creada mediante el Decreto del 2 de marzo de 1999, esta cumpliría las facultades normativas de la Comisión de Servicios de Agua del Estado, COSAE, la cual en adelante tendría exclusivamente funciones operativas en materia de distribución de agua en bloque. El 20 de octubre del 2004 y posteriormente, el 23 de enero del 2006 se hacen modificaciones al decreto de creación de la CEA. Mediante estas modificaciones se adiciona operativa y administrativamente la COSAE a la CEA. La Comisión Estatal, opera actualmente como un órgano público descentralizado, cuyas funciones principales son la gestión para la conducción y distribución de agua en bloque a la población del Estado, planear y coordinar los sistemas de agua potable, recolección de aguas residuales, saneamiento y reúso (Reformas al Decreto de Creación de la Comisión Estatal del Agua de Baja California, 2006).

municipales y los usuarios, haciendo uso de los Consejos de Cuenca. Dentro de este marco institucional la Conagua, con la finalidad de descentralizar la política del agua y conferir responsabilidades en las cuencas, tiene como estructura operativa a las oficinas centrales, los organismos de cuenca y las direcciones locales, cuyas funciones primordiales son la administración y preservación de las aguas en las regiones hidrológicas-administrativas. Por lo que, la prestación del servicio público de agua, para el caso de México, puede ser realizada por organismos públicos, privados o una combinación de ambos.

En Tijuana la operación del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, se lleva a cabo por parte de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT). Por esto a pesar de ser un órgano de ámbito local, su descentralización es del orden estatal.

Discutir sobre que tan conveniente es la descentralización de la gestión de los servicios del agua hasta el nivel local, es un tema muy complejo que ha sido abordado principalmente, desde el enfoque histórico. Habiendo por tanto, pocos estudios que analicen su impacto en la mejora operativa de la prestación del servicio y el empoderamiento de los usuarios en su gestión. Por lo que nos ajustaremos, con respecto a este tema, sólo a inferir que para el caso de Tijuana, la CESPT como órgano desconcentrado ha presentado mejores resultados que los que quizás pueda desarrollar el municipio. Cuya gestión, históricamente, ha estado desligada de la prestación de los servicios de agua, desvirtuándose por tanto, su capacidad de mayor entendimiento de la problemática, como uno de las mayores ventajas de la descentralización.

Ahora, si bien este nivel de descentralización conduce a que la gestión del organismo operador encuentre eco en los planes y programas hídricos estatales, no ocurre el mismo efecto en el orden municipal por la nula injerencia que tiene el municipio en el organismo operador. Por otra parte, el trabajo coordinado y transversal entre la CEA de Baja California y el Organismo de Cuenca de la Península de Baja California con la CESPT, es un proceso incipiente que de acuerdo al Ing. Daniel Cervantes, se reduce principalmente a la elaboración de los planes hídricos en cada período de gobierno.

En el marco regional, debido a los históricos consensos entre México y Estados Unidos en relación a la política hidráulica internacional se ha consolidado un entramado organizacional con enfoque binacional para la atención de la problemática común del agua. Esta estructura está compuesta principalmente por la relación entre la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) y la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF).

La CILA es el órgano mexicoamericano más antiguo e importante en el sistema de gestión binacional del agua, su participación ha sido directa en la administración y cumplimiento de los acuerdos internacionales en relación con la asignación del agua; actuando en consecuencia como mediador para la resolución de conflictos relativos al uso del agua y los problemas de saneamiento. Ejemplo de ello fue su intervención en la década de los ochenta, para la resolución de los problemas surgidos entre las ciudades de Tijuana y San Diego, por el derrame fronterizo de aguas residuales.

Este organismo trabaja de forma coordinada con dos representaciones técnico diplomáticas, una de cada lado de la frontera, caracterizadas por diferentes niveles de apertura en cuanto al acceso de información y su acercamiento con la sociedad. Es evidente que en la representación estadounidense, existe una mayor libertad en la comunicación de los datos y estudios relativos a la cantidad y calidad del agua, con respecto a su contraparte mexicana, en la cual existe un mayor control burocrático, que restringe el acceso a la información.

Por su parte, la COCEF en conjunto con el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) han aportado recursos económicos importantes para el desarrollo de proyectos de infraestructura hídrica de la CESPT, resultando esto en beneficios mutuos en la zona fronteriza, debido a la reducción de impactos ambientales por el vertimiento de aguas residuales. La contribución de esta gestión, para el caso de Tijuana, se ha visto reflejada en la reducción de la descarga de aguas contaminantes sobre cañones naturales y el cauce del río Tijuana, así como al aumento en los niveles de reúso del agua tratada (CESPT, 2006). Otros de los organismos binacionales que se han establecido en los últimos años son el Consejo Fronterizo del Agua, constituido por representantes de los servicios públicos de ambos lados de la frontera y el

Consejo Consultivo de la Cuenca Binacional del Río Tijuana, importante por representar la vinculación del sector académico en el estudio binacional del agua.

Como se puede apreciar son relevantes los esfuerzos realizados a nivel binacional por establecer un marco de cooperación y estudio del problema del agua, lo que a todas luces representa un potencial beneficio a largo plazo; sin embargo, este escenario de desarrollo institucional también denota cierto grado de lentitud en su evolución y en el establecimiento de vínculos intersectoriales, debilidades que requieren ser superadas para que la gestión binacional se oriente cada vez más hacia objetivos con un carácter de conservación y calidad de las fuentes de agua, así como su sostenibilidad en el largo plazo.

4.3.4 CESPT, organismo operador del agua en Tijuana

La CESPT, fue creada en 1966 mediante el decreto 44 de la quinta Legislatura Constitucional de Baja California, como un organismo público descentralizado del gobierno del Estado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Sus objetivos en ese entonces estaban enfocados en la operación de los sistemas de agua potable y alcantarillado así como en la recaudación de ingresos. Entre sus primeras acciones estuvo el gestionar un crédito con el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras) tendiente al aumento de coberturas (CESPT, 2006). Posteriormente, en el año 1979 se le confirieron facultades para la ejecución o contratación de obras, lo que implicó la solicitud de nuevos créditos para la ampliación y mejoramiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y saneamiento.

Este organismo operador está encargado de abastecer el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en las ciudades de Tijuana y Playas de Rosarito, así como de recoger, tratar, alejar y disponer las aguas residuales para dar cumplimiento a la normatividad vigente y evitar la contaminación de los ecosistemas de la región. Su operación se ha caracterizado por un gran esfuerzo encaminado hacia el incremento de la cobertura que ha dado como resultado el abasto continuo a los usuarios conectados al servicio durante todos los días del año. Para lo que ha desarrollado procesos de planeación que le han conferido reconocimientos nacionales, como el Premio a la Eficiencia Física otorgado en 1998 por la Asociación Nacional de

Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS), así como el Premio Nacional de la Eficiencia en Agua Potable del 2004, otorgado por la Conagua y la ANEAS.

Actualmente, la CESPT se encuentra ante un reto mayor. Tras haber desarrollado la infraestructura hídrica, considerada como base imprescindible para la satisfacción de las demandas que requerían una mayor cobertura. Se puede decir que en este momento, se está ante un nuevo punto de partida donde el enfoque de gestión no debe ser diferente al manejo sustentable agua. Su planeación debe considerar una visión a futuro donde las estrategias sean encaminadas a hacer del uso de los recursos hídricos una práctica cada vez más eficiente.

En lo que respecta a la estructura organizacional de la CESPT se puede decir que está construida de manera vertical, con una línea de mando de arriba hacia abajo. Como se observa en el organigrama del año 2009, el organismo tiene en el primer nivel jerárquico la dirección general que precede siete subdirecciones constituidas a su vez por veintisiete departamentos.⁸⁵ Operando de una forma que ha limitado la interrelación entre las subdirecciones y de estas con la dirección, afectando la planeación del organismo. Ya que según manifiesta la Lic. Griselda Chávez,⁸⁶ la subdirección se ha manejado de manera desarticulada tanto de las diferentes dependencias internas del organismo, como de las administradoras del agua del orden estatal. Asimismo, el Ing. Valadez señala que la planificación elaborada desde su departamento se enfoca en la planificación de la infraestructura hidráulica, por lo que se carece de una vinculación directa las áreas ambientales, sociales e incluso de la planeación financiera que haga viable la ejecución de los proyectos.

⁸⁵ Las siguientes son las subdirecciones que componen la estructura institucional de la CESPT: 1. Planeación, encargada de la dirección estratégica de la administración mediante el cumplimiento y actualización del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, así como el análisis periódico de indicadores de gestión del organismo; 2. Operación y mantenimiento se encarga principalmente del sistema de redes y agua potable; 3. Saneamiento, maneja el tratamiento y alejamiento, así como el control de descargas de las aguas residuales; 4. Construcción es el área encargada de los nuevos proyectos de expansión de cobertura; 5. Comercial cubre la asistencia a usuarios, opera el sistema de micromedición y realiza la cobranza del servicio; 6. Administrativa y financiera, se encarga principalmente del manejo recurso humano y cuestiones financieras del organismo; 7. Por último, se encuentra la subdirección de gestión social creada en el año 2008 con la responsabilidad, entre otras funciones, de realizar el control al clandestinaje, la promoción de nuevas cuentas de agua y alcantarillado, así como la cultura del agua.

⁸⁶ La Lic. Griselda Chávez es subdirectora de Planeación, sus comentarios fueron obtenidos a través de entrevista personalizada.

Además, en la planeación de la CESPT no hay vinculación directa de la participación social, ni del sector industrial, así como tampoco del municipio. El acercamiento se realiza de manera indirecta a través de la vinculación de los planes y proyecciones expuestos en los Planes de desarrollo de los centros de población, de los cuales se presume la vinculación y participación de la comunidad en general.

A lo anterior debemos agregar que administrativamente, el organismo opera bajo un Consejo de Administración, integrado por representantes del gobierno y de la sociedad civil. Participan en su constitución un representante del Gobierno del Estado, los secretarios de Planeación y Finanzas, de Asentamientos Humanos y Obras Públicas y de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado (SIDUE), un representante del Presidente Municipal de Tijuana y otro por el municipio de Playas de Rosarito. Como representantes de la iniciativa privada están la Cámara de Comercio (Canaco) y la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (Canacintra). Además, de acuerdo con entrevistas realizadas en el área de Control y Distribución, el consejo cuenta con la participación de un representante de los Derechos Humanos y uno por la Contraloría del Estado. En esta estructura se observa que la participación ciudadana no tiene cabida de forma directa en la administración del servicio, lo que contrasta con el fuerte posicionamiento del sector privado y gubernamental dentro del consejo.

En otro sentido, desde el plano funcional, la CESPT desarrolla programas y planes de carácter administrativo, financiero, operativos e integrales, que buscan conducir a la gestión estratégica del servicio. El Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado en los Municipios de Tijuana y Playas de Rosarito, elaborado en el 2003, es una de las guías más importantes de gestión para el organismo, ya que plantea estrategias para el desarrollo de la infraestructura hidráulica en un horizonte de veinte años (CESPT, 2003).⁸⁷ Por su parte, el Programa de Fortalecimiento Institucional (Profi), puesto en marcha desde los noventa, intenta responder a un enfoque integral al buscar la reducción de las pérdidas de agua, la mejora de la comercialización y el uso eficaz de los recursos económicos del organismo (CESPT, 2006).

⁸⁷ El anterior Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, corresponde al período 1991-2000, por lo que durante 3 años el organismo no contó con ningún plan actualizado que guiara su operación. Actualmente, se está evaluando y modificando el plan maestro del 2003, para un horizonte de gestión del 2011 al 2020.

Dentro de los programas con enfoque administrativo se encuentra el APAZU que apoya el fortalecimiento financiero de la CESPT para incrementar el acceso a los servicios de agua, alcantarillado y saneamiento. Con un carácter más social está, el Programa de Cultura de Agua creado desde 1990 para concientizar a la población sobre el ahorro y uso racional del agua. Además, el Programa de Sistema Integral de Prestación de Servicios y Atención al Público (SIPSAP), implementado desde 1994, tiene como objetivo acercar al usuario al organismo a través de la atención y seguimiento de sus solicitudes y quejas para el mejoramiento en la eficiencia y calidad del servicio (CESPT, 2006).

De igual forma, la CESPT realiza de manera constante programas técnicos-operativos orientados al control de pérdidas de agua y la detección y control de vertimientos de aguas residuales. Es importante hacer hincapié en que a pesar de que la CESPT no tiene responsabilidad en el control de estos vertimientos, ya que es competencia de la Dirección de Ecología del Estado; actúa de forma comprometida, conforme manifiesta el Ing. Medina, jefe del Departamento del Control de Descargas, a través del apoyo del Programa Cero Descargas del gobierno estatal. Su participación en estos proyectos está orientada a prevenir el vertimiento de sustancias que pudieran afectar la operación de las plantas de tratamiento y por tanto, la calidad de las aguas tratadas.

La función de estos programas resulta fundamental para impulsar el manejo sustentable del agua, pero se requiere que su implementación sea efectiva y que correspondan a una planeación integral, ya que de lo contrario carece de una visión estratégica. Como se logró determinar a través de entrevistas realizadas en el Departamento de Planeación, la planeación del organismo está dirigida a programar la infraestructura hidráulica. Por tanto, la CESPT no estructura una gestión integral donde interactúen de forma directa aspectos sociales, ambientales y económicos. Su manejo se desarrolla de forma desagregada en las diferentes subdirecciones.

Con base en lo expuesto, se observa que la CESPT carece de planeación estratégica. Se continúa arrastrado el estilo de gestión adoptado en los inicios de la operación del organismo, en que era prioritario cubrir los problemas relativos a la creciente demanda de los servicios de agua

de manera correctiva e inmediatista. La CESPT no ha logrado adaptarse a una planeación y operación a largo plazo. Visión necesaria para la orientación hacia una gestión que contemple de forma integral la aceptación social, la eficiencia económica y la coherencia con las limitantes de los recursos hídricos de la región.

4.3.4.1 Gestión social y cultura del agua

La Subdirección de Gestión Social actúa como vínculo entre los usuarios y la CESPT.⁸⁸ Esta dependencia está orientada a abastecer el servicio de agua a los usuarios que se encuentren regularizados. Lo cual podría ser aceptable bajo el contexto de un crecimiento urbano normal, pero cabe cuestionar si para la condición de una ciudad como Tijuana donde el crecimiento irregular es una actividad común, la gestión social del organismo no debería buscar el acercamiento a esta población. Demandando además su vinculación directa en la solución de problemáticas como el manejo de las aguas residuales, a través de asesorías y acompañamiento, que contribuyan a reducir impactos directos como la contaminación del río Tijuana.

El proceso de culturización de la sociedad para su participación directa en el manejo eficiente del agua, es un tema priorizado en modelos de gestión sustentable como la Nueva Cultura del Agua propuesta por autores como Jiménez Torrecilla y Martínez Gil (2003) y Arrojo (2005). No obstante, la aplicación de algunos de sus criterios de sustentabilidad requiere una configuración política y social que limita su aplicación. Así Barkin (2006) señala que en México estos nuevos enfoques de gestión son prácticamente inalcanzables, considerando que aún no se ha logrado el manejo eficiente de los servicios de agua en el orden social y ambiental. Por tanto, el análisis sobre este tema se centra en la evaluación del programa de cultura de agua implementado por el operador del servicio.

⁸⁸ La Subdirección de Gestión Social fue creada en el 2008 con el objetivo de acercar a la CESPT con los sectores de la población necesitados de servicios. La subdirección está constituida por el Departamento de Promoción de Obras encargado de la oferta de los servicios de agua y alcantarillado sanitario (integrado por la Oficina Operativa de promoción, la Oficina administrativa, la Oficina de tomas comunales), el Departamentos de padrón de usuarios que realiza el control y seguimiento a los usuarios (apoyado por la Oficina de mantenimiento al padrón, la Oficina de subsidios, la Oficina de tomas clandestinas y la Oficina de CESPT en Tu Colonia) además del Departamento de cultura del agua enfocado en la difusión de la importancia del cuidado del agua.

El Departamento de Cultura del Agua, es la dependencia de la CESPT responsables de la difusión de la importancia del cuidado del recurso, a través del Programa de Cultura del Agua. Programa que desde su implementación en 1990 hasta el año 2007,⁸⁹ se dirigió principalmente al sistema educativo. Lo cual, si bien es cierto puede contribuir a fomentar el uso racional del agua en las nuevas generaciones, en otro sentido se piensa que no ha contemplado la importancia de modificar el estilo de vida de la población en general. Desconociendo por ejemplo, la vinculación de los usuarios pagadores del servicio, quienes finalmente a través del pago de los recibos desarrollan y transmiten conciencia del ahorro al interior de su familia.

Las campañas de sensibilización de la CESPT implementadas en los últimos dos años, se centran en el planteamiento de ahorrar el agua, bajo un enfoque ético. Esta orientación no tiene un referente claro hacia los costos de producción del agua, a la dependencia a recursos externos y al estado progresivo de escasez de las fuentes hídricas en la región. Asimismo, no se ha realizado un análisis de la efectividad del programa más allá de evaluar el número de personas a las que se capacita o participan en las charlas de concientización.

La cultura del agua no se ha planteado como una propuesta innovadora hacia la educación y sensibilización de la comunidad, determinante para preservar el desarrollo en la región. Se deduce que esto se debe en parte, a que la gestión de la oferta ha generado la percepción social -fundamentada por la continuidad del servicio las veinticuatro horas del día- de que no hay escasez del recurso agua. Esto implica que el proceso de concientización de la comunidad apenas se encuentra en su etapa inicial. Lo que reduciría su nivel de aceptación a políticas como el aumento de las tarifas, la recuperación de la cartera morosa y el racionamiento del servicio.

4.3.4.2 Implicaciones políticas de la administrativa de la CESPT

Finalmente, se vincula al estudio de la problemática, la reciente pero fuerte intromisión del sector político en la administración de la CESPT, por ser un elemento con implicaciones

⁸⁹ En el 2007 la CESPT, crea el dominio cuidoelagua.org, cuyo objetivo es difundir a todo tipo de población la información actualizada en torno al estado del recurso agua en la región, los programas desarrollados por el organismo para crear conciencia, así como brindar consejos a la comunidad para el uso eficiente del agua.

directas en la eficiencia del sistema. Esta politización, de acuerdo a diferentes funcionarios de la CESPT, medios periodísticos⁹⁰ e investigadores (Castro y Sánchez, 2004), ha causado el destino irregular de recursos económicos, la fijación de tarifas para favoritismo políticos y el movimiento de personal. Además, el órgano operador carece de autonomía para la determinación de su presupuesto y la estructuración de sus programas de acción, dependiendo de las directrices impuestas por el gobierno estatal. Factores que afectan no sólo la gestión financiera sino también operativa del sistema.

Así manifiesta abiertamente, el actual gobernador José Guadalupe Osuna Millán quien fuera director de la CESPT en el período 1990 a 1995 -y desde este último año hasta 1998 asumiera el cargo como presidente municipal de Tijuana-⁹¹ que la CESPT es utilizada como un trampolín político. Por lo tanto, a pesar de que el organismo había sido reconocido durante varios años como un proceso técnico-administrativo autosuficiente, actualmente su manejo político reduce los recursos financieros a invertir en obras y mantenimiento, al tiempo que afecta la orientación de los programas y planes del organismo. Factores que no permiten un mayor margen de operación del organismo que el cumplimiento de sus responsabilidades misionales, restando la posibilidad de abarcar temas de planeación a largo plazo como la conservación de las fuentes de agua, la eficiencia y sustentabilidad del sistema.

⁹⁰ Según el reportaje del periódico regional Zeta del 28 de mayo de año en curso titulado “Hernando Durán, el director, entregó jugoso contrato a su cuñado. Pérdidas y deudas en la CESPT” en el organismo operador del agua se presentan irregularidades en los movimientos de personal y manejo de los recursos económicos bajo presiones política; esta nota fue consultada en http://www.zetatijuana.com/html/Edicion1887/Reportajes_Perdidas_y_deudas_en_la_CESPT.html. En este mismo medio, el artículo del 6 de noviembre del 2009, exponía el posicionamiento de funcionarios al interior de la CESPT motivado por intereses políticos, con el título “Voraces: Las familias albiazules crecen en los cargos públicos, están ahí por intereses más que por capacidad”, artículo consultado en http://www.zetatijuana.com/html/Edicion1858/Reportajes_PAN_GOBIERNO_646_MILITANTES_EN_LA_NO_MINA.html. Asimismo, el 15 de Junio de 2007 este periódico reportó testimonios de ex funcionarios que acusaban de favoritismo político dentro del organismo operador, con el título “CESPT: Despidos políticos” en http://www.zetatijuana.com/html/EdicionesAnteriores/Edicion1733/Reportajes_CESPT.html.

⁹¹ Este tránsito de la CESPT a la esfera política ha sido de igual forma, vivida por muchos otros políticos entre los que cabe resaltar a Jorge Ramos Hernández, quien se desempeñó como director de la CESPT de 2004 al 2005 y actualmente funge como presidente municipal.

4.3.5 Conclusiones y discusión

En Tijuana la dependencia de la planificación de los recursos hídricos, a los lineamientos de los planes de desarrollo, conduce a que su gestión esté limitada a la temporalidad de un mandato de gobierno y la orientación al aumento de la cobertura de los servicios propuesta por estos planes de manera reiterativa. Generando esto una gestión en el corto plazo, que tiene como principal directriz la búsqueda de nuevas y mayores fuentes de agua, sin hacer un énfasis sobre el estado ambiental de las mismas.

De igual forma, las relaciones entre el organismo operador (CESPT) y los organismos administradores (CEA, Conagua) que componen la estructura institucional del agua en Tijuana, ha sido un proceso principalmente abocado a la planificación y desarrollo de la infraestructura hídrica. Por otro lado, la planificación a largo plazo, el desarrollo de estudios conjuntos y el seguimiento al logro de los planes hidráulicos, son temas que se manejan de forma desarticulada. La gestión sustentable del recurso hídrico, es la visión más afectada en la carente vinculación interinstitucional ya que no encuentra un compromiso institucional común para su logro.

Asimismo, al interior de la CESPT la planificación del servicio tiene una relación distante con el Ayuntamiento Municipal y carece de canales directos para la participación de los usuarios. Esta falta de interrelación de los agentes relacionados en la escala local con el manejo del servicio, conduce a dos problemáticas.

Por un lado, el organismo no entienda las características de la población y las expectativas de los usuarios. Es decir, factores poblacionales como la dinámica de migración, población flotante, tendencia a la reducción del consumo son aspectos sobre los cuales el operador no tiene claridad de su afectación en la demanda del agua. Es claro que ante una población tan particular en su forma de crecimiento y bajo la limitante de recursos hídricos, se deben vincular al análisis de la planeación del servicio de agua estas condiciones. Ya que de lo contrario se pueden proyectar escenarios de demanda no ajustados a la realidad, lo que reduce la posibilidad de advertir sobre la dimensión de la problemática.

Por otra parte, su gestión desarticulada con la gestión municipal ha generado una brecha entre la planificación proyectada y la efectivamente ejecutada, ocasionando esto, en algunos casos, la inversión en obra hacia sectores que no son prioritarios.

La participación del sector social en la administración del organismo operador no tiene una representación directa. A pesar de que la CESPT establece la vinculación del sector social como parte de la estructura del Consejo Administrativo, su representación finalmente es realizada por organismos del sector privado. Por tanto, faltan espacios que permitan establecer la corresponsabilidad en la planeación y administración del recurso. En la gestión tendiente a la sustentabilidad del agua de acuerdo con Clausen y Hafkesbrink (2005) se debe contemplar la responsabilidad compartida en el manejo de los servicios de agua.

A pesar de los logros de la CESPT en el aumento de las coberturas del servicio, su planeación cortoplacista y su gestión fundamentada en la oferta del servicio, ante el escenario de fuentes finitas de agua y demandas crecientes, advierten que la gestión del organismo carece de una visión estratégica. Lo que conduce a mantener centralizada la solución del problema en la oferta del servicio, sin que se desarrolle su proceso hacia la gestión de la demanda. Sobre lo cual Rodríguez (2004) plantea que bajo de criterios de sustentabilidad la planeación estratégica de largo plazo es obligada y urgente para los servicios de agua.

Finalmente, en lo relativo a la concientización de la comunidad sobre al uso eficiente del agua, la CESPT maneja un programa de cultura del agua que presenta dos problemas centrales. El primero relativo a que su estructura no está direccionada a modificar el estilo de vida de la población. Las campañas publicitarias son claras en dirigir un mensaje ético hacia el ahorro, sin embargo, falta informar al usuario de los motivos ambientales, económicos y sociales de la necesidad de ahorrar. El segundo problema es la limitación del programa al desarrollo de campañas educativas, que si bien es un importante paso para la vinculación de la población, no ha trascendido hacia la participación corresponsable de la misma. Además este programa no cuenta con mecanismo de evaluación que permitan medir su efectividad. El usuario actualmente, no es vinculado como un agente corresponsable para la gestión del agua, condición que se piensa debe ser modificada hacia una participación más directa y activa.

4.4 Aspectos financieros del organismo operador de la ciudad

En la administración del agua potable, la tarifa juega un papel clave como instrumento económico para incentivar el uso eficiente del agua y el pago justo por su consumo (IMTA, 2003; Boland y Whittington, 2000; Solís, 2005; Saldívar, 2007). Por tanto el objetivo en esta parte de la investigación es evaluar la política tarifaria de la CESPT, buscando determinar la orientación de los precios del agua en la ciudad de Tijuana en relación a la sustentabilidad ambiental y la equidad social. Análisis que se abordará a través de la interrelación de los temas relativos a la estructuración de ingresos, egresos, costos y precios de venta, además de la eficiencia global del sistema, la estructura tarifaria y los subsidios.

4.4.1 Tendencia de los ingresos y egresos del Sistema CESPT para el período 1991-2009

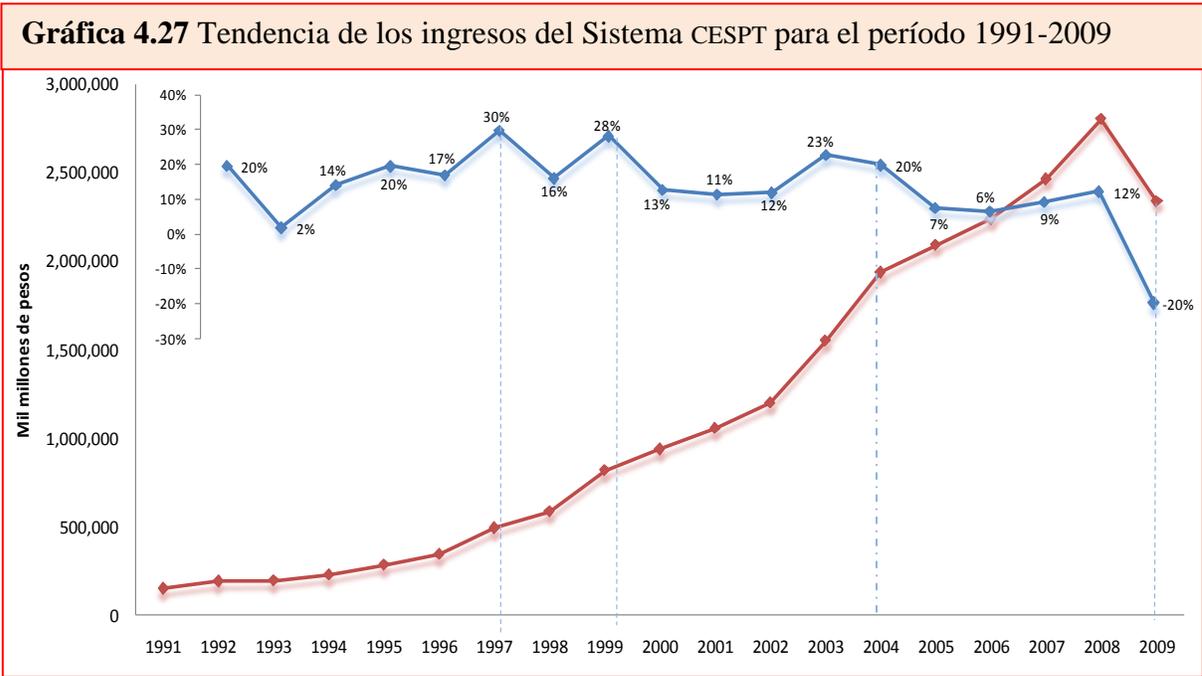
Los ingresos⁹² de la CESPT en el período 1991 al 2009, han tenido una tendencia positiva con un incremento promedio anual del 15 %. Se destacan como crecimientos relevantes los presentados en los años 1997 y 1999 con 30 y 28 % respectivamente. Estos incrementos se debieron principalmente a dos factores: por una parte al aumento en el crecimiento constante de las cuentas de agua potable y alcantarillado lo que implicó mayor cantidad de ingresos por venta de servicios y, por otro lado, al incremento en la inversión a través de capital propio y préstamos financieros para satisfacer las demandas de la población.

Pese a esta tendencia positiva, el 2009 contrasta con una reducción del 20 % en sus ingresos, con respecto al año anterior, convirtiéndose en el año con menos ingresos para el organismo. Esta situación puede ser atribuida a la disminución en los ingresos por venta de agua ya que

⁹² Los ingresos representan el dinero que entra a las finanzas de la CESPT por concepto de venta de agua, recuperación de programas de obra, por inversión, aportaciones externas y otros ingresos (como los intereses bancarios y las diferencias en tipo de cambio). Los egresos, por otro lado, son los gastos operativos, préstamos, compra de agua, aporte a pluviales (aportes al mantenimiento de pluviales para utilizarlos como drenes de aguas negras), planta binacional (para cubrir los costos por el tratamiento de las aguas residuales), la ejecución de obras, inversiones y compromisos financieros. Es importante señalar que la CESPT desde el 2005 distingue dos tipos de ingresos, los corrientes o ocurridos en el año y los de años anteriores, es decir, los ingresos obtenidos por recuperación de cartera. El presupuesto de ingresos y egresos, es elaborado a través de una estructura funcional que fue diseñada para este fin. Su coordinación está a cargo de la Subdirección de Planeación, la que se apoya en las áreas de Coordinación de Presupuesto de Ingresos y de Coordinación de Presupuesto de Egresos.

paradójicamente en este año a pesar de haberse incrementado el número de cuentas, paralelamente se redujo el volumen de agua consumida por usuario.

Lo anterior implicó mantener los egresos por inversión en obra, mientras que los ingresos por venta de agua no se incrementaban de una forma representativa con respecto a años anteriores. Por lo que en términos generales se puede decir que el incremento de la venta por servicios de agua logrado a través de la implementación -desde el año 1990-, de programas intensivos de ampliación y mejoramiento del sistema de redes de agua potable y alcantarillado, en otras palabras, es el factor que ha impulsado significativamente el incremento en el nivel de ingresos de la CESPT (ver gráfica 4.27) y no el incremento en los volúmenes de consumo.

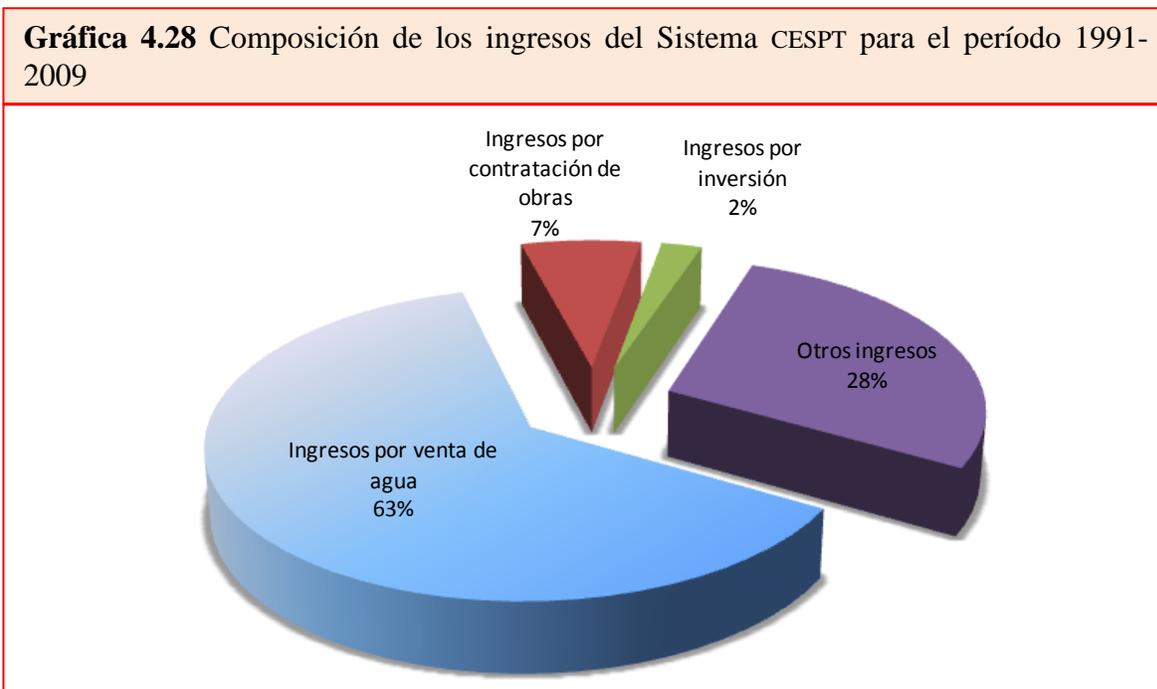


En la gráfica se observa en la curva roja la tendencia de los ingresos del Sistema CESPT en unidades de millones de pesos. La curva azul representa la misma tendencia en términos de variación porcentual. La contraposición de la tendencia desde dos unidades permite detallar como la tendencia de los ingresos fue relativamente constante hasta el año 2004 y después de este, a pesar de que los ingresos continuaban incrementándose, variación en porcentaje muestra que tendía a la reducción.

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la CESPT.

Como se observa en la siguiente gráfica, 63 % de los ingresos corresponden a la venta de agua, por lo que el importe tarifario es utilizada como un factor modificable para equilibrar el

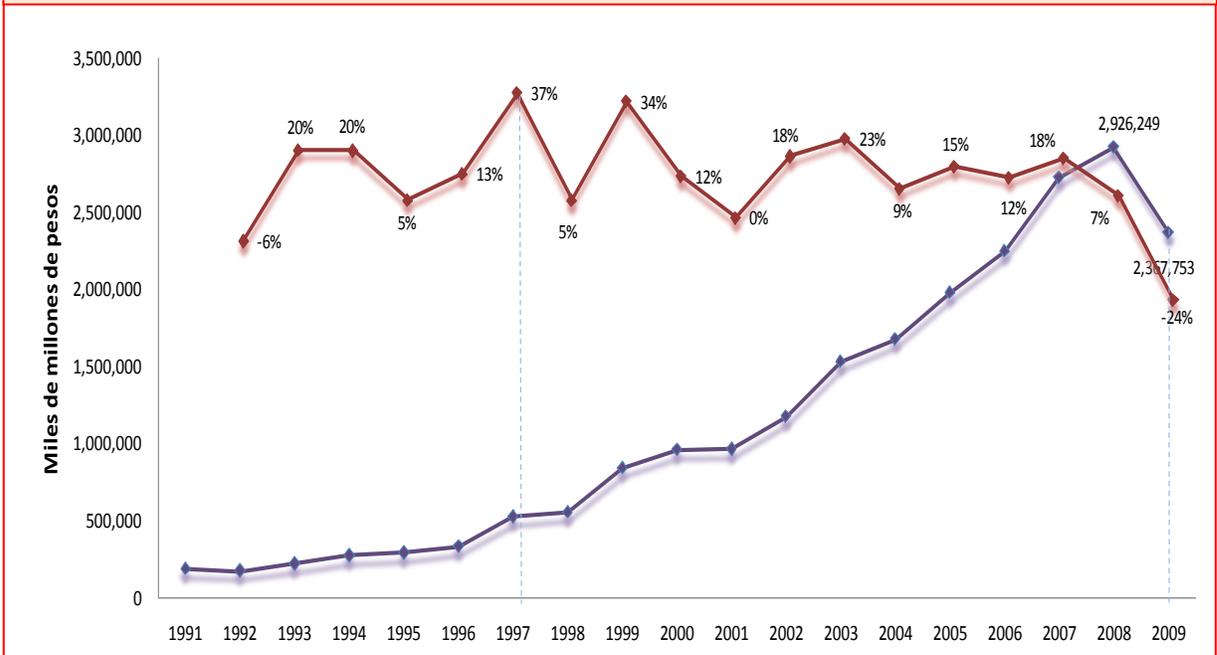
presupuesto del organismo, situación que ha convertido a la tarifa en un mecanismo de presión del sector económico instalado en el Consejo Administrativo del organismo operador, para la reducción en su contribución al subsidio, así como de presión por parte del Congreso del Estado para mantener el monto de las tarifas estables en busca de intereses políticos. Afirmaciones que se detallarán en el transcurso de este apartado.



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la CESPT.

Por su parte, la tendencia de los egresos tiene un comportamiento creciente referente al 12 % promedio anual. La mayor reducción se registra en el 2009 donde el total de egresos (2,367 millones) representan una caída del 24 % con respecto al año anterior (2,969 millones) (ver gráfica 4.29). Este descenso en los egresos es causado principalmente, por la disminución en los rubros de compra de agua e inversiones, debido principalmente al decremento en la demanda *per cápita* de agua, que como se detalló en el apartado de abasto, se presentó de manera constante desde el año 2002, por los altos montos en las tarifas del servicio de agua.

Gráfica 4.29 Tendencia de los egresos del Sistema CESPT para el período 1991-2009

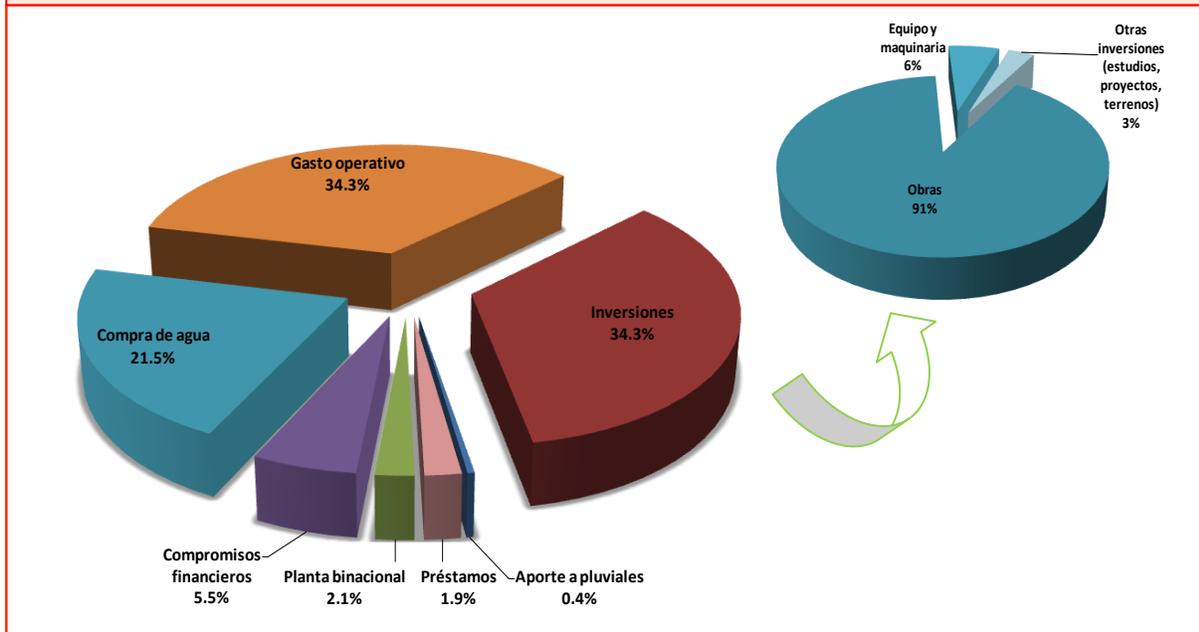


En la gráfica en la curva azul se observa la tendencia de los egresos del Sistema CESPT en unidades de millones de pesos. La curva roja representa la misma tendencia en términos de variación porcentual. En esta contraposición de tendencias es claro que el incremento de los egresos fue constante hasta el año 2007 fecha desde la cual se inició su reducción. Sin embargo, contrastando esta gráfica con la anterior es interesante notar cómo a pesar de que los ingresos comenzaron a descender desde el 2004 los egresos lo hicieron tres años después.

Fuente: Elaboración propia con base en índices financieros de la CESPT.

En promedio, para el período 1991-2009, los mayores egresos se concentran en gastos operativos e inversiones con 34.3 % cada uno, seguido de 21.5 % para la compra de agua. Del gasto en inversión 91 % corresponde a la construcción de obras y sólo 3 % fue destinado a estudios y proyectos que podrían estar tendientes a la planificación y actualización de los procesos del organismo, así como de evaluación de su gestión. Estas cifras reafirman que la inversión del organismo se ha priorizada hacia la construcción de obras (ver gráfica 4.30).

Gráfica 4.30 Composición de los egresos del Sistema CESPT para el período 1991-2009



Fuente: Elaboración propia con base en índices financieros de la CESPT.

Con respecto a la gráfica anterior, vale la pena detallar que el egreso denominado “Planta binacional” corresponde al gasto en el que incurre la CESPT para el saneamiento de las aguas residuales de la ciudad de Tijuana en la PITAR. La operación de esta planta está regida por el Acta de la CILA No. 283 en la que se establece que se tratará un promedio diario de 1,100 lit/seg de aguas residuales y el Acta No. 296 que plantea como costo para el mantenimiento y operación de la planta un monto de US\$0.034 por metro cúbico de agua tratada (equivalente a \$0.43/m³).⁹³ Comparando estas directrices con los datos reales de operación de la PITAR para el período 2002 al 2009 se encontró que en promedio fueron tratados 1,050 lit/seg con un precio de máximo de tratamiento de \$1.06 en el 2002 y un mínimo en el 2005 de \$0.45, para un costo promedio por metro cúbico de agua residual tratada de \$0.84.

⁹³ El Acta No. 283 denominada “Plan Conceptual para la Solución Internacional del problema Fronterizo de Saneamiento en Tijuana, Baja California - San Diego, California” fue expedida en 1990; por su parte, en el Acta No. 296 “Distribución de los Costos de Construcción, Operación y Mantenimiento de la Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales” de 1997 establece además del costo de tratamiento, que la revisión de esta tarifa se realizará con una periodicidad anual en la que la CESPT deberá participar de forma directa por ser el organismo encargado de cubrir estos costos.

En relación con lo descrito, el Quim. Toribio Cueva⁹⁴ manifiesta que a pesar de que en el Acta No. 296 se planteó la actualización anual de la tarifa, esta se mantuvo durante cerca de once años en sus costos originales de \$0.43/m³ y se incrementó a \$0.71/m³ desde el segundo trimestre del año 2009,⁹⁵ agregando además, que el incumplimiento por parte de la PITAR en los niveles de remoción de contaminantes, es lo que ha frenado el aumento de los costos, situación que cambiará a partir del 2011 con el inicio de la operación del tratamiento secundario que aumentará la eficiencia del saneamiento. Lo que implicará el aumento anual de los costos según lo establecido en las actas binacionales. No obstante, de acuerdo a los indicadores de egresos de la CESPT para el 2009 se pagó \$0.61/m³ por este servicio.

En síntesis, es evidente que la operación de la PITAR cumple con los acuerdos en lo que respecta a los volúmenes de tratamiento de agua residual; sin embargo, existen inconsistencias en cuanto al monto pagado por parte de la CESPT para la operación de la planta, ya que estos son más altos en comparación con los precios acordados. Como ejemplo de esto, se presenta que para el año 2008, el organismo operador pagó \$0.96 por metro cúbico tratado, siendo un costo 55 % más alto a lo acordado, lo que en términos de pesos acumulados representó un sobrecosto cercano a los 18 millones de pesos. Considerando que no se logró determinar con exactitud la causa de esta situación, nos atrevemos a suponer que puede ser atribuible a errores en los sistemas de medición del caudal de aguas residual que entra a la PITAR.

Por su parte, los egresos denominados “aportes a pluviales” están relacionados con los costos para la limpieza y desazolve de canales pluviales que son utilizados por la CESPT como colectores de aguas residuales. Considerando lo expuesto, es evidente que los egresos por el concepto “compra de agua” están directamente asociados con los costos de operación de la “planta binacional” y los “aportes a pluviales”, aspecto necesario a señalar si se considera que

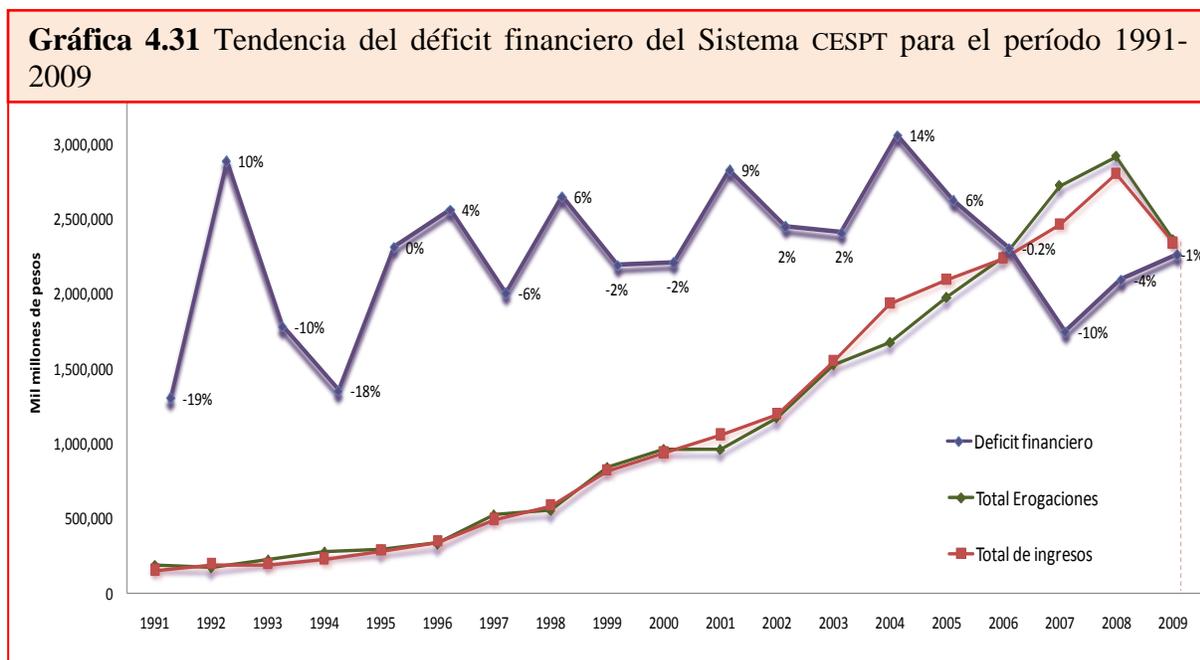
⁹⁴ Funcionario de la CESPT, encargado durante nueve años (2001-2010) de la subdirección de saneamiento. Actualmente tiene a cargo el manejo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Monte de Los Olivos y el proyecto “Centro de Estudios de Reuso y Conservación del Agua” (CERCA), creado para la elaboración de estudios sobre el agua y el apoyo del proyecto de reuso de aguas residuales tratadas denominado “Proyecto Morado”. La información fue proporcionada por el funcionario a través de entrevista realizada por vía telefónica e internet.

⁹⁵ Los precios en pesos presentados en el párrafo fueron calculados con base en una tasa de cambio de 12.6 pesos por dólar. El valor en dólares, del costo original de tratamiento es US\$0.034/m³ y el incremento para el 2009, equivalente a US\$0.057 /m³.

estos son costos adicionales que deberían estar reflejados en el cobro del servicio de agua. Esto es relevante si se tiene en cuenta que en la tarifa, como se detallará más adelante, no se diferencia entre el cobro por el servicio de agua potable y el correspondiente al sistema de alcantarillado.

4.4.2 Déficit financiero y eficiencia global del Sistema CESPT para el período 1991-2009

La CESPT ha logrado superar positivamente su déficit financiero pasando de 19 % en el año 1991 a 1 % en el 2009, lo que refleja una tendencia de reducción proporcional al 1 % promedio anual. Este comportamiento es debido principalmente a que los niveles de egresos del organismo no han superado en términos generales a los ingresos, presentando un comportamiento equitativo. En 1992 y 2004 se presenta un superávit equivalente al 10 y 14 % respectivamente, atribuido al incremento en los ingresos por contratación de obra. En contraste, los descensos más representativos son los ocurridos en los años 1991 y 1994 en los cuales la reducción en los ingresos por inversión generó un déficit mayor al 18 %.



En la gráfica se contrasta los ingresos con los egresos del organismo operador del servicio y la proporción de su déficit financiero. Es evidente el incremento del déficit desde el año 2004, acentuado en el período 2006-2009, en los cuales el aumento de los egresos sobre los ingresos permite afirmar que el organismo tiene problemas en la planificación de su presupuesto, lo que conduce al manejo deficiente del agua, por ser este el aspecto sobre el que recae el ajuste de la tarifa del servicio.

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la CESPT.

Asimismo, es notorio que desde el año 2006 los egresos están superando a los ingresos, volviendo el organismo a déficit financieros que no se presentaban hace más de una década (ver gráfica 4.31). Lo anterior es principalmente atribuido a las deficiencias de la CESPT para disminuir las pérdidas comerciales y físicas del sistema.

Para argumentar esta afirmación se debe detallar el comportamiento de la eficiencia global del sistema, la cual, como se presenta en la siguiente tabla fue obtenida a través de la multiplicación de la eficiencia comercial por la eficiencia física. La eficiencia comercial es calculada como la relación del ingreso o dinero pagado por los usuarios entre la facturación del organismo. En el cálculo de esta eficiencia se consideraron los ingresos del ejercicio corriente, ya que hacerlo con base en los ingresos totales (en los que se incluye el recaudo de años anteriores) no reflejaría los logros reales de recaudación por parte del organismo en el año en curso. La eficiencia física se calculó como el cociente del volumen de agua entregado entre el volumen de agua producido, considerando de esta forma, tanto las pérdidas en la ruta de transporte, como las presentadas en el sistema de distribución de agua.

Tabla 4.10 Eficiencia global del Sistema CESPT para el período 2005-2009

Año	Facturación (Miles de mill)	Ingresos por venta de agua (Miles de mill)	Nivel pérdidas	Eficiencia comercial	Eficiencia física	Eficiencia global
2005	1,252	970	19.07%	77.47%	80.93%	62.70%
2006	1,373	1,049	18.74%	76.40%	81.26%	62.08%
2007	1,488	1,079	20.05%	72.51%	79.95%	57.97%
2008	1,546	1,135	20.33%	73.41%	79.67%	58.49%
2009	1,561	1,135	19.10%	72.68%	80.90%	58.80%
Promedio	1,444	1,074	19%	74%	81%	60%

El cálculo de la eficiencia global se realizó de la siguiente forma: Eficiencia comercial * Eficiencia física = (ingresos por la venta ejercicio corriente / facturación) * (volumen de agua medida / volumen de agua producida)

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por la CESPT.

Como se observa en los datos presentados en la tabla anterior, el organismo realiza facturación del 74 % del total de agua producida y su eficiencia comercial corriente, es decir, la recaudación ejecutada de forma efectiva anualmente del monto facturado, es de sólo 74 %; lo cual, en términos monetarios puede ser ejemplificado diciendo que, de 1 millón de pesos producidos en agua, únicamente se recauda 550 mil pesos -es decir 55 % del costo de

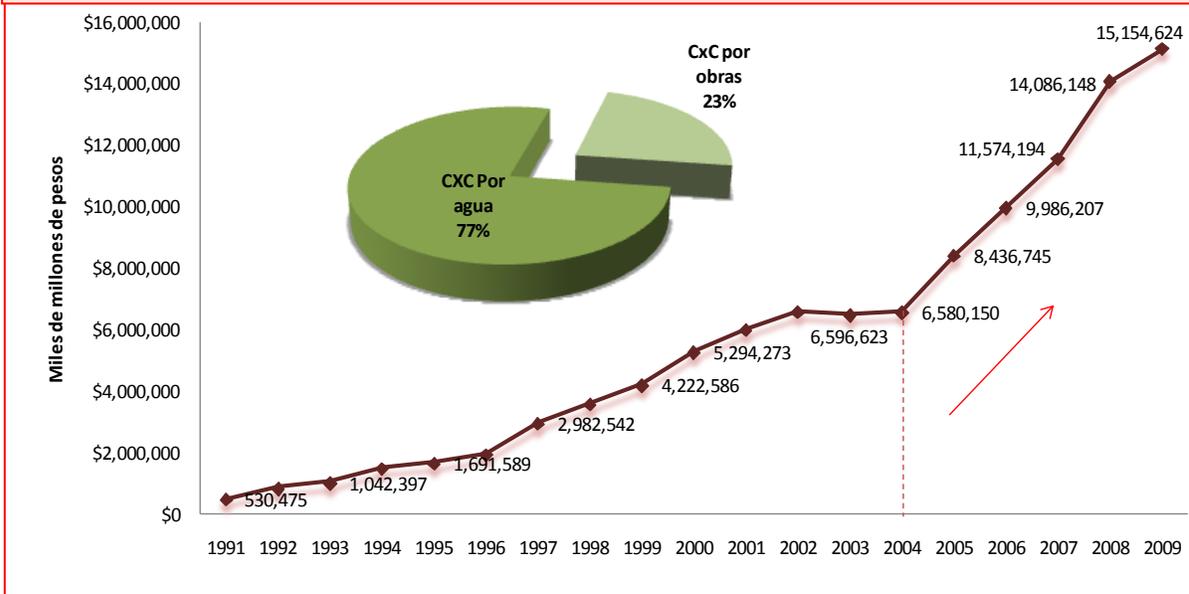
producción-. Por tanto, es claro que la eficiencia comercial del organismo tiene una tendencia decreciente, lo que implica que cada año se está dejando de percibir menos dinero por la venta de agua, tanto por la reducción en los volúmenes de consumo proyectados por el organismo, como por las deficiencias comerciales en la recuperación de los montos adeudados.

Ahora, específicamente en relación al nivel de pérdidas de agua, es importante reconocer que a pesar de la implementación de diferentes programas por parte del organismo operador, para incrementar la eficiencia física del sistema, estas pérdidas se han mantenido en un promedio del 20 % en los últimos cuatro años; lo cual, representado en volumen equivale a decir que, de 1,000 litros de agua producida, 200 litros se pierden por deficiencias en el sistema de captación y abasto del servicio. Finalmente, en cuanto a la eficiencia global del sistema se resalta que su tendencia ha sido negativa, por lo que contrario a reducir los índices de pérdidas comerciales y físicas de agua, se han aumentado en casi 2 % promedio en el período 2005 al 2009.

Otro factor importante a analizar es el comportamiento de las cuentas por cobrar que año tras año está extendiendo y acumulando el organismo.⁹⁶ Como se observa en la gráfica 4.32, la tendencia de las cuentas por cobrar es creciente con una variación del 16 % promedio anual; correspondiendo, para el período 1991-2009, 77 % a las deudas por la venta de agua y 23 % por las obras en instalación de servicios. De igual forma, es importante notar que el crecimiento de estas deudas ha sido en términos porcentuales mayor al incremento anual de los ingresos, incluso en el período 2008-2009 en el que los ingresos han tenido un decremento del 20 % las cuentas por cobrar han aumentado en 7 %.

⁹⁶ Las cuentas por cobrar están divididas en el monto total adeudado para los conceptos de agua y obras. El endeudamiento en agua se refiere a la cartera vencida por rezago o retraso en el pago de la factura, por las deudas en uso del drenaje y por los convenios de pago que realiza el organismo con de los usuarios deudores. Las deudas en obras, por su parte, corresponden a montos adeudados para las obras de instalación de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Gráfica 4.32 Tendencia de las cuentas por cobrar (CxC) acumuladas del Sistema CESPT para el período 1991-2009



En la gráfica se presenta el comportamiento de las cuentas por cobrar, destacándose su crecimiento, en términos generales, constantes y en aumento, siendo en proporción 77 % referidas al adeudo en agua. Lo que indica una capacidad institucional cada vez menos efectiva en la cobranza de sus servicios.

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la CESPT.

En cuanto a esta tendencia, se resalta el incremento significativo en el período 2005-2009 de las cuentas por cobrar, las cuales al ser contrastadas con los ingresos totales representan una proporción promedio de 71 %. Lo anterior, sumado al hecho de que cerca del ochenta por ciento de las deudas están representadas por la venta de agua, permiten advertir que si la CESPT no toma medidas inmediatas para corregir las deficiencias en la cobranza, se encontrará ante un déficit financiero que afectará directamente su capacidad de compra de agua y por tanto el funcionamiento general del organismo.

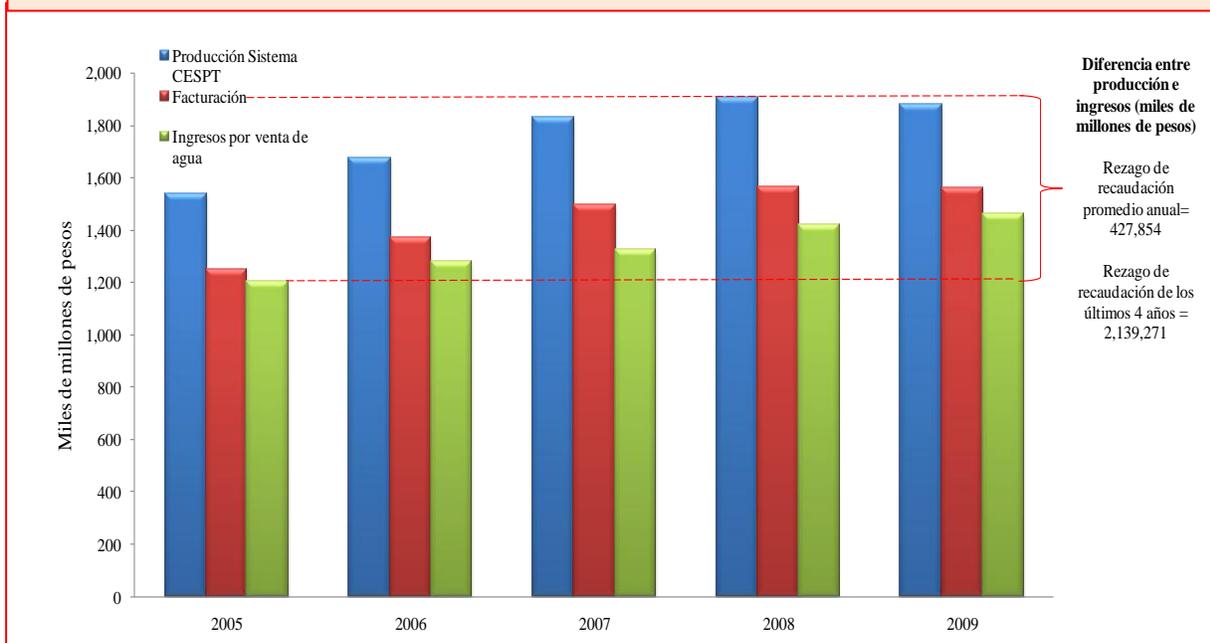
Tabla 4.11 Proporción de las cuentas por cobrar en relación con los ingresos totales del organismo para el período 2005-2009

Concepto	2005	2006	2007	2008	2009
Cuentas por cobrar	1,856,595,084	1,549,461,927	1,587,986,942	2,511,954,826	1,068,475,339
Ingresos totales	2,097,872,960	2,243,539,405	2,470,343,572	2,810,529,025	2,343,812,475
Porcentaje	88%	69%	64%	89%	46%

Fuente: Elaboración propia con base en indicadores financieros de la CESPT.

En síntesis, la eficiencia de recaudo no ha podido cubrir los costos de producción. Como se muestra en la siguiente gráfica, a pesar de que la facturación ha mantenido un comportamiento creciente, lo que implica un gran esfuerzo del organismo operador en la instalación de medidores y el aumento de su capacidad comercial, por otro lado, su eficiencia de recaudo aún está lejos de cubrir los costos de producción, generando en los últimos cuatro años a un rezago financiero equivalente a 2,139 millones de pesos.

Gráfica 4.33 Contraste entre la producción de agua, la facturación y los ingresos de la CESPT para el período 2005-2009



Fuente: Elaboración propia con base en indicadores financieros de la CESPT.

Aunado a la baja capacidad del organismo en mejorar la eficiencia del recaudo, existen factores como la política estatal de ‘no suspensión’ del servicio que ha contribuido a reducir la eficiencia en la cobranza. La Ley de Salud Pública para el Estado de California (2001), estipula en su Artículo 130 que “no podrá suprimirse la dotación de servicios de agua potable”. Considerando que operadores como la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora (COAPAES) a través de la implementación de cortes selectivos del suministro de agua a los mayores deudores logró el aumento de los ingresos en más de 200 % tras sólo un año de aplicación; mientras que con esta medida la Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas (JIAPAZ) ha alcanzado una cobranza de 92 %, se deduce

por tanto que, la existencia de esta Ley en el Estado, contribuye a incentivar la cultura de no pago en los usuarios y por tanto afecta en parte la eficiencia de cobro de la CESPT. No obstante, se debe puntualizar que las medidas de suspensión del servicio, en los ejemplos presentados, no han logrado reducir los problemas económicos de los organismos operadores, así como tampoco han sido eficientes en contrarrestar el rechazo social.⁹⁷

Por tanto es claro que, la actividad de suspensión no es del todo eficiente en la reducción de los problemas económicos de los organismos operadores. Además que contravienen los principios del ‘derecho humano al agua’, tema del cual aunque no vamos a ahondar en esta investigación por la complejidad del mismo, si es importante plantear algunos aspectos que sirvan de contraste con las políticas de corte de servicio. Este derecho, promulgado formalmente en la Declaración de la Conferencia sobre el Agua de Mar del Plata en 1977, reafirmado en los Derechos al Desarrollo de la ONU en 1986 y posteriormente en la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, tiene como principio básico el acceso al agua potable en cantidad y calidad acorde a las necesidades básicas para todas las poblaciones, independiente de su condición social o económica. Por lo cual, autores como Gleick (2007) plantean que este derecho obliga a los prestadores del servicio y organismo relacionados a la satisfacción de los requerimientos básicos del agua, incluso sobre la capacidad de pago de los usuarios.

“... cuando las personas no puedan pagar el agua para satisfacer sus necesidades básicas –por razones de pobreza, de urgencia o circunstanciales– sigue siendo responsabilidad de las comunidades locales y de los gobiernos locales o nacionales suministrarla a través de subvenciones o como un derecho incondicional” (Gleick, 2007:45)

En complemento a lo planteado, autores como Soares y Vargas (2008) exponen que el derecho humano al agua, no ha ido más allá de proponer prácticas posibles de acceso al servicio por parte de todos los usuarios, ya que continúa careciendo de un enfoque que contribuya a la conservación del agua.

⁹⁷ Tanto en JIAPAZ como COAPAES el aumento de los ingresos no alcanzan a cubrir los gastos de operación. Por otra parte, en este último organismo los conflictos por la resistencia social, han llevado a que se contrate con otra empresa la actividad de corte, lo que representa mayores costos en la operación (Pineda, *et al.* 2007; Rivera y Aguilar, 2009).

Con base en lo expuesto se afirma que las políticas de suspensión del servicio de agua tienen no sólo implicaciones económicas, sino también sociales y ambientales, sobre las cuales se deben evaluar la pertinencia en la implementación de este tipo de medidas. Y más si se considera que los problemas en la cobranza de organismos como la CESPT además de estar influenciados por la existencia de la Ley de Salud que prohíbe la suspensión, han desarrollado ineficiencias globales del sistema, que conducen a la reducción en sus ingresos.

4.4.3 Estructura tarifaria y subsidio cruzado

El procedimiento presupuestario de la CESPT, indica que para que la tarifa sea eficiente y conduzca al equilibrio presupuestal debe cubrir todos los costos de operación del organismo y los gastos adicionales para ampliación de la cobertura del servicio, reposición de maquinaria y compra de equipos; además de cubrir las ineficiencias comerciales y físicas implícitas en el sistema tarifario. En relación a esta estructura, el Lic. Gustavo Rivera,⁹⁸ señala que actualmente, el precio promedio de venta por metro cúbico de agua cobrado por la CESPT, incluye todos los costos de operación y mantenimiento, pero “esto no alcanza para hacer reposición de equipamiento y maquinaria, ni tampoco para ampliación de la cobertura por medio de la infraestructura hidráulica”.⁹⁹ Por consiguiente, la tarifa del organismo cubre los rubros prioritarios que le permiten cumplir con sus objetivos misionales de corto plazo, pero no existe disponibilidad de recursos -o es muy reducida- para la planeación y proyección estratégica a largo plazo.

⁹⁸ El Lic. Gustavo Rivera, es el actual asesor externo de la CESPT para el estudio de la reestructuración del sistema tarifario. Sus declaraciones fueron obtenidas a través de entrevista personal realizada en las instalaciones de la CESPT.

⁹⁹ Estas declaraciones están fundamentadas en la asesoría que actualmente viene realizado en cuanto a la reestructuración de las tarifas, manifestando además en la entrevista que como producto de este análisis se piensa hacer modificaciones sobre la estructura y el nivel tarifario del cobro del servicio de agua.

El costo de producción y precio de venta de agua potable en Tijuana

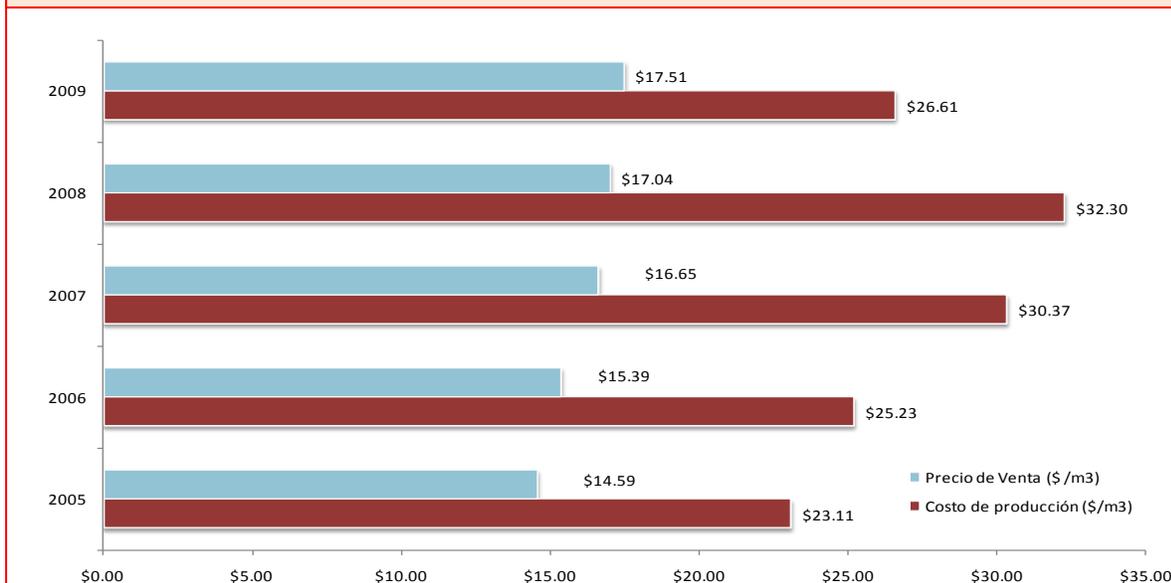
El costo de producción de la CESPT,¹⁰⁰ para abastecer un metro cúbico de agua potable equivale a \$27.52,¹⁰¹ sin embargo, el cobro que realiza sobre este volumen es de \$16.24. A pesar de que los costos tuvieron una representativa disminución en el 2009, equivalente a 21 %, siguen siendo 58 % más altos que el precio promedio de venta por cada metro cúbico. Las cifras anteriores, correspondientes al período 2005-2009, evidencian que el organismo tiene una baja capacidad de recuperación de sus costos, reflejados en la cobranza de sólo 42 % del costo del agua que abastece efectivamente a sus usuarios (ver gráfica 4.34).¹⁰²

¹⁰⁰ La CESPT contempla en sus costos de producción la extracción (incluidos los pagos por derecho a agua), la conducción y la potabilización de agua. Estos costos son calculados al interior del organismo como el cociente del total de egresos de producción entre el volumen de agua total producido.

¹⁰¹ Es importante advertir que para este análisis se calcularon los costos de producción con base en el volumen facturado de agua y no el volumen producido, como lo calcula la CESPT. Con la forma de cálculo propuesta por el organismo se reduce en aproximadamente un 16 % los costos de producción, por lo tanto se plantea que es necesario incluir el volumen real del agua que es consumido (o facturado) por los usuarios, ya que esto permite reflejar las pérdidas de agua en el sistema de conducción y distribución; y por tanto arroja un costo más ajustado a las eficiencias del sistema.

¹⁰² Caso similar se presenta en la Zona Metropolitana del Valle de México donde, en el 2009, se cobró aproximadamente el 50 % del costo del agua. Mientras que los operadores gastaron siete pesos en potabilizar un metro cúbico, a los usuarios se les cobró en promedio, 4.21 pesos. En esta ciudad el gobierno federal apoya con un subsidio de más de la mitad del costo del agua; situación que no ocurre para el caso de Tijuana, ya que son los mismos usuarios los que subsidian entre ellos el consumo a través de la estructura de subsidio cruzado. Edith Martínez, jueves 29 de enero de 2009, “Paga D.F. sólo 50 % de costo del agua”, El Universal, en <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/93860.html>.

Gráfica 4.34 Comparación del costo de producción con el precio de venta por metro cúbico del Sistema CESPT para el período 2005-2009



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la CESPT.

En la gráfica anterior se observa la diferencia entre el costo de producción y el precio de venta por metro cúbico de agua potable. Los costos de producción tras cuatro años consecutivos de crecimiento anual del 10 %, presentan en el transcurso del año 2008 al 2009 un comportamiento decreciente del 21 %. En contraste, la tendencia del precio de venta ha sido creciente con una variación promedio de 4 % anual. Sin embargo, es claro que el precio de venta no alcanza a cubrir los costos de producción.

El cobro de tarifas inferiores a los costos del servicio, conduce a que el organismo “juegue” anualmente con el concepto de costo de la tarifa y la inversión en obra pública para buscar el equilibrio presupuestario. Esto conduce a que la CESPT limite los recursos necesarios para su operación, reduciendo la capacidad de inversión para el mantenimiento de su infraestructura hídrica, al tiempo que disminuye la posibilidad de generar fondos de inversión que le permitirían actuar de una forma preventiva, contrario al accionar cortoplacista y correctivo que lo ha caracterizado. Por lo tanto, se podría argumentar que las deficiencias en el cobro generan un proceso de descapitalización progresivo del organismo, que de continuar así, indudablemente afectará la calidad del servicio, el bienestar social y la sostenibilidad del recurso.

De tal forma se podría argumentar que el cobro de los costos no “reales” del agua, conllevan implicaciones tanto de equidad social, como de sustentabilidad en el manejo del recurso. En relación a esto, el IMTA (2003) distingue dos tipos de eficiencia tarifaria, la eficiencia inmediata y la de sustentabilidad a largo plazo. La primera atiende las erogaciones a corto plazo desconociendo aspectos como el envejecimiento de las redes, externalidades ambientales, así como la inversión requerida para el tratamiento y el reuso. La eficiencia a largo plazo considera los costos de operación, la reposición de equipos y materiales al igual que las necesidades de inversión a mediano y largo plazo, considerando aspectos de conservación y protección de las fuentes de agua. Con base en lo planteado, se podría señalar que la CESPT tiene una política tarifaria fundamentada en la eficiencia inmediata, desconociendo compromisos institucionales de largo plazo como el mantenimiento en calidad y cantidad de los recursos hídricos de que se abastece.

De esta forma es claro que, la política tarifaria, además de tener en cuenta las cuestiones financieras y administrativas del organismo, debe contemplar los factores socio demográficos y de recursos naturales de la zona. Así el IMTA señala que, se deben atender “los riesgos e incertidumbres respecto al potencial de las fuentes naturales y al equilibrio y bienestar entre los diferentes usuarios” (IMTA, 2003:49). Por tanto, cabe reflexionar que la tarifa de la CESPT debería estar dirigida a contemplar, además de los costos de operación del organismo (de corto plazo), los costos ambientales (de largo plazo), ya que para el estado de severa escasez de agua que presenta Tijuana, esta fundamentación tarifaria resultaría estratégica para el bienestar social y la mitigación de los impactos por la contaminación y reducción de las fuentes de agua.

Otra arista de este análisis la constituye el alto costo de producción del agua en la ciudad. Al comparar los costos de producción con los datos de los operadores del servicio de agua en la frontera México-Estado Unidos realizado por el BDAN (2006), así como con el promedio nacional referenciado en el estudio de Guerrero (2008), se encontró que Tijuana está ubicada como la quinta ciudad fronteriza con mayores costos de producción y la tercer en costos por distribución después de Tecate y Nuevo Laredo. Además está muy por encima de los costos nacionales promedios de producción y suministro de agua, que se encuentran alrededor de

\$4.5 por metro cúbico. Posicionándose de esta forma, el agua de Tijuana como una de las más costosas del país.¹⁰³

Desde otro punto de vista, como contrapeso a este planteamiento, se debe reconocer que para la prestación del servicio de agua potable en esta ciudad, se requiere de un complejo sistema de bombeo y transporte, que demanda altos costos por consumo energético, lo que aunado a los costos por compra de fuentes de agua externa, aumenta considerablemente el precio de la tarifa. Así, mientras que para el 2006 el costo por cada metro cúbico fue de \$2.01 para el caso del agua de los pozos La Misión, para las fuentes externas fue de \$3.85 del río Colorado y \$5.17 de la conexión de emergencia (CESPT, 2006). Por tanto, el precio del agua es un factor importante en la determinación de los costos de producción.

Estructura tarifaria

La ciudad de Tijuana, actualmente está clasificada por la Conagua como una zona de escasa disponibilidad de agua, lo que condiciona naturalmente a que la ciudad pague más por los derechos de explotación, uso o aprovechamiento de los recursos hídricos de que se abastece. Esto de alguna forma supone que las tarifas de agua de la ciudad deban estar enmarcadas en función de la disponibilidad de agua de la región.¹⁰⁴

Bajo esta consideración, la estructura tarifaria de la ciudad, se elaboró y aprobó en el año 1990, para la prestación del servicio de agua potable y saneamiento por parte de la CESPT. Hasta la fecha, esta estructura sigue estando vigente, ajustándose anualmente el nivel tarifario -monto cobrado- mediante incrementos anuales, con base en el índice de precios establecidos en la Ley de Ingresos del Estado de Baja California y la regulación tarifaria determinada por el Congreso del Estado.

¹⁰³ Guerrero (2008) tomó una muestra de 2,356 organismos operadores del agua de México, para calcular los costos de abastecimiento de agua, concluyendo que el precio promedio nacional por metro cúbico producido es de 1.95 pesos y 2.55 pesos para los costos de suministro de agua. Por lo que el análisis comparativo arroja que los estados de Baja California y Nuevo León representan los costos más altos del país.

¹⁰⁴ La clasificación de las diferentes ciudades del país en nueve zonas de disponibilidad para el pago de derechos de agua de acuerdo al nivel de abundancia o escasez del recurso, fue realizado por la Conagua desde 1997 y anualmente se actualizan estos montos de pago en la “Ley Federal de Derechos (disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales)”. Tijuana se encuentra ubicada en la zona 2 de escasa disponibilidad de agua.

La estructura tarifaria de la CESPT está diseñada en base a rangos de consumo,¹⁰⁵ para los cuales se tienen determinados los límites del volumen de agua a consumir, así como, los precios base e incrementales para cada rango. Este tipo de tarifa es conocido como de bloque creciente o escalonado por el efecto incremental en el monto de la factura, paralelo al aumento en los volúmenes de consumo. Los usuarios son clasificados en el servicio doméstico y no doméstico, incluyéndose dentro de esta última clasificación los usuarios industriales, comerciales y gubernamentales para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado (ver tabla 4.12).

Tabla 4.12 Sistema tarifario de la CESPT: Rangos, tarifa promedio y su incremento para el período 2000 - 2009

Rangos de consumo (m ³ /usuario-mes)			Tarifa promedio (\$/usuario)	Porcentaje incremento promedio (%)
Uso Doméstico				
R1D	Hasta	5	38.80	9%
R2D	6	10	7.85	9%
R3D	11	15	8.01	9%
R4D	16	20	9.17	9%
R5D	21	25	15.71	8%
R6D	26	30	16.25	8%
R7D	31	35	20.57	8%
R8D	36	40	20.74	8%
R9D	41	45	23.51	8%
R10D	46	50	23.60	8%
R11D	51	60	27.50	8%
R12D	Más de	60	27.72	8%
Uso Comercial, Industrial, Gubernamental y otros no Domésticos				
R1ND	Hasta	5	137.47	9%
R2ND	6	30	27.49	9%
R3ND	31	1000	28.30	9%
R4ND	Más de	1000	28.85	9%

En la tabla se observan los diferentes rangos de consumo establecidos por la CESPT para el cobro de la tarifa del servicio de agua. Los rangos están escalonados para incrementos de consumo de cada 5 m³. Las tarifas inician con una base de 38.8 pesos por usuario y los siguientes valores corresponden al incremento de cada metro cúbico consumido. Para el sector doméstico existen doce rangos que inician en cero y un máximo superior a 60 m³/usuario al mes. Para el sector no doméstico se consolidan cuatro rangos con una variación de consumo desde cero y un máximo mayor a 1,000 m³/usuario al mes. En la relación del incremento porcentual promedio de los últimos diez años se observa que la variación ha sido equivalente para todos los rangos.

Fuente: Elaboración propia con base en información del Sistema Tarifario de la CESPT, correspondiente al período 2000-2009.

¹⁰⁵ La CESPT de acuerdo al nivel de consumo tiene determinados doce rangos para el cobro de la tarifa, la cual están estructurada para el sector doméstico con rangos desde R1D a R12D, con un consumo mínimo de cero y un máximo de 60 metros cúbicos; para el servicio no doméstico se tienen once rangos, con un parámetro de consumo de cero hasta más de 1,000 metros cúbicos.

En la tabla anterior se presenta el monto de la tarifa cobrado por metro cúbico para cada rango de consumo. En el período 2000-2009 se evidencia que el incremento promedio de la tarifa ha sido relativamente equitativo entre el servicio doméstico y no doméstico, siendo incluso por un punto porcentual más beneficiados los usuarios domésticos en altos rangos de consumo.

Lo anterior sugiere que el costo de la tarifa no es en términos acumulados mucho mayor para el sector no doméstico como se podría suponer. Esto permite cuestionar sobre que tan justa socialmente puede ser la tarifa si aplica incrementos equivalentes para todos los usuarios. Cuando posiblemente incrementos escalonados por rango de consumo y tipo de usuario sería más representativo de las capacidades económicas a pagar por el servicio de agua.

Igualmente importante a analizar dentro de la estructura tarifaria es el precio promedio de venta. El cual, en el sector doméstico es de \$12.14 pesos, mientras que para el servicio no doméstico se cobra \$31.62 por metro cúbico, estos datos corresponden al período 1991-2009. Anualmente se incrementa el monto de la tarifa en un promedio de \$0.7 por metro cúbico para el sector doméstico y \$1.8 por metro cúbico para el no doméstico (ver tabla 4.13). No obstante, en la CESPT no se implementa un sistema o factor único para el incremento de la tarifa, modificándose año tras año de acuerdo a las necesidades operativas del organismo y en general a los intereses del Consejo de Administración en turno, por lo que el incremento de la tarifa ha variado desde 13 % en el 2001 a 5 % en el 2008, para un promedio del período 2000 al 2009 del 9 % (ver tabla 4.12 y 4.13).

Tabla 4.13 Precio promedio de venta cobrado a los usuarios del servicio doméstico y no doméstico para el período 2005 - 2009

Precio Promedio de Venta (pesos \$ / m ³)	2005	2006	2007	2008	2009	Promedio
Doméstico	10.60	11.35	12.79	12.68	13.28	12.14
No doméstico	28.17	29.46	31.23	33.94	35.29	31.62

Fuente: Elaboración propia con base en información del Sistema Tarifario de la CESPT, correspondiente al período 2005-2009

Finalmente, en cuanto a la eficiencia económica¹⁰⁶ de la estructura tarifaria que se considerará como el equilibrio entre el precio del agua y la demanda presente y futura de la misma para la ciudad, es preciso remarcar que la CESPT no considera los factores asociados con la demanda futura del agua para el incremento anual del nivel tarifario. De acuerdo con al Ing. Valadez, el organismo tiene determinada la demanda futura de agua, así como sus niveles de déficit, pero aún no ha podido conciliar estos aspectos con el diseño de la tarifa. Lo que atribuimos en parte a la inexistencia de un departamento financiero dentro de la Subdirección de Planeación del organismo operador que permita vincular las perspectivas y planes futuros de la gestión de los servicios de agua con la estructura tarifaria y esto a su vez con la disponibilidad de las fuentes de agua.

Tarifa única: desventajas en el recibo de cobro

La CESPT maneja una tarifa única, lo cual implica que en el recibo por el servicio de agua potable está implícito el servicio de alcantarillado y saneamiento (recolección, alejamiento, tratamiento y disposición final de las aguas residuales). Por ello no se hace distinción del costo de cada uno de estos servicios en la factura de cobro entregada al usuario. Se estima dentro del esquema de la tarifa que 40 % corresponde a los costos de operación del servicio de saneamiento. Los funcionarios entrevistados en la CESPT, manifiestan que la estimación de esta proporción se ha obtenido a través de estudios de costos y que de igual forma es un valor que se maneja de manera general en casi todos los organismos operadores.

Este sistema de facturación única reduce la posibilidad de integración de los costos relativos al saneamiento de forma completa, por lo que la tarifa aplicada por la CESPT además de no reflejar los costos “reales” del agua potable tampoco contempla de manera integral los costos relativos al sistema de saneamiento.

Se considera que para propósitos de futuros escenarios de venta de agua tratada sería conveniente revisar los costos del saneamiento, analizar el diseño de una estructura tarifaria

¹⁰⁶ La eficiencia económica de los organismos operadores de los servicios de agua, según Maraón (2004) debe considerar el precio del agua en función de la demanda, por ser esta sensible a los precios.

asociada a la venta del servicio de agua reusada e informar al usuario cuanto está pagando por cada servicio.

Otros problemas asociados a esta tarifa única es que aplica el cobro por servicios de alcantarillado no proporcionados por la CESPT. Del 12 % de los usuarios domésticos - equivalentes a 62,127 cuentas- que tienen acceso al agua potable no están conectados a la red de drenaje, no obstante la facturación no hace diferencia entre estos usuarios. Lo anterior se traduce como inequidad en el cobro de la tarifa y más si se considera que generalmente estos usuarios, están representados por la población de menores ingresos.

Adicionalmente, es evidente que el actual proceso de facturación, contemplado por la lectura del medidor, su impresión y entrega inmediata al usuario representa altas eficiencias en la relación hombre/hora, aunque el recibo, como medio de información entre el organismo y el usuario, no ha obtenido el mismo avance. En la factura entregada no se hace referencia a aspectos relativos al subsidio, los descuentos, estado de las fuentes de agua, así como de las campañas adelantadas por el organismo en relación a la cultura del agua. Perdiéndose así una gran oportunidad de comunicar y educar al usuario.

Subsidio tarifario

Las tarifas en bloque creciente de la CESPT contemplan la aplicación de ‘subsidiados cruzados’. Para Boland y Whittington (2000) este tipo de subsidios contemplan la subvención del pago de agua entre los usuarios de un mismo rango de consumo y entre diferente tipo de usuarios, donde generalmente los de mayores recursos apoyan a los hogares pobres; asimismo, para Marañón (2004) las consideraciones sociales de estos subsidios buscan redistribuir el ingreso y asegurar el acceso a los sectores más pobres.

Para el caso específico de la CESPT se evidenciaron como principales problemas del subsidio cruzado, las contradicciones en cuanto a la equidad social y la continuidad en la desigual distribución de costos entre los menores rangos de consumo. Así como, la orientación del

aporte subsidiado de los usuarios no domésticos para cubrir deficiencias operativas del organismo.

Como se observa en la siguiente tabla, la tercera parte de los usuarios de la ciudad reciben un subsidio de \$8.7/m³ lo cual si bien, puede representar un gran beneficio a esta población por suponerse de menores recursos económicos, también es notable que la población de consumo medio que se presume de mejor condición económica recibe prácticamente el mismo subsidio.

Tabla 4.14 Subsidio cruzado: rangos de consumo y subsidio (recibido y aportado) por cada tipo de servicio, en el Sistema CESPT 2010¹⁰⁷

Rangos de Consumo		Densidad Usuarios	Fact Bruta Millones	Subsidio promedio /m3	Subsidio Millones
Servicio doméstico					
1	Hasta 5	30.6%	99	-8.7	-71.0
2	6 a 20	50.9%	484	-8.5	-334.2
3	21 a 35	10.1%	243	-5.9	-95.4
4	36 a 60	2.0%	112	0.2	1.0
5	Más de 60	0.5%	207	16.4	91.0
SubTotal		94.1%	1,145	-7.7	-500.6
Servicio No doméstico					
1	Hasta 5	3.0%	30	21.0	14.9
2	6 a 20	1.2%	36	20.9	18.1
3	21 a 50	1.1%	122	21.5	61.8
4	51 a 500	0.6%	233	22.1	119.7
5	Más de 500	0.1%	372	22.9	194.1
SubTotal		5.9%	793	17.8	500.6

Fuente: Elaboración propia con base en información del Sistema Tarifario de la CESPT, correspondiente al 2010

La fundamentación del subsidio cruzado se ha desarrollado sobre la hipótesis de que los usuarios con menores consumos son específicamente los de menores ingresos económicos. Este planteamiento no refleja precisamente la equidad social en el cobro del servicio; más si se

¹⁰⁷ El subsidio para los usuarios domésticos de acuerdo a datos de la CESPT 2006, se configuró de la siguiente manera: los usuarios con rango de consumo de cero a treinta metros cúbicos (R1D a R6D), recibieron un subsidio promedio de \$5.95 por metro cúbico; en estos rangos se ubicó 87 % de los usuarios, de lo cual cabe resaltar que los usuarios domésticos con consumo bajo (de 0 a 5 m³) obtuvieron el mismo subsidio que los usuarios con consumo medio. Los rangos de treinta y uno hasta cuarenta y cinco metros cúbicos (R7D al R9D), representados por 5 % de los usuarios, se beneficiaron con un subsidio de \$1.34 por metro cúbico. Los usuarios en los más altos rangos de consumo (R10D a R12D), equivalentes al 2.4 %, no eran subsidiados y por el contrario debían aportar al subsidio; sin embargo, el monto fue mucho menor al aporte realizado por los usuarios no domésticos.

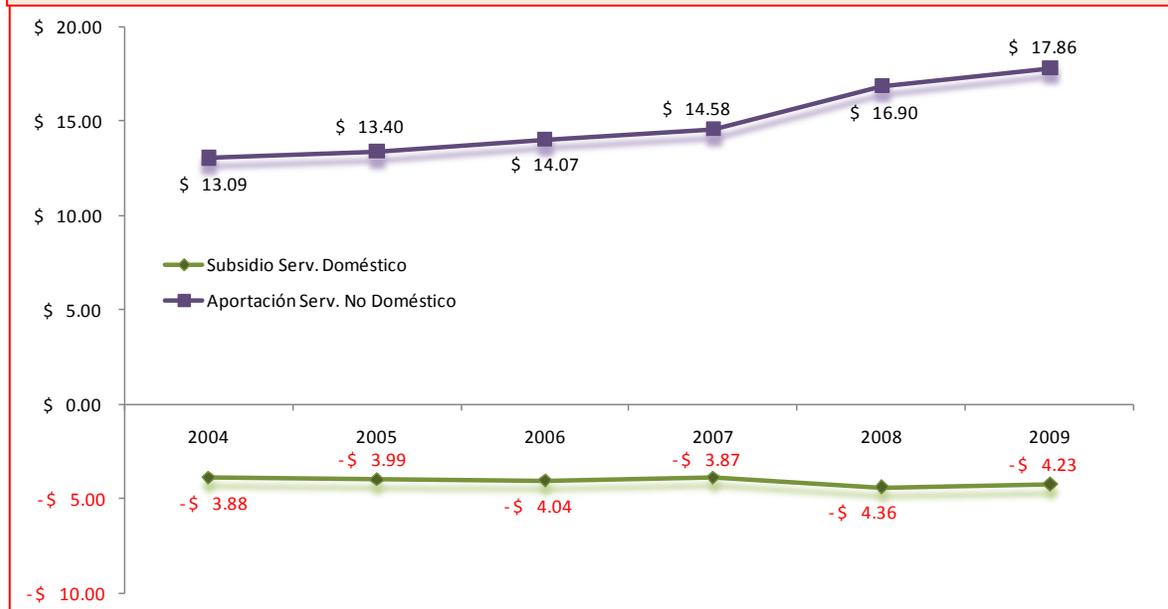
considera que en Tijuana existe una gran movilidad social, fenómenos de des habitación de viviendas, población flotante, entre otras características de la dinámica poblacional que definitivamente contribuyen a modificar los patrones de consumo.

Por consiguiente, la posible aplicación de subsidios a sectores poblacionales que tienen la capacidad de pagar el costo “real” del servicio de agua, además de afectar las finanzas del organismo, incrementa el deterioro del agua por su uso ineficiente y puede estar contemplando efectos contrarios a la equidad social.

Otro punto de vista de esta problemática, la proporcionan los asentamientos poblacionales que no tienen la capacidad económica ni legal de tener acceso al servicio de agua potable. Esta población, además de ser afectada por la marginación espacial en el abasto del servicio, no es vinculada como beneficiaria dentro de la estructura de subsidios de la CESPT, por lo que tienen que incurrir en costos mayores para acceder al agua. Sobre esta población, como se comentó en el apartado de asentamientos irregulares, el organismo operador no tiene estimativos de su magnitud, ya que se concentra en los usuarios regularizados, por lo que sus características de demanda y consumo de agua no están vinculados en la planificación.

Desde otro punto de análisis, la proporción del subsidio con relación al metro cúbico refleja que mientras el sector doméstico en promedio es subsidiado con \$4.06 por metro cúbico, el sector no doméstico subsidia \$14.98, es decir que contrario a lo que se pudiera afirmar el excedente del aporte de este sector sólo cubre una pequeña parte de la tarifa de los usuarios domésticos. De lo anterior se infiere que gran parte del monto subsidiado por parte del sector no doméstico es destinado a cubrir las deficiencias financieras del organismo operador (ver gráfica 4.35).

Gráfica 4.35 Proporción del subsidio por metro cúbico



Fuente: Elaboración propia con base en información del Sistema Tarifario de la CESPT, correspondiente al período 2004-2009

Es importante señalar que dentro del Consejo de Administración de la CESPT,¹⁰⁸ según manifiestan algunos funcionarios existen iniciativas privadas que no están muy de acuerdo con que el subsidio siga aumentando del lado de los usuarios no domésticos. Posición que ha sido uno de principales factores de presión para que en la actualidad se esté reevaluando la estructura tarifaria y el subsidio cruzado con miras hacia su modificación. Al respecto el Lic. Rivera señala que:

“La tarifa en términos generales está bien, el problema es del subsidio cruzado”...“el servicio doméstico de bajos ingresos está más lejos de lo que debería pagar, por lo que el sector no doméstico está absorbiendo la mayor cantidad de los costos”...“La estructura tarifaria como se encuentra actualmente, no permite detener el abismo que está existiendo entre los usuarios”

¹⁰⁸ El Consejo de Administración de la CESPT, es el órgano que tiene como función prioritaria, el aprobar el presupuesto anual de gastos y el balance, antes de ser presentados al Congreso del Estado para su autorización final y posterior publicación en la Ley de Ingresos del Estado, por lo cual la CESPT está limitada a operar bajo las decisiones de un órgano de orden estatal ajeno al organismo lo que genera que la gestión del servicio se convierta en un tema político y que cada vez más se desconozca de su problemática -financiera y técnica- de operación.

Este es un argumento que debe ser estudiado con mucho detalle ya que si bien es cierto que los usuarios no domésticos tiene un mayor cargo a su tarifa, es precisamente porque son usuarios que se benefician económicamente por el uso del recurso; siendo conveniente más bien evaluar cuanto de lo que pagan estos usuarios está siendo dirigido a subsanar las deficiencias del organismo, en lugar de enfocar la discusión en la diferencia con respecto al usuario doméstico. Lo anterior considerando además que como se expuso en la tabla 4.11 estos usuarios han tenido un incremento equitativo en su tarifa en relación con los usuarios domésticos.

Se advierte además que en la configuración del Consejo la representación de los agentes sociales está centrada en el gremio empresarial. Condición que denota un desequilibrio en las fuerzas de poder que intervienen en la determinación de las tarifas del organismo. Suponer que este gremio representa los intereses de la sociedad, resulta ilógico si se considera que a su vez ejerce presión hacia la reforma de la estructura de precios y subsidios, bajo el argumento de ser el sector más afectado económicamente en la estructura de tarifaria por subsidiar a los usuarios domésticos que son mayor en número y menos responsables en el pago del servicio.

Por tanto, es evidente que la influencia del sector político y económico en el Consejo Administrativo de la CESPT limita la posibilidad de reflejar en las tarifas los costos de producción del servicio de agua. Esto además de impactar negativamente la economía del organismo, causa un desequilibrio en la carga de costos del servicio entre los usuarios y limita la posibilidad de vincular el tema ambiental dentro del diseño de las tarifas.

De lo anterior surge entonces el cuestionamiento de si ¿El monto de la tarifa corresponde a la situación económica de los usuarios de la ciudad Tijuana?, es decir ¿Si es justa la distribución del subsidio? preguntas a las cuales el organismo operador no tiene respuesta, ya que no cuenta con estudios en los que se relacione las condiciones socioeconómicas de la población tijuanaense con su estructura de costos y precios del agua.

Es preciso reconocer que desde el alcance de esta investigación se escapa el analizar más a profundidad lo cambios de distribución de ingresos en la población de la ciudad que permita

tener parámetros para determinar con mayor profundidad la justicia social del subsidio. Esto además considerando que Tijuana tiene una dinámica poblacional muy particular que le confiere características irregulares en la distribución de ingresos, que ameritarían un estudio detallado por zonas geográficas. Siendo por tanto este un tema importante a abordar en otra investigación.

4.4.4 Conclusiones y discusiones

El análisis realizado sobre los costos de producción y la estructura tarifaria de la CESPT en relación a la sustentabilidad ambiental y la equidad social, presenta los siguientes puntos, como los importantes sobre los cuales concluir y discutir:

1. La gestión deficiente del organismo operador del servicio conduce al uso ineficiente de los recursos hídricos de que se abastece la ciudad de Tijuana.

Los hallazgos financieros en cuanto al rubro agua, presentados en las gráficas 4.30 y 4.28, revelan que a pesar de que la inversión destinada a la compra del recurso hídrico es equivalente al 21.5 % de los egresos, a su vez representa el ingreso más significativo para la CESPT, con 63 % de la proporción total. Paradójicamente, aunque estas cifras demuestran la gran dependencia de las finanzas del organismo en la venta de agua, por otro lado, no son acordes con la eficiencia en su conservación. Esto si se tiene en cuenta que a lo largo de los últimos diez años las pérdidas de agua se han mantenido constantes y que de las cuentas por cobrar, las deudas de agua han alcanzado proporciones alarmantes del 77 %.

Estos aspectos, en suma, reflejan la orientación de un organismo que no ha entendido del todo el riesgo que representa la gestión financiera deficiente de un recurso hídrico cada vez más escaso, costoso y deteriorado por la sobrepresión. Es necesario por tanto, una preocupación diferente del tradicional aumento de infraestructuras, en el cual la reducción de las pérdidas en búsqueda de la uso eficiente del agua comience a jugar un papel central.

2. En la ciudad de Tijuana se cobra una ‘tarifa única’ que además de no integrar los costos totales del servicio de saneamiento, causan cobros inequitativos a los usuarios que no cuentan con acceso a este servicio.

En la ‘tarifa única’ que maneja la CESPT se prioriza el cobro por la venta de agua potable, vinculando sólo algunos de los costos del sistema de alcantarillado. Se plantea que esta estrategia de cobrar una tarifa única genera presión al recurso hídrico, ya que se sobrecargan costos a la tarifa de agua potable correspondientes al servicio de saneamiento. Por lo tanto, la no diferenciación entre los costos de estos servicios, aunado al incremento de la inversión para la construcción de infraestructuras de saneamiento en la última década, permite deducir que se están afectando la destinación de recursos hacia el mejoramiento del sistema de distribución y abasto de agua, en aspectos como el incremento de la eficiencia.

El histórico rezago de la cobertura de alcantarillado, aunado a la falta de actualización del padrón de usuarios afiliados a este servicio, genera que la tarifa única cobre al 12 % de los usuarios el servicio de alcantarillado, a pesar de no tener acceso al mismo. Situación que puede ser crítica si vinculamos a la discusión el hecho de que estos usuarios, de acuerdo a la información proporcionada por la CESPT, son grupos sociales marginados de bajos recursos económicos ubicados en la periferia de la ciudad. Reflejándose nuevamente la máxima de que los pobres pagan más por los servicios de agua.

3. Los rezagos económicos por ineficiencias financieras y operativas de la CESPT están conduciendo a un proceso de descapitalización que amenaza el manejo sustentable del agua y la capacidad en la atención de las demandas de los usuarios.

Los resultados del análisis financiero como se detallan en las gráficas 4.31 y 4.32, muestran que la CESPT en términos generales para el período 1991-2003 presenta una tendencia creciente de los ingresos y egresos relativamente equitativos. No obstante posterior al 2004 los ingresos comienzan a descender alcanzando para el 2009 una reducción del 24 %, siendo superados por el nivel de egresos. Asimismo, las cuentas por cobrar han ido en aumento, alcanzando 16 % de incremento anual. Lo cual aunado al aumento de las ineficiencias en recaudación -sólo se

recupera 55 % de lo facturado- y la continuidad de las pérdidas físicas -del 20 % para el 2009- reflejan un panorama financiero de descapitalización progresivo del organismo. Cada vez se perciben menos ingresos por venta de agua. Motivando a un rezago económico superior a los dos mil millones de pesos en los últimos cuatro años. Rezago que de continuar esta tendencia, causará traumatismos operativos en el organismo en el corto tiempo, que se verán reflejados en el uso ineficiente del recurso hídrico. Causado por el aumento de las pérdidas en el sistema de agua -tras la reducción de la inversión en mantenimiento y operación-, así como en la limitada capacidad en la atención de las necesidades de servicios por parte de la población.

4. El precio de venta de agua implementado en Tijuana refleja solamente 42 % de los costos de producción, lo que reduce la capacidad del organismo a contar con recursos económicos que le permitan planificar su gestión en el largo plazo.

Los costos de producción de agua de la CESPT, como se presentaron en la gráfica 4.34, son 58 % más altos que el precio promedio de venta por cada metro cúbico. Si a esto le adicionamos el hecho de que a los costos de producción no se le adicionan los costos totales por el servicio de saneamiento, podríamos afirmar que la CESPT cobra una tarifa que está lejos de ser representativa del precio “real” de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. Y por tanto mucho más lejos de reflejar el nivel de escasez y deterioro del recurso hídrico.

Los resultados apuntan a señalar que el cobro de tarifas inferiores a los costos del servicio, han conducido a que el organismo “juegue” anualmente con el concepto del monto de la tarifa y la inversión en obra pública, en busca del equilibrio presupuestario. Provocando que la CESPT limite los recursos necesarios para su operación, reduzca la capacidad de inversión para el mantenimiento de su infraestructura hídrica, al tiempo que disminuye la posibilidad de generar fondos de inversión. De esta forma, el organismo no tiene recursos económicos que le permitan actuar de una forma preventiva, contrario al accionar cortoplacista y correctivo que le ha caracterizado.

De acuerdo con lo expuesto es importante recordar que el IMTA (2003) distingue dos tipos de eficiencia tarifaria en los organismos operadores del agua, una de enfoque inmediato que

atiende erogaciones a corto plazo y otra orientada a la sustentabilidad a largo plazo. Con base en los planteamientos presentados, se afirma que la CESPT tiene una tarifa fundamentada en la eficiencia inmediata. Por lo que es deficiente en la planeación estratégica institucional de largo plazo; condición necesariamente obligada según plantea Rodríguez (2004) para enfoques de sustentabilidad en el manejo del agua.

5. La tarifaria implementada por la CESPT tiene deficiencias estructurales que limitan la vinculación de aspectos sociales y ambientales a la vez que permite la politización de los precios de venta del servicio.

La CESPT, no vincula en el diseño tarifario criterios relativos a la oferta y demanda futura del agua y la conservación de las fuentes de abasto. De igual forma, no relaciona las condiciones económicas de la población tijuanaense con su estructura de costos y precios del agua. Por lo tanto, las tarifas del servicio del agua de Tijuana además de no reflejar la escasez del recurso hídrico, tampoco contemplan las diferencias socioeconómicas de la comunidad para el establecimiento de las tarifas de cobro.

De igual forma, la estructura tarifaria carece de un sistema específico para el incremento en el precio de venta del servicio. Lo cual deja un vacío estructural que convierte a la tarifa del agua en una herramienta para uso de intereses políticos, así como de “ajuste” de las deficiencias financieras del organismo. Es claro que, dependiendo del nivel de desequilibrio presupuestal de la vigencia anterior -situación recurrente en el organismo-, se decide qué tipo de estrategia de arreglo conviene aplicar para el incremento de la tarifa.

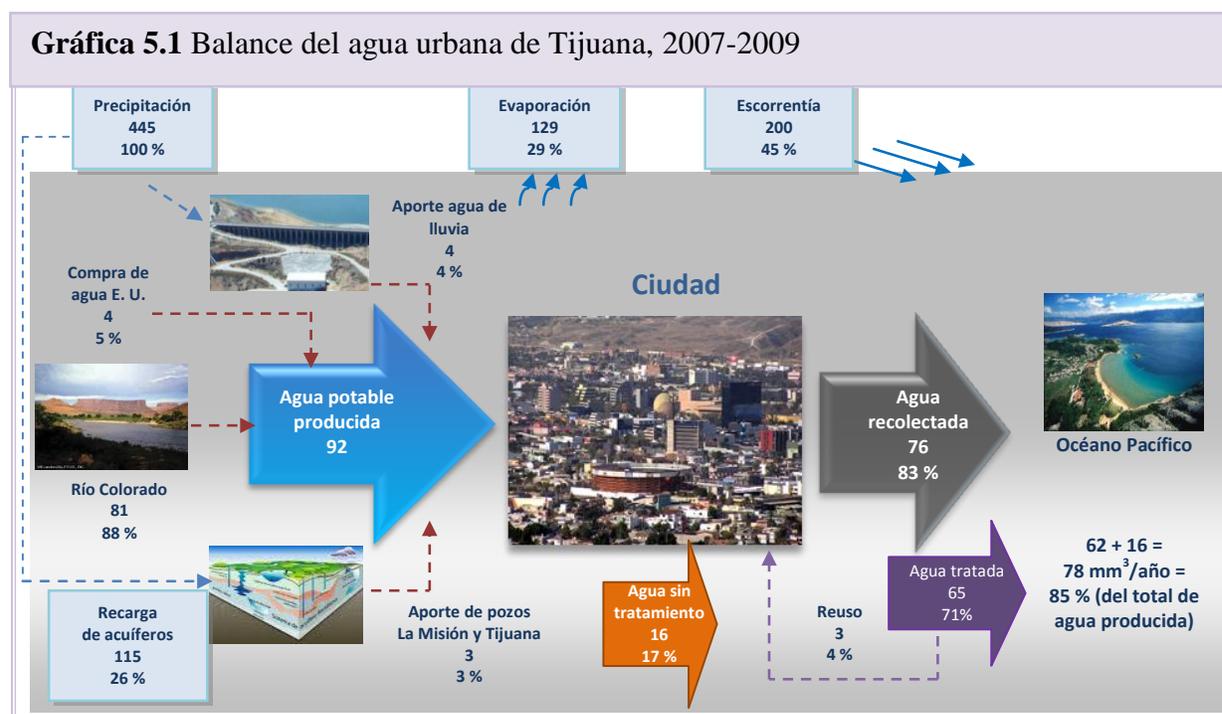
Finalmente, considerando que la CESPT en este momento se encuentra en un proceso de revisión de la estructura tarifaria tendiente a su modificación, se hace pertinente advertir sobre el error en el que puede incurrir al asumir que el aumento de la tarifa se reflejará directamente en el incremento de los ingresos. Se deben analizar que gran parte de la falta de ingresos son causados no sólo a la diferencia entre los costos y las tarifas de venta, sino además al hecho de que el organismo ha sido inefectivo en su gestión comercial y física. Esto implica que cobrar más no representará mayores ingresos si simultáneamente no asume un plan de mejoramiento

de su eficiencia global. Ya que, si bien es innegable que el usuario debe pagar el costo del servicio de agua, por otro lado también es cierto que, no tiene porque asumir los costos por ineficiencias del operador del servicio. Por tanto, se debe cuidar que esta estrategia de alza en las tarifas del agua no sea una medida que tienda a la inequidad social, de lo contrario, muy seguramente encontrará resistencia ciudadana.

En suma de lo planteado, se concluye diciendo que la estructura de costos y tarifa de la CESPT presenta problemas económicos y estructurales que conllevan a implicaciones tanto de inequidad social, como de insustentabilidad en el manejo de los servicios urbanos de agua prestados en la ciudad de Tijuana.

CAPÍTULO V. REFLEXIONES FINALES Y ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA EN LA CIUDAD DE TIJUANA

La dinámica de los servicios urbanos de agua en la ciudad de Tijuana se ha desarrollado bajo un modelo de gestión insustentable. El manejo de los recursos hídricos corresponde a un proceso lineal, en el cual el agua se distribuye, consume y desecha, con altas deficiencias, careciendo de un proceso de reintegración efectivo en la vida urbana, así como de la vinculación entre los agentes sociales y gubernamentales implicados en su gestión (ver gráfica 5.1). De esta forma, se expone un panorama de insustentabilidad hídrica que advierte sobre las limitantes para el crecimiento poblacional y económico de la ciudad.



En la gráfica se detalla el balance del agua urbana de la ciudad de Tijuana de la siguiente forma: Los volúmenes presentados debajo de cada fuente de agua están en millones de metros cúbicos anuales y corresponden al promedio del período 2007-2009. Los porcentajes de precipitación, evaporación y escorrentía fueron estimados con base en datos de la Conagua (2010). Se tomó como precipitación anual para Tijuana el volumen de 250 mm (se utilizó este dato por ser la precipitación promedio de un período de 50 años -series 1950 a 1998- del estudio de Winckell, *et al.*, 2005) y para su conversión a metros cúbicos anuales se aplicó la relación de 1 mm = 1.78 millones de m³/año (entonces 250 mm es igual a 445 millones de m³/año). Los porcentajes de extracción y producción de agua potable y descarga de agua residual, son cálculos propios que han sido presentados a lo largo de esta investigación. Las líneas rojas representan el flujo de agua que es extraída y dirigida hacia la ciudad para la producción de agua potable, la línea morada indica la reintegración de agua al ciclo hidrológico y las líneas azules identifican los flujos de agua natural dentro del sistema, comprendidos por la precipitación, evaporación, infiltración y escorrentía.

Fuente: Elaboración propia.

Es preciso considerar que esta dinámica se ha desarrollado sobre el contexto de la ciudad de Tijuana, caracterizado por la escasa disponibilidad de fuentes propias de agua, la alta dinámica poblacional y el acelerado crecimiento económico. Estos factores han influido y dado forma de manera directa al manejo de los recursos hídricos, confiriéndole indudablemente particularidades a la problemática de insustentabilidad del agua y por tanto a las estrategias que se puedan encaminar para su solución.

Bajo el esquema general de la dinámica del agua urbana y dentro del contexto de la ciudad de Tijuana, la problemática de insustentabilidad de los recursos hídricos se centra en cinco aspectos fundamentales. El primero, es la planificación en términos cortoplacistas y carente de una visión integradora de los objetivos sociales y ambientales relacionados con el manejo del agua; el segundo, es el uso ineficiente del agua; el tercero, es la falta de corresponsabilidad en el manejo del recurso; el cuarto, es la inequidad en la distribución espacial de los servicios de agua; y, finalmente, como quinto aspecto se reconoce la falta de reintegración efectiva de las aguas tratadas al sistema de la ciudad.

Con respecto a la planificación cortoplacista y carente de una visión integral, se reconoce que la administración y operación del servicio de agua en Tijuana se ha estructurado desde sus inicios sobre la gestión de la oferta. Los organismos operadores y administradores del agua enfocan su planificación en la construcción de infraestructuras hídricas, con el objetivo de aumentar los volúmenes de extracción para abastecer las crecientes demandas.

Bajo este proceder, en los últimos treinta años el sistema de abasto y distribución de agua potable ha sido ampliado en una escala de treinta y cinco veces y con esto, ha aumentado los volúmenes de extracción de las fuentes naturales de 150 lit/seg a 5,300 lit/seg. La última ampliación del acueducto utiliza el máximo volumen de agua que le corresponde a la ciudad por parte de la cuota del río Colorado. Lo cual manifiesta que para futuros incrementos de la demanda, la ciudad se deberá enfrentar a la negociación y compra de bloques adicionales de agua. Esto implica una limitante urgente que acarreará mayores costos y competencia regional por el acceso al recurso, así como mayor presión y el deterioro de las fuentes de agua.

No obstante, estas ampliaciones también han representado beneficios sociales importantes. El aumento de la capacidad del acueducto ha logrado incrementar constantemente la producción de agua en un 3 % (ver gráfica 4.4) y con esto la ampliación efectiva de la cobertura del servicio para los usuarios del sector doméstico de 82.6 % a 98.4 % -promedio anual del período 1991 a 2009- (ver gráfica 4.12), superando incluso a la media nacional determinada para el año 2008 en 90.3 % (Conagua, 2010). Estos datos son utilizados por la CESPT y por organismos externos como la Conagua, para exponer la eficiencia en el abasto del servicio de agua potable en Tijuana.

En otro sentido, bajo el enfoque de la sustentabilidad, se considera necesario que la eficiencia del abasto sea medida no sólo en términos del aumento en los volúmenes de producción ya que esto incentiva prácticas como la sobredemanda (Brooks, 2005 y Girardet 2006). Se deben integrar los logros en los indicadores de ahorro por el uso eficiente del agua en la evaluación de la eficiencia del servicio, así como por su orientación hacia la gestión de la demanda.

Este estilo de gestión ha conducido, además, al desarrollo de infraestructura hídrica ineficiente, en la cual la capacidad instalada es rápidamente rebasada por la demanda. Las actuales ampliaciones del acueducto, a pesar de los altos costos invertidos y los nuevos volúmenes captados, tendrán, de acuerdo con las proyecciones realizadas en esta investigación, la capacidad de cubrir la tendencia de la demanda proyectada en el corto plazo (ver gráfica 4.15). De ser así, para 2030 se requerirán nuevas ampliaciones equivalentes a 80 % de la capacidad actual y el aumento a 226 mm³ para atender a los futuros 2.8 millones de habitantes (ver gráfica 4.16).

Lo anterior implicaría, bajo el actual modelo de gestión, mayores construcciones y por tanto la búsqueda de más fuentes hídricas. Bajo esta lógica de operación que desconoce objetivos sociales -como la cultura en el uso eficiente del agua- y ambientales -como la protección a las fuentes- se estará causando un claro desequilibrio entre la disponibilidad del recurso y la demanda del servicio.

Ante los escenarios expuestos, las futuras demandas representan un gran desafío para la administración y operación del servicio, cuya gestión se debe encausar hacia nuevos paradigmas donde la conservación y la protección de las fuentes de agua comiencen a presentar mayor relevancia.

Se sugiere que la CESPT integre a la planificación de la infraestructura de los servicios urbanos de agua, aspectos ambientales como, la reducción de las fuentes de agua bajo escenarios de cambios climáticos, períodos críticos de escasez y el estudio de fuentes alternativas de agua. Así como, aspectos sociales relativos al comportamiento de la demanda y la percepción ciudadana en torno al uso eficiente del agua. Se debe contar con un panorama del estado actual de la gestión del agua y la proyección de su tendencia hacia escenarios futuros.

El uso ineficiente del agua es el segundo aspecto determinado como prioritario en la insustentabilidad de los recursos hídricos de la ciudad, pues se centra la atención en las pérdidas físicas del sistema de potabilización y la ineficiencia financiera del organismo. Estos elementos han contribuido al deterioro de las fuentes propias de agua y a incrementar la dependencia a una fuente hídrica externa.

Es evidente que a pesar de que en la ciudad se han incrementado anualmente los indicadores de medición (ver gráfica 4.6) y facturación (ver gráfica 4.8), las pérdidas de agua conservan una tendencia promedio de 24 %, en los últimos veinte años (ver gráfica 4.5). Actualmente se continúa desperdiciando cerca de un cuarto del total de producción de agua potable (20 %), lo que representa el desperdicio de 1.8 mm^3 en el sistema de transporte y distribución.

A lo anterior se debe agregar que, si bien este porcentaje es inferior respecto de la media nacional determinada en 25 % por el IMTA, no se debe ignorar que en el caso específico de Tijuana que depende en su totalidad de una fuente externa, la eficiencia de este indicador es cuestionable. Se debe considerar además que ante las demandas altamente crecientes de los servicios urbanos, los niveles de pérdidas reportados por el organismo operador son un detrimento importante en términos sociales, económicos y ambientales.

Así, los volúmenes desperdiciados limitan el posible acceso de agua potable para 117 mil nuevos usuarios y se reducen de forma efectiva los ingresos al organismo por 54.4 millones de pesos anuales, -promedio calculado para los últimos tres años-. Es importante señalar que estas pérdidas generan un deterioro en el ambiente por la extracción del recurso hídrico de su ecosistema natural, aunado al agravante de que su explotación no está siendo dirigida a satisfacer necesidades sociales.

Desde la perspectiva de esta investigación, vale la pena destacar que las ineficiencias en el uso del agua desde una dimensión social representan reservas que no son conservadas para los requerimientos de las generaciones futuras. Pero más crítico aún es reconocer que los desperdicios contribuyen a la inequidad actual en el acceso al servicio. Esto bajo la consideración de que, a pesar de contar con coberturas de agua próximas al 98 % las demandas (ver gráfica 4.12), aún existe un rezago de 12 % de la población que no tiene acceso al agua potable. En términos de volúmenes disponibles, estas pérdidas del recurso hídrico podrían abastecer la totalidad de las necesidades de los actuales usuarios con rezago del servicio. La problemática de rezago es abordada detalladamente en el elemento cuarto de este capítulo.

Las pérdidas de autosuficiencia financiera del organismo operador, se centran sobre dos elementos que se evidenciaron como claves para la afectación económica y estructural del organismo y el manejo eficiente del recurso. Por un lado, está la creciente deficiencia en la recaudación y el cobro de tarifas por debajo de los costos de producción; y por otro, la falta de una vinculación directa de los temas ambientales y sociales en la planificación de la estructura tarifaria.

En la ciudad de Tijuana no se cobra el precio “real” del servicio. Los costos de producción de agua de la CESPT, como se presentaron en la gráfica 4.34, son 58 % más altos en 2009 que el precio promedio de venta por cada metro cúbico. Asimismo, las cuentas por cobrar han ido en aumento alcanzando un promedio anual de 16 %. Esto, aunado al incremento de las ineficiencias en recaudación -sólo se recupera 55 % de lo facturado- (ver tabla 4.10), refleja un panorama financiero de descapitalización progresiva del organismo.

Cada vez se perciben menos ingresos por venta de agua, lo que motiva que persista un rezago económico superior a los dos mil millones de pesos en los últimos cuatro años (ver gráfica 4.33). De continuar esta tendencia, en el corto plazo los traumatismos operativos se reflejarán en el uso ineficiente del recurso hídrico, ocasionando que el organismo operador se enfrente a la dificultad de generar fondos de inversión que permitan el mantenimiento y la reposición del sistema para reducir las pérdidas de agua.

Se puede además afirmar que, el organismo operador no vincula el diseño tarifario con criterios relativos a la oferta y demanda futura del agua y la conservación de las fuentes de abasto. De igual forma, no relaciona las condiciones económicas de la población tijuanaense con su estructura de costos y precios del agua. Por lo tanto, las tarifas del servicio del agua de Tijuana además de no reflejar la escasez del recurso hídrico, tampoco contemplan las diferencias socioeconómicas de la comunidad para el establecimiento de las tarifas de cobro.

Ante lo expuesto, es importante reconocer que, si bien la construcción y ampliación de la infraestructura de abasto han alcanzado logros significativos en la satisfacción de las demandas, por otra parte, se afirma que su uso ineficiente ha ignorado los problemas de escasez del agua y las implicaciones futuras en la planificación del servicio.

En suma, las ineficiencias físicas y financieras han contribuido al progresivo deterioro de las fuentes propias de agua y al incremento en los volúmenes demandados, presionando así a que la ciudad dependa cada vez más del río Colorado.

Dicha fuente de agua, es un recurso externo altamente compartido y competido en su aprovechamiento, que si bien, conforme a los tratados internacionales se podría decir que es agua de disponibilidad “segura”, en términos de cuotas, su acceso es limitado a un volumen mínimo específico. Asimismo, el hecho de que el sistema de abasto de agua de la ciudad dependa en 96 % del río Colorado (ver tabla 4.1) contrasta con la problemática que representa la tendencia en la reducción de la calidad de esta fuente.

De acuerdo con los reportes de salinidad de los últimos treinta años, se ha evidenciado desde 2001 el creciente incumplimiento de los acuerdos internacionales en cuanto a los límites permisibles de este parámetro (ver gráfica 4.9). Estas evidencias, aunadas a los estudios que señalan las fuertes implicaciones de los cambios climáticos en la zona fronteriza México-Estados Unidos (Gleick, 2000 y Jenkins e Iturralde, 2009) en la disponibilidad del agua y en la mencionada salinidad, son factores que proyectan escenarios futuros donde el recurso hídrico en la región es amenazado tanto en sus características de cantidad como de calidad.

En relación con las deficiencias de la estructura tarifaria y su capacidad de dar respuesta a los objetivos de equidad en el cobro de la tarifa, es evidente la necesidad de utilizar un criterio de diseño diferente o complementario al ya tradicional de rango por consumo escalonado.

Para esto se propone asociar el criterio de estratificación económica de la población de Tijuana asentada en el territorio con las características del rango escalonado de consumo para los diferentes tipos de usuarios. Consistiendo específicamente la propuesta en interrelacionar la capacidad económica y localización de los usuarios con su nivel de consumo para la construcción de la estructura tarifaria. Para la caracterización económica de los usuarios se sugiere que la CESPT utilice la clasificación o avalúo de los predios, establecida por el ayuntamiento municipal para hacer el cobro del impuesto predial.

El impuesto predial está construido sobre un valor base de la vivienda, el cual está determinado por las características económicas del sector y el predio. Entonces bajo el supuesto de que esta clasificación es cercana a la descripción de las condiciones de pago de la población, la estratificación de la tarifa bajo criterios socioeconómicos podría equilibrarse con los principios de equidad social. Configurándose así a uno de los objetivos requeridos para que el cobro del agua tienda a su aprovechamiento sustentable.

Se plantea además, que la tarifa estratificada contribuiría a los objetivos de recuperación de los costos “reales” implicados en la producción del agua. Al tiempo que incentivaría el uso eficiente de los servicios por parte de los usuarios y la estabilidad financiera del operador.

El tercer elemento determinado como central en la problemática de insustentabilidad, es la falta de trabajo coordinado y estratégico entre los organismos a nivel local, así como la escasa corresponsabilidad del usuario en la gestión del agua. Entre el operador del servicio y los diferentes agentes locales implicados en el manejo de los recursos, el direccionamiento común es muy débil y no se comparten futuros deseados alrededor de la gestión del agua.

Es evidente que la planeación de la CESPT carece de articulación y coordinación directa con el desarrollo urbano autorizado por el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). Dicha desvinculación se refleja en el hecho de que en algunas ocasiones la construcción de infraestructura de distribución y abasto de agua se realiza en sectores diferentes de los que efectivamente requieren del servicio o en aquellos en los cuales no es prioritario.

La corresponsabilidad en el uso eficiente del agua ha pretendido ser construida por medio de una serie de campañas educativas que no han tenido éxito en sensibilizar a la población sobre el nivel de escasez y los costos de producción. Debido principalmente, a que la CESPT aún no contempla al usuario como un agente a través del cual se puede innovar el estilo de gestión del agua en la ciudad

Derivado de lo anterior, se considera conveniente proponer el establecimiento de una oficina de enlace entre el Departamento de Planeación de la CESPT y el IMPLAN que fomente una comunicación constante y en tiempo real sobre los cambios relevantes en las autorizaciones otorgadas hacia nuevos desarrollos urbanos. Por consiguiente, es posible que este trabajo conjunto contribuya a mejorar la eficiencia en la inversión en obra domiciliaria, acueducto y alcantarillado sanitario.

Asimismo, sería conveniente que la CESPT y la CEA además, de proporcionar la información necesaria para hacer consciente al usuario de la importancia de cuidar el agua, trasciendan de la educación -etapa en la que se ha fundamentado el programa de cultura de agua de la CESPT- a la corresponsabilidad, en la que el usuario es consciente de la problemática y participa activamente en su solución.

Como estrategia complementaria a esta propuesta, se sugiere que la CESPT modifique la presentación del recibo de cobro al usuario. Es necesario que la factura deje de ser solamente un documento de cobro para que se complemente como un medio importante de comunicación y acercamiento entre el organismo y sus usuarios.

Para tal efecto, se propone que en la factura se integre la siguiente información: 1) aspectos económicos -estructura tarifaria, pago a realizar, subsidio (recibido o aportado), descuentos y precios de los diferentes tipos de agua (potable, residual, tratada)-; 2) aspectos ambientales- estado de la calidad y cantidad de las fuentes de agua utilizada para potabilización-; y 3) aspectos socioculturales -que tienda a motivar la conciencia hacia el ahorro y uso eficiente-.

El cuarto elemento determinante de la insustentabilidad del manejo de los recursos hídricos en Tijuana, es la inequidad en la distribución espacial de los servicios urbanos de agua. Ésta se concentra, para los propósitos de este análisis, en dos elementos: el primero es el rezago causado por la falta de acceso al servicio y el segundo es la no vinculación en la planeación del recurso para la población localizada en los asentamientos irregulares.

En Tijuana, la localización espacial del usuario tiene relación directa con su tendencia de consumo de agua, así como con las características del sistema de distribución y abasto del servicio. Mientras que en el área céntrica de la ciudad se dan los mayores volúmenes de consumo *per cápita*, desde esta área hacia las periferias se reduce hasta llegar a la carencia total de acceso al servicio en los extremos de la zona sur y este de la ciudad (ver mapa 4.3).

Se encontró que la población ubicada en el área céntrica de la ciudad, representa 48 % de los usuarios y tiene un consumo de medio a normal, en contraste con 51 % localizado en la periferia que registra consumos bajos (ver tablas 4.4). El consumo *per cápita* de la población asentada en la zona periférica es en promedio 5 m³ por usuario al mes, lo que equivale a 47 lit/hab-día. En comparación con los niveles mínimos de 50 lit/hab-día establecidos por la OMS (2003), los consumos encontrados en estas zonas, representan el menor consumo que puede tener una población para no ver comprometido su bienestar sanitario.

Este fenómeno particular de la tendencia hacia la reducción del consumo por parte de los habitantes, se fundamenta prioritariamente en la autorregulación de los usuarios, bajo la motivación de los costos de la tarifa. Dicha afirmación se sustenta en que se logró determinar que el incremento anual de las tarifas en 9 % -de acuerdo con cálculos realizados en los últimos diez años- (ver tabla 4.12), ha influido de manera inversamente directa en la tendencia del consumo *per cápita* de los usuarios a un ritmo de reducción de 7 % promedio anual (ver gráfica 4.7).

El resultado del análisis revela la tendencia hacia el ahorro y el uso racional del recurso por aproximadamente la mitad de la población. Esto representa una oportunidad para desarrollar políticas que mantengan y proyecten hacia otras áreas geográficas el cambio del estilo de vida con respecto al uso del agua. Planteamientos clave para la sustentabilidad, expuestos por autores como Clausen y Hafkesbrink (2005), Wolff y Gleick (2002) y Girardet (2006).

Este análisis es también clave para advertir que la implementación de políticas hídricas hacia la reducción o racionamientos sectorizados de la dotación *per cápita* resultarían ser medidas inadecuadas para la ciudad. Considerando que la mayor proporción de la población se caracteriza por tener consumos bajos, es posible que presionar la reducción del consumo tenga implicaciones negativas en el bienestar social. Esto además, permite tener un punto de referencia para la dirección de las estrategias hacia la gestión de la demanda del agua en la ciudad ya que aporta elementos decisivos en cuanto al comportamiento del usuario en el manejo de los servicios de agua.

Desde otro ángulo de la problemática de inequidad en la distribución de los servicios, se observa que en el extremo sur y este de la periferia de la ciudad se concentra la mayor parte de la población que carece de acceso al servicio de agua potable. Esto es consecuencia del rezago en la cobertura del servicio o producto de una condición de ilegalidad en la tenencia de la tierra que restringe el abasto regular del servicio. El sector descrito se representa claramente como un cordón de segregación socioespacial en la distribución del agua.

Los rezagos en la cobertura corresponden principalmente a que la CESPT no ha podido dar respuesta al rápido crecimiento poblacional. Esto se debe en parte al déficit financiero presentado por el organismo desde el año 2004 (ver gráficas 4.31 y 4.33), y a que se ha reducido la capacidad de generar los fondos de inversión para la construcción y ampliación de obras domiciliarias.

Se debe además destacar que, la CESPT enfoca sus esfuerzos de cobertura en la población regularizada, limitando la atención de las necesidades de agua para los asentamientos irregulares a la autorización de suministro de tomas fijas. En estos puntos el agua se distribuye por privados en camiones cisterna, de tal manera que el organismo no contempla de manera específica dentro de su planeación, los requerimientos de la demanda de este sector poblacional y carece de estimativos de su dinámica y su magnitud.

Lo anterior motiva a que en la población ubicada en los asentamientos no legalizados se reproduzcan factores de inequidad social como el acceso irregular, los sobrecostos y el bajo consumo de agua potable. Problemática a la que se suma la carencia de sistemas de drenaje para el manejo de sus aguas residuales.

A partir del trabajo de campo, se pudo determinar que la población irregular paga hasta ocho veces más por un metro cúbico de agua potable. Esta condición es alarmante por el hecho de que presiona a esta población a reducir su consumo básico a 8 lit/hab-día, dotación inferior al acceso básico de 10 lit/hab-día establecido por la OMS (2003), lo que representa un alto riesgo para la salud de esta población.

La problemática de inequidad en la distribución de los servicios de agua se relaciona directamente con la descarga de aproximadamente 16 mm³ anuales de aguas residuales al ambiente. Este volumen es importante si se considera que representa 17 % del total de las aguas negras generadas en la ciudad (ver tabla 4.6). Lo que se configura como un factor contaminante con influencia directa en el bienestar de la población de menores recursos que diariamente se encuentra en contacto con estos vertimientos. Asimismo, es uno de los

elementos causantes de la perpetuación de los escurrimientos de aguas residuales por cañones y cauces naturales que finalmente desembocan en el río Tijuana.

Con respecto a lo anterior, se plantea que un primer paso para la construcción de la equidad social en la distribución del agua, es la vinculación de la problemáticas de la población irregular, su dimensión y dinámica en la planificación y prestación de los servicios de agua. Aunque no se desconocen las limitantes legales que condicionan la prestación del servicio exclusivamente a áreas regulares, es también claro que el ignorar a estos usuarios tiene gran cantidad de implicaciones negativas por la contaminación ambiental y las pérdidas económicas que representa para el organismo operador.

Si se considera que la CESPT direcciona gran cantidad de esfuerzos hacia el control de vertimientos, su solución podría estar en la atención de las demandas sanitarias de la población irregular. Desde esta lógica es evidente que se continúa enfocando la gestión del saneamiento hacia la descontaminación y no en la prevención de su ocurrencia.

Además, es importante advertir en que la CESPT carece de un estimado “real” de la demanda potencial que representaría la regularización y por tanto la dotación normal del servicio para la población irregular. Se sugiere, por tanto, que un análisis de los escenarios futuros de proyección de la demanda de esta población permitiría al organismo planificar a largo plazo las directrices de producción y uso eficiente del agua, para así evitar escenarios críticos de sobredemanda.

El quinto aspecto relevante en la problemática de insustentabilidad en la gestión del agua es la falta de reintegración efectiva de las aguas residuales al interior de la ciudad. La dinámica del flujo del agua, hasta el momento expuesta, hace evidente que el sistema de alcantarillado sanitario interactúa de forma directa con el sistema de abasto de agua potable, sin embargo, su desarrollo en la ciudad no se ha realizado de forma paralela.

El sistema de drenaje, además de presentar mayores niveles de rezago en comparación con las coberturas de agua potable (ver gráfica 4.18), también evidencia un alto grado de

obsolescencia en las redes (ver gráfica 4.17). Las tuberías han rebasado en 32 % su vida útil y 14 % está próximo a cumplirla. Esta situación conduce a aumentar la contaminación por fugas y derrames de aguas residuales en el área céntrica de la ciudad (ver mapa 4.6), así como el vertimiento directo al ambiente en la zona sur y este. Ante esto, es prioritario reorientar la planificación del organismo hacia contemplar el incremento de la cobertura a la par con el mantenimiento y la reposición de la red.

El sistema de saneamiento es un proceso mucho más reciente, con importantes desarrollos durante la última década, llegando en la actualidad a tener una capacidad de tratamiento de 95 %. No obstante, las principales plantas de saneamiento, Planta San Antonio de Los Buenos y la Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales, que tratan 63 % de las aguas residuales generadas en la ciudad, no cumplen con los límites de remoción de contaminantes exigidos por la NOM-127SSA1 (ver tabla 4.7 y mapa 4.7).

Al respecto, se valoran los presupuestos de Clausen y Hafkesbrink (2005) y Girardet (2006), resaltando la importancia de hacer eficiente la infraestructura en lugar de aumentar su construcción. Así lo señala el enfoque de Larsen y Gujer (1997), que arguye que la gestión de la demanda del servicio de agua potable deberá estar integrada con el sistema de saneamiento a través del mayor aprovechamiento de las aguas residuales.

Se puede concluir que factores como el incumplimiento de las normas de remoción de contaminantes, la reciente reintegración de sólo 4 % de las aguas tratadas y la proyección de la oferta en el corto plazo de las nuevas plantas de tratamiento evidencian al sistema de saneamiento de la ciudad de Tijuana como un proceso insustentable (ver gráfica 4.25). La capacidad de reintegración efectiva de las aguas tratadas al interior de la ciudad, se realiza en su mínima expresión y en actividades como el riego de áreas verdes, que debido a las condiciones de aridez de la zona, no se proyectan como sistemas de reuso de grandes volúmenes de agua.

Como solución a esta problemática, se plantea la inclusión de la visión del agua residual tratada como una fuente segura de abasto en las políticas, planes hidráulicos y planes

operativos de los servicios urbanos de agua de la ciudad. Esta propuesta es un gran desafío debido a que implica la reintegración directa de grandes volúmenes de agua tratada para el uso de las diferentes actividades de la ciudad, así como su reinyección en el ambiente.

Desde otra perspectiva, y con base en Wolff y Gleick (2002) y Brooks (2005), se afirma que el agua no puede seguir correspondiendo a un sólo propósito de uso. Por lo que, desde los resultados de esta investigación, se piensa que el agua tratada debe ser sometida a múltiples procesos de aprovechamiento antes de descargarse a otro cuerpo de agua, con el objeto de aumentar la eficiencia de su uso y con esto reducir la sobredemanda de las fuentes originales.

El planteamiento se sustenta en el análisis de las gráficas 4.16 y 4.25, donde se contrasta la oferta de los sistemas de agua potable y saneamiento con y sin reintegración de agua tratada. Determinándose que, con base en la propuesta de reaprovechamiento de 20 % del agua tratada, se prolonga la capacidad de la oferta de la infraestructura para satisfacer la demanda de los servicios en el largo plazo, en comparación con los sistemas sin reuso que cubrirían las demandas en un período menor de cinco años.

Sobre la viabilidad de este tipo de propuestas es importante reconocer que México, bajo su política hídrica de aumento de las coberturas de los servicios de agua hacia el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, está aún muy distante de la protección de las fuentes de agua y más aún del desarrollo de políticas claras encaminadas al reuso efectivo. Por lo que para el contexto de Tijuana, es claro que esperar esta evolución normativa sin realizar cambios proactivos hacia la solución de la problemática implicará la conducción hacia escenarios críticos de insustentabilidad del agua. Esta condición exige un mayor liderazgo por parte del operador y los administradores locales del agua para innovar en las iniciativas de reuso.

De manera integral, se propone como estrategia viable en el corto y mediano plazo para el aprovechamiento eficiente del agua en la ciudad de Tijuana, la oferta del servicio desde sus diferentes calidades. El abasto de agua en la ciudad se debe diversificar, para corresponder no sólo al servicio de agua potable, y para esto es pertinente, primero, partir de la identificación e institucionalización de estas “calidades”. Con esto se plantea que se debe crear la oferta para

los servicios de “agua sin potabilizar”, “agua potabilizada”, “agua residual” y “agua tratada”. En relación con la institucionalización, se piensa que a nivel local el organismo operador y los administradores del agua deberán reconocer entre sus estatutos y políticas la prestación de los diferentes servicios de acuerdo a la calidad del agua, para que efectivamente se orienten sus acciones hacia estos propósitos.

Un segundo paso consistirá en la promoción directa a los usuarios, a los cuales se les debe informar de manera clara, sobre las formas de acceso, precios, calidades y tipos de usos para cada servicio de abasto de agua. Y un tercer paso debe estar orientado hacia potencializar el reuso del agua tratada en las actividades cotidianas de los usuarios. Es decir, mientras el agua residual y sin potabilizar pueden ser proyectadas como servicios opcionales para el desarrollo de actividades especiales, por su parte, el agua tratada debe ser visionada como una fuente segura de abasto para la ciudad.

No obstante, se advierte que esta lógica de aprovechamiento eficiente, mal direccionada, puede conducir a agudizar los problemas de inequidad y marginación en el acceso al agua. Sobre todo si se considera que se podría limitar la disponibilidad del servicio de calidad superior a los usuarios de mayores recursos, lo que reproduce factores de segregación social por el direccionamiento del acceso al agua de menor calidad para los usuarios de bajos ingresos.

Con miras a prevenir esta problemática se sugiere que la reintegración del agua tratada sea una estrategia generalizada. Con el propósito de responder a objetivos de equidad social, la oferta del servicio de agua tratada debe proyectarse a largo plazo como la forma de abasto regular para toda la comunidad, procurando así evitar la segregación hacia ciertos sectores sociales.

Para desarrollar este objetivo se plantea seguir dos pasos. El primero consiste en hacer eficientes los sistemas de saneamiento, ya que el potencial de reuso del agua tratada estará directamente determinado por la calidad de su saneamiento. Un segundo paso, a realizar de manera simultánea con el anterior, corresponde a la vinculación y sensibilización de la sociedad para que participe en la elaboración y desarrollo del proyecto de reuso.

Es importante señalar que a nivel local se vislumbran oportunidades para el desarrollo de este tipo de propuestas. A nivel gubernamental, la CESPT ha iniciado pequeños proyectos de reuso y se cuenta con el interés de gremios empresariales para el reuso efectivo de grandes volúmenes de agua en actividades productivas.

En síntesis, la problemática de la gestión del agua urbana de Tijuana refleja que el modelo de manejo implementado, tras haber correspondido en gran parte a las exigencias de la dinámica y magnitud del crecimiento de la ciudad, condujo a la inestabilidad en la oferta del recurso hídrico. Es evidente la necesidad de reorientar la gestión hacia la búsqueda de un equilibrio entre el crecimiento socioeconómico y el manejo sustentable del agua en la ciudad, ya que, de lo contrario, en escenarios de largo -e incluso mediano plazo-, el actual estilo de gestión se convertirá en un factor limitante para su desarrollo.

Por lo tanto, se expone que es prioritario abordar un nuevo paradigma de gestión del agua, distanciado del tradicional aumento de los volúmenes de extracción y la satisfacción de la demanda como eje focal del manejo. Para esto se plantea que la trascendencia hacia el uso sustentable de los recursos hídricos en la ciudad, podrá ser alcanzada a través de la estructura y operación de un modelo de gestión enfocado en la demanda y el uso eficiente del agua.

El modelo de gestión sustentable estaría conformado por cinco elementos clave: el primero es la planificación y administración del recurso hídrico bajo una visión integral y de largo plazo. El segundo, es la eficiencia global del organismo operador del servicio, en la que se priorice la reducción de pérdidas físicas y comerciales del agua. El tercero, es la gestión corresponsable entre los usuarios, operadores y administradores del recurso hídrico. El cuarto elemento es la equidad social en la distribución de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. Finalmente, como elemento que imprime la condición cíclica del sistema, se encuentra la reintegración efectiva de las aguas tratadas (ver gráfica 5.2).

Se señala además, que la operación del modelo se debe articular sobre tres ejes orientadores, siendo el primero la gestión coordinada y estratégica. Desde esta visión se resalta que la CESPT deberá asumir el liderazgo para la concurrencia de los diferentes usuarios, organismos

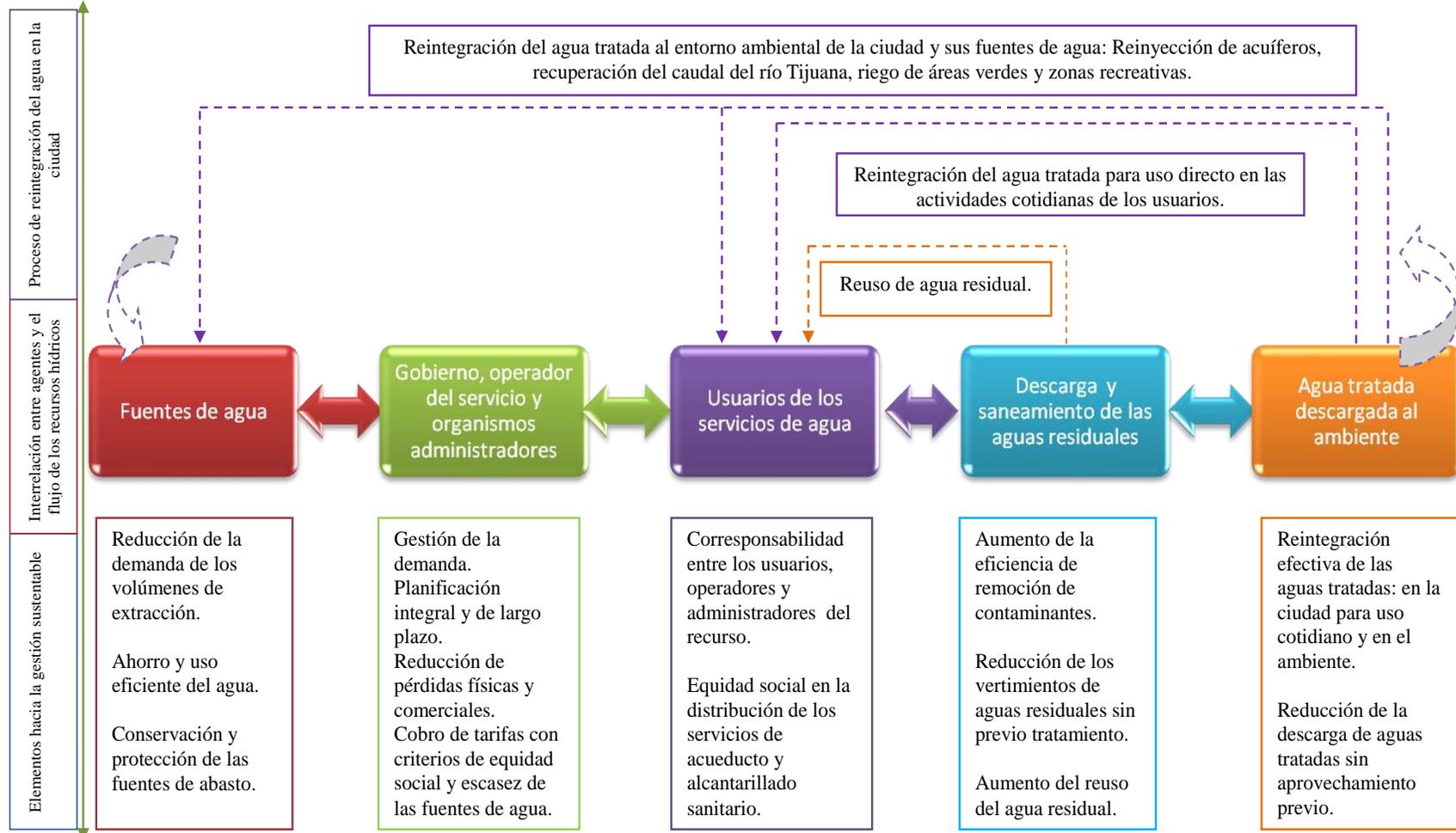
públicos y entidades privadas relacionadas con la planeación y abastecimiento del servicio. De esta forma, se propone que la CESPT, más que como un prestador de servicios, se proyecte como un gestor de los recursos hídricos.

El segundo eje es la gestión incluyente y participativa, en la cual se vincula de forma activa al usuario como un agente corresponsable de la gestión. Sugiriéndose para esto el establecimiento de medios y espacios que permitan la participación directa del usuario con la planificación y operación del servicio de agua. Sería conveniente por ejemplo que en la elaboración de los planes maestros de acueducto y alcantarillado, así como en los planes de operación anual se convoque a los usuarios para que planteen sus propuestas en relación a estos propósitos. De igual forma, se cree que se puede trascender del usuario al agente social corresponsable, a través de su acercamiento a la problemática de los recursos hídricos, pero no sólo a la escasez y competencia por el agua, sino además de su influencia en los costos de producción, así como el impacto en la economía del usuario. Así, se contribuiría a modificar el estilo de vida en relación al consumo del agua desde diferentes percepciones.

Y el tercer eje es la gestión orientada hacia la conservación y protección del recurso hídrico. Se considera que en la ciudad se ha avanzado en la prestación de los servicios urbanos de agua, por lo que existen las bases para construir un nuevo enfoque de gestión en donde la protección y uso eficiente del recurso se equilibre progresivamente con la oferta de las coberturas.

Es pertinente puntualizar que el planteamiento de este modelo es un primer intento por reflejar los lineamientos sobre los cuales se podría estructurar la gestión sustentable del agua para contextos socioeconómicos y ambientales como los de la ciudad de Tijuana. Por lo que se comprende que el análisis de la problemática y las propuestas planteadas a lo largo de este estudio son insumos capaces de aportar elementos útiles para abordar el fenómeno desde perspectivas que trasciendan hacia enfoques de gestión sustentable.

Gráfica 5.2 Esquema del modelo de gestión sustentable del agua urbana de la ciudad de Tijuana



En la gráfica se observa el modelo de gestión sustentable del agua urbana para la ciudad de Tijuana. En el **contexto** se observan las interrelaciones entre los **componentes** ambientales, sociales y de administración del servicio, en las diferentes áreas de distribución, abasto y consumo de agua potable, así como la descarga y saneamiento de las aguas residuales. Las líneas puntuales representan el **proceso de reintegración de los flujos de agua** al ciclo urbano del agua. En los recuadros de la parte inferior se exponen los **elementos** de gestión a través de los cuales se puede orientar hacia un **manejo sustentable del agua en la ciudad**.

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, se reconoce que la configuración de los elementos del modelo por sí mismo no contribuye a que la gestión del agua sea sustentable. Se debe considerar que sólo a través de la acción e interacción de los elementos y los agentes clave, se podría llegar a escenarios de sustentabilidad. Incluso, es importante considerar que el modelo es limitado y está sujeto a la concepción dinámica de la ciudad como metabolismo urbano y a los cambios que se presenten en cualquiera de sus componentes -sociales, económico, administrativos, ambientales-. Así por ejemplo, ante un escenario crítico de reducción de agua, implementar la propuesta de reintegrar 20 % de agua tratada para uso directo en la ciudad, dejaría de ser una alternativa para convertirse en una estrategia de implementación prioritaria.

Finalmente, por los alcances de esta investigación, se reconoce que algunos temas no fueron abordados, siendo sin embargo, importantes para mejorar el entendimiento y la propuesta hacia la gestión sustentable del agua en la ciudad de Tijuana. Se sugiere a continuación varias líneas de estudio de la problemática:

- ✓ Analizar la percepción del usuario tijuanaense en torno a proyectos de reuso de las aguas tratadas, así como su disponibilidad al uso y el pago de este nuevo servicio.
- ✓ Los efectos de la municipalización de los servicios urbanos del agua en el uso eficiente de los recursos hídricos.
- ✓ Estudiar el fenómeno de los asentamientos irregulares desde el enfoque de la problemática socioambiental que genera la falta de acceso a los servicios urbanos de agua.
- ✓ Analizar escenarios futuros de demanda de agua por parte de la actual población irregular, buscando determinar, ante procesos de regularización de la tierra, la presión que causaría para las fuentes de agua y los sistemas de potabilización y saneamiento.
- ✓ Evaluar las características físicas, químicas y bacteriológicas, así como las condiciones técnicas necesarias para la reintegración del agua tratada al sistema de abasto de agua potable de la ciudad; analizar además las posibles implicaciones en la salud humana, que sirvan para determinar la viabilidad social y económica del proyecto.
- ✓ Analizar la gestión sustentable del agua desde una escala regional. En donde se estudien los problemas para la articulación entre las ciudades del estado para planear y operar una visión común orientada a la gestión de la demanda y el uso eficiente del agua.

BIBLIOGRAFÍA

Aboites, Luis, 2004, “De bastión a amenaza. Agua, políticas públicas y cambio institucional en México, 1947-2001”, en Boris, Graizbord, Jesús, Arroyo, coord., *El futuro del agua en México*, México, El Colegio de México/Universidad de Guadalajara, pp. 89-114.

Aguilar, Ismael, 2008, *Gestión Local y Financiera del Agua para Uso Urbano en la Frontera Noreste México-Estados Unidos*, Tijuana, El Colef/Banco de Desarrollo de América del Norte, México, 206 p.

Alegría, Tito, Gerardo, Ordóñez, 2005, *Legalizando la ciudad. Asentamientos informales y procesos de regularización en Tijuana*, Tijuana, El Colef, 170 p.

Angulo, Cesar, 2004, “El delta del río Colorado, situación crítica”, *El Delta del Río Colorado, Serie Acción Ciudadana en Las Américas*, México, No. 9, en: <<http://dignidadysupervivencia003.blogspot.com/>>, consultado: 18 de Mayo de 2009.

Arrojo, Pedro, 2005 [ponencia], “Los Retos Éticos De La Nueva Cultura Del Agua”, *Ponencia presentada en el Encuentro por una Nueva Cultura del Agua en América Latina*, España, Fundación Nueva Cultura del Agua, p. 6, en: <<http://www.fnca.eu/fnca/america/docu/pedroarrojo.pdf>>, consultado: 10 de noviembre de 2009.

Ávila, Patricia, 2009, “El agua y la ciudad: Nuevos enfoques para su estudio”, en Denise, Soares, Sergio, Vargas, María Rosa, Nuño, edit., *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara, tomo 1, pp. 151-190.

Banco de Desarrollo de América del Norte, BDAN, 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, Centro de estudios del agua/Banco de Desarrollo de América del Norte, 82 p.

Barkin, David, Daniel Klooster, 2006(a), “Estrategia de la gestión del agua en México: un análisis de su evolución y las limitaciones del debate para su privatización”, en David, Barkin, coord., *La Gestión del Agua Urbana en México –retos, debates y bienestar–*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 1-46.

Barkin, David, 2006 (b), “Las contradicciones de la gestión del agua urbana en México”, en Denise Soares, Verónica, Vázquez, Ángel, Serrano, Aurelia de la Rosa, Regalado, coord., *Gestión y Cultura del Agua*, México, Tomo I, pp. 44-71.

Barkin, David, Daniel Klooster, 2006, “Estrategia de la Gestión del Agua Urbana”, en Barkin, David, coord., *La Gestión del Agua Urbana en México –retos, debates y bienestar–*, México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 34-54.

Bernal, Francisco, 2005, “Retos internacionales para el manejo del agua del bajo río Colorado”, en Alfonso, Cortez, Scott Whiteford, Manuel Chávez Márquez, coord., *Seguridad, agua y desarrollo. El futuro de la frontera México-Estados Unidos*, México, El Colef, pp. 365-415.

Boland, John, Dale Whittington, 2000, “The political economy of water tariff design in Developing Countries, increasing block tariff versus uniform tariff with rebate”, en Ariel Dinar, ed., *The political economy of water pricing reform, World Bank*, en: <http://www.idrc.ca/uploads/user-S/10536141760ACF33E.pdf>, consultado: 20 de Abril de 2009.

Brooks, David, 2005, “Beyond Greater Efficiency: The Concept of Water Soft Paths”, *Canadian Water Resources Journal*, Canada, Vol. 30, pp. 83-92.

Brunner, Paul, 2007, “Reshaping Urban Metabolism”, *Journal of Industrial Ecology*, Massachusetts Institute of Technology/Yale University, vol. 11, núm. 2, pp. 11-13.

Bustillos, Sandra, 2009, *Juárez, La ciudad y el reto del agua*, Ciudad Juárez, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 261 p.

California State Parks, 2009, “Tijuana Estuary Natural Park, Point of Interest”, Estados Unidos de Norteamérica, www.parks.ca.gov/Default.asp?page_id=669.

Carabias, Julia, Rosalva Landa, 2005, *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*, México, El Colegio de México/Universidad Nacional Autónoma de México/Fundación Gonzalo Río Arronte, 219 p.

Castro, José, 2006, “Retos y oportunidades en el suministro de agua para Tijuana y Playas de Rosarito”, pp. 44-67, *40 años CESPT tu futuro en buenas manos Un testimonio de esfuerzo*, Tijuana, Baja California CESPT, p. 120.

Castro, José, Vicente, Sánchez, 2004, “Desafíos y oportunidades en la gestión fronteriza del agua: hacía una política binacional entre México y Estados Unidos”, en Boris, Graizbord, Jesús, Arroyo, coord., *El futuro del agua en México*, México, D.F., Centro Cultural S. A. de C. V., pp. 133-166

Castro, Marco Tulio, 2007, “CESPT: Despidos políticos”, diario Zeta, sección Reportajes (sic), Tijuana, 15 de Junio, disponible: http://www.zetatijuana.com/html/EdicionesAnteriores/Edicion1733/Reportajes_CESPT.html, consultada: 16 de Mayo de 2010.

Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C., 2003, *El recurso hídrico en México, Análisis de la situación actual y perspectivas futuras*, México, The Nippon Foundation/Miguel Ángel Purrúa, 267 p.

Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, CESPT, Sub-dirección de Planeación, 1993, *Plan maestro de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la ciudad de Tijuana: Horizonte de planeación 1991-2000*, Tijuana, CESPT, 621 p.

Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, CESPT, 2006, *40 años CESPT, tu futuro en buenas manos: un testimonio de esfuerzo*, Tijuana, Baja California, CESPT, p. 120.

Consejo Nacional de Población, Conapo, 2009, “Perfil socio demográfico de Tijuana”, *Apuntes de población de Baja California*, Mexicali, Gobierno del estado, año XII, vol. 5, <<http://www.bajacalifornia.gob.mx/conepo/seis/Publicaciones/2009/PSTijuana2009.pdf>>, consultado el 27 de septiembre de 2009.

Comisión Nacional del Agua, Conagua, 2003, *Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Región I Península de Baja California*, México, Conagua, 192 p.

Comisión Nacional del Agua, Conagua, 2007, *Programa Hidráulico Regional 2007-2012 Región I Península de Baja California*, México, Conagua, 192 p.

Comisión Nacional del Agua, Conagua, 2008, *Estadísticas de agua en México 2008*, México, 233 p.

Comisión Nacional del Agua, Conagua, 2010, *Estadísticas de Agua en México 2010*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 258 p.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Última reforma publicada DOF, 20 de Junio de 2005.

Duhau, Emilio, 1991, “Gestión de los servicios urbanos en México: Alternativas y tendencias”, en Martha, Schteingart, Luciano, D’Andrea, comp., *Servicios urbanos, gestión local y medio ambiente*, México, El Colegio de México, pp. 83-108.

Durazo, Laura, Margarita, Díaz, 2009, “[Uso de Sustancias Peligrosas en la Industria de Tijuana, B.C.: Desde una Perspectiva del Derecho a la Información Ambiental](#)”, Tijuana, Proyecto Fronterizo de Educación Ambiental, disponible: <<http://www.laneta.apc.org/emis/docs/tijuana.htm>>, consultada: 14 de Mayo de 2010.

El Colegio de la Frontera Norte, Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Migración, 2009, *Encuesta sobre Migración en la Frontera Norte de México 2006*, El Colef/Conapo/INM, 263 p.

Environmental Protection Agency, EPA, 2006, “Arsenic in drinking water”, Estados Unidos de Norteamérica, EPA, disponible: <http://www.epa.gov/safewater/arsenic/index.html>, consultada: 17 de Junio de 2010.

Féas, Jacobo, [tesis doctoral], 2008, “Una metodología multicriterio para la gestión sostenible de recursos hídricos”, España, Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de organización de empresas y comercialización, pp. 275.

Flores, Jenny, 2008 [tesis de maestría], “Las políticas de reforzamiento del pago y su impacto en la provisión de los servicios de dos organismos operadores de agua en el norte de México”, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, Maestría en Administración Integral del Ambiente, 145 p.

Furumai, Hiroaki, 2008, *Urban Water Use and Multifunctional Sewerage, Systems as Urban Infrastructure*, Tokio, The University of Tokyo, Springer, vol. 1, pp. 29-46

Ganster, Paul, 1990, *Environmental Hazards and Bioresource Management in the United States México Border lands*, Los Angeles, UCLA, 483 p.

Garrocho, Carlos, 2004, “Diez reflexiones sobre el agua”, en Boris, Graizbord, Jesús Arroyo, coord., *El futuro del agua en México*, México, El Colegio de México/Universidad de Guadalajara, México, pp. 45-62.

Geldof, Govert, Peter, Stahre, 2004, “The interaction Between water and society, a new approach to sustainable stormwater management”, en [Jiri, Marsalek](#), [Daniel, Sztruhar](#), Mario, Giulianelli, [Ben, Urbonas](#), coord., *Enhancing Urban Environment by Environmental Upgrading and Restoration*, Países Bajos, Kluwer Academic Publishers, pp. 381-394.

Girardet, Herbert, 1999, “The Metabolism of Cities from creating sustainable cities”, en Stephen Wheeler, Timothy Beatley, edit, *The Sustainable Urban Development Reader*, Estados Unidos, Routledge, pp. 157-164.

Girardet, Herbert, 2006, “Urban Metabolism: London Sustainability Scenarios”, *Factor 10: Engineering for Sustainable Cities*, Cambridge, International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE) Henderson Colloquium, 28 p.

Gobierno de Baja California, 2008, Plan Estatal de Desarrollo, 2008-2013, 230 p.

Gobierno Federal, 2007, Plan Nacional de Desarrollo, 2007-2012, 323 p.

Gleick, Peter, 1988, “Water in Crisis: Paths to Sustainable Water Use”, *Ecological Applications*, Estados Unidos, Ecological society of America Stable, Vol. 8, No. 3, disponible: <http://www.jstor.org/stable/2641249>, consultado: 12 de Julio de 2010, pp. 571-579.

Gleick, Peter [informe], 2000 “Agua: las consecuencias potenciales de la variabilidad y el cambio climático en los recursos hidráulicos de los Estados Unidos”, Estados Unidos, Pacific Institute for Studies in Development/Programa de investigación de cambio global de los Estados Unidos, 19 p.

Gleick, Peter, 2007, “El derecho humano al agua”, *Economía Exterior*, Suiza, número 41, pp. 41-46.

Gleick, Peter, Heather Cooley, Michael Cohen, Mari Morikawa, Jason Morrison, Meena Palaniappan, 2009, *The world's water 2008-2009*, The Biennial of Freshwater Resources/Pacific Institute, 402 p.

Graizbord, Boris, 2004, “Los umbrales del agua: preguntas y desafíos”, en Boris, Graizbord, Jesús Arroyo, coord., *El futuro del agua en México*, México, El Colegio de México/Universidad de Guadalajara, pp. 45-62.

Guerrero, Hilda, 2008, “Reformas legales e institucionales del sector hídrico”, en Hilda, Guerrero, Antonio Yúnez-Naude, coord., *El agua en México, consecuencias de las políticas de intervención en el sector*, México, Fondo de Cultura Económica, pp. 31-57.

H. XIX Ayuntamiento de Tijuana, 2008, Plan Municipal de Desarrollo, 2008-2010, 247 p.

Clausen, Hartmut, Joachim, Hafkesbrink, 2005, “Water Management Towards Sustainability- An Indicator System to Assess Innovations”, en Jens, Horbach, edit., *Indicator systems for sustainable innovation*, Nueva York, Physica-Verlag Heidelberg, pp. 179-203.

Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua, IMTA, 2003, *Diseño de estructuras de tarifas para empresas de agua*, México, Material tecnológico, 97 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, 2003, “Industria maquiladora de exportación”, México, disponible en, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVJ150002000300050005#ARBOL?c=1414>, consultado el 15 de Mayo de 2009.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, 2005, “Sistema para la Consulta del Cuaderno Estadístico Municipal de Tijuana”, Baja California, México, disponible: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem05/estatal/bc/m004/index.htm>, consultado: 13 de enero de 2010.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, 2006, “Resultados definitivos del II conteo de población y vivienda 2005 para el Estado de Baja California”, México, Comunicado número. 089/06, 4 p.

Jenkins, Jorge, Gustavo, Iturralde, 2009, *Cambio climático y salud. Frontera México – Estados Unidos*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte/Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza/Organización Panamericana de la Salud, 141 p.

Larsen, Tove, Willi, Gujer, 1997, “The concept of sustainable urban water management”, *Elsevier Science*, Gran Bretaña, vol. 35, núm. 9, pp. 3-10.

Ley de Aguas Nacionales, LAN, 1992, Artículo 3, Fracción XVI.

Ley de Ingresos del Estado de Baja California para el ejercicio Fiscal, 2009, publicada en el Periódico Oficial del Estado de Baja California el 28 de diciembre de 2008.

Ley de Salud Pública, 2002, publicada en el Periódico Oficial del Estado de Baja California el 9 de noviembre de 2001.

Ley Federal de Derechos, 2009, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de noviembre de 2008.

Marañón, Boris, 2004, “Las tarifas de agua potable en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1992-2002: ¿hacia una política de la administración de la demanda?”, en Cecilia, Tortajada, Asit Biswas, coords., *Precio del agua y participación pública-privada en el sector hidráulico*, México, Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C./Miguel Ángel Porrúa, pp. 61-130.

Marcus, Felicia, 2000, “¡Agua en la frontera! Situación y tendencias, El medio ambiente y la economía en la frontera entre México y Estados Unidos: Llamamiento a la Acción para convertir la Región de la Frontera entre México y Estados Unidos en un Modelo de Cooperación Binacional para la Sustentabilidad”, Estados Unidos, Aspen Institute, pp. 49-66.

Martínez Fernández, Julia, 2005, “Agua y sostenibilidad: algunas claves desde los sistemas áridos”, España, Universidad de Murcia, disponible: <http://www.fnca.eu/fnca/america/docu/0601.pdf>, consultada: 01 de Mayo de 2010, 11 p.

Martínez, Polioptro, 2004, “Recursos hidráulicos en la frontera de México con Estados Unidos”, en Graizbord, Boris, Jesús Arroyo, coord., *El futuro del agua en México*, México, El Colegio de México/ Universidad de Guadalajara, pp. 117-132.

Jiménez Torrecilla, Néstor, Martínez Gil, 2003, “La Nueva Cultura del Agua: hacia un modelo de gestión hídrica”, *ROLDE: Revista de Cultura Aragonesa*, España, núm. 105-106, pp. 17-32.

Méndez, Elizabeth [tesis de maestría], 1990, “El agua como factor de marginalidad urbana en Tijuana”, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, Maestría en Desarrollo Regional, 81 p.

Mondragón, Adán, 2010, “Trata CESPT 90 % de aguas residuales”, El Sol de Tijuana, Sección Baja California, Tijuana, 28 de Abril, disponible: <http://www.oem.com.mx/elsoldetijuana/notas/n1613662.htm>, consultada: 28 de Abril de 2010.

Muñoz, Rafael [tesis de maestría], 2000, “El servicio de agua potable y alcantarillado en Tijuana: Estrategias de gestión de la CESPT 1989-1999”, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, Maestría en Desarrollo Regional, 157 p.

Pineda, Nicolás, Anne Browning, Margaret, Wilder, 2007, “Equilibrio de bajo nivel y manejo urbano del agua en Cananea”, *Frontera Norte*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, vol. 19, número 37, 143-172 pp.

Niza, Samuel, Leonardo Rosado, Paulo Ferrão, 2009, “Urban Metabolism Methodological Advances in Urban Material Flow Accounting Based on the Lisbon Case Study”, *Journal of Industrial Ecology*, Lisboa, vol. 13, núm. 3, pp. 384-405.

Ojeda, Lina, Ileana, Espejel, “La cuenca binacional del río Tijuana: un enfoque biohistórico”, *Economía, Sociedad y Territorio*, México, vol.VII, núm. 26, pp. 517-548.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [informe], UNESCO, 2003, “Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, Agua para todos, Agua para la vida”, Estados Unidos, ONU, 543 p.

Organización de las Naciones Unidas [informe], ONU, 2007, “El agua una responsabilidad compartida, Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo”, Paris, 587 p.

Organización Mundial de la Salud, OMS, 2009, “Estadísticas Sanitarias Mundiales”, disponible: http://www.who.int/whosis/whostat/ES_WHS09_Full.pdf, consultada: 1 Noviembre de 2009, 149 p.

Organización Mundial de la Salud, OMS, Organización de las Naciones Unidas, ONU, 2010, “Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS)”, Suiza, OMS/ONU-Agua, 102 p.

Organización de las Naciones Unidas [informe], ONU, 2009, “Objetivos de Desarrollo del Milenio, Informe de 2009”, Nueva York, 60 p.

Organización Mundial de la Salud, OMS, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Unicef, 2006, “Meeting the MDG drinking water and sanitation target: the urban and rural challenge of the decade”, Suiza, en: http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmpfinal.pdf, consultada: 1 de Noviembre de 2009, 47 p.

Organización Mundial de la Salud, OMS, y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Unicef, 2008, “Programa conjunto de vigilancia del abastecimiento de agua y el saneamiento. Progresos en materia de agua y saneamiento: Enfoque especial en el saneamiento”, Nueva York, en: http://www.wssinfo.org/pdf/JMP_08_sp.pdf, consultada: el 2 de Noviembre de 2009, 54 p.

Pombo, Alberto, 2004, *Tijuana: Agua y salud ambiental (sus estrategias)*, Tijuana, El Colegio de La Frontera Norte, 93 p.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [informe], PNUD, 2006, “Informe sobre Desarrollo Humano: Más allá de la escasez: Poder, pobreza y crisis mundial del agua”, Nueva York, 440 p.

Programa estatal hidráulico, 2008-2013, Gobierno del estado de Baja California, 177 p.

Provencio, Enrique, 2004, “Política y gestión ambiental contemporánea en México, *Economía Informa*, México, número 328, julio – agosto 2004, pp. 5-24.

Quiroz, Jorge [tesis de maestría], 2004, “Determinantes de la tarifa de agua en el sector doméstico de Tijuana, Baja California (1999-2003)”, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, Maestría en Desarrollo Regional, 151 p.

Revista Creces, 2002, “Se confirma el riesgo de contraer cáncer por el arsénico contenido en el agua potable”, *Revista Creces*, Chile, disponible: <http://www.creces.cl/new/index.asp?tc=1&nc=5&tit=&art=781&pr=#>, consultada: 18 de Julio de 2010.

Rivera, Patricia, Adrián Aguilar [ponencia], 2010, “Las perspectivas del manejo del agua urbana en Zacatecas”, México, Primer Congreso de la Red de Investigadores Sociales Sobre el Agua, marzo de 2010.

Rodríguez, Emiliano, 2004, “La Necesidad de una política nacional de agua y saneamiento para México”, en Cecilia, Tortajada, Asit, Biswas, coord., *Precio del agua y participación pública-privada en el sector hidráulico*, México, Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C./Miguel Ángel Porrúa, pp. 29-38.

Saldívar, Américo, 2007, *Las aguas de la ira: Economía y cultura del agua en México ¿sustentabilidad o gratuidad?*, Distrito Federal, Universidad Autónoma de México, 355 p.

Sánchez, 1988, “El problema del drenaje en Tijuana y San Diego: una fuente de conflicto binacional entre México y Estados Unidos”, *Estudios demográficos y urbanos*, México, vol. 4, año 1, pp. 479-506.

Sánchez, Roberto, 1993, “Una alternativa para mejorar el manejo ambiental en México en el marco del T.L.C.”, *Frontera Norte*, Tijuana, vol. 5, núm. 10, julio-diciembre, pp. 149-165.

Sánchez, Roberto, Paul, Ganster, Steven, Bachelor, 1999, *El Desarrollo Sustentable en la región Tijuana-San Diego*, Estados Unidos de Norteamérica, Center for U.S. - Mexican Studies, University of California San Diego, 161 p.

Sánchez, Vicente, 2006, “La gestión del agua en Tijuana, Baja California”, en David, Barkin, coord., *La Gestión del Agua Urbana en México –retos, debates y bienestar–*, México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 265-285.

Sandoval, Francisco, 2009, “Voraces: Las familias albiazules crecen en los cargos públicos, están ahí por intereses más que por capacidad”, *Diario Zeta*, Sección Reportaje (sic), Tijuana, 06 de Noviembre de 2009, disponible: http://www.zetatijuana.com/html/Edicion1858/Reportaje_PAN_GOBIERNO_646_MILITANTES_EN_LA_NOMINA.html, consultada: 30 de Mayo de 2010.

Sandoval, Francisco, 2010, “Hernando Duran, el director, entrego jugoso contrato a su cuñado. Pérdidas y deudas en la CESPT”, *Diario Zeta*, Sección Reportaje (sic), Tijuana, 28 de Mayo, disponible: http://www.zetatijuana.com/html/Edicion1887/Reportaje_Perdidas_y_deudas_en_la_CESPT.html, consultada: 28 de Mayo de 2010.

Schteingart, Martha, 1991, “Los servicios urbanos en el contexto de la problemática ambiental”, en Martha, Schteingart, Luciano, d’Andrea, comp., *Servicios urbanos, gestión local y medio ambiente*, México, El Colegio de México, pp. 69-82.

Schteingart, Martha, María, Torres, 2002, “Políticas de agua y drenaje en la ciudad de México y su aplicación en las colonias estudiadas”, en Martha, Schteingart, *Pobreza, condiciones de vida y salud en la ciudad de México*, México, Colegio de México, pp. 129-188.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [reporte], Semarnat, 2006, “La Gestión Ambiental en México”, México, Semarnat, 463 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [informe], Semarnat, 2008, “Estadísticas del agua en México”, México, D.F., Comisión Nacional del Agua, 233 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, 2005, II conteo de población y vivienda, 2005.

Saroj, Sharma, Kala, Vairavamoorthy, 2008, “Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries”, *Water and Environment Journal*, Países Bajos, UNESCO-IHE, núm. 23, pp. 210–218.

Soares, Denise, Sergio, Vargas, 2008, “El debate actual del agua: entre la economía, el derecho humano y la sustentabilidad”, en Denise, Soares, Sergio, Vargas, María Rosa, Nuño, edit., *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara, tomo 1, pp. 92-115.

Solís, Leopoldo, 2005, *La escasez, el costo y el precio del agua en México*, México, El Colegio Nacional, 59 p.

Stimson, Robert, John, Western, Pat, Mullins, Rod, Simpson, 1999, “Urban Metabolism as a Framework for investigating quality of Life and Sustainable Development in the Brisbane – Southeast Queensland Metro Region”, en Lim, Lan, Belinda Yuen, Löw Christine, edit., *Urban quality of life: critical issues and options*, Singapur, National University of Singapore, School of Building and Real Estate, pp. 143-168.

Tortajada, Cecilia, 2002, “Abastecimiento de agua y manejo de descargas residuales en México: Un análisis de las políticas ambientales”, en Patricia, Ávila, edit., *Agua, cultura y sociedad en México*, México, México, El Colegio de Michoacán/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, pp. 233-246.

Tortajada, Cecilia, Asit, Biswas, 2004, coord., *Precio del agua y participación pública-privada en el sector hidráulico*, México, Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C./Agencia Nacional de Aguas/Miguel Ángel Porrúa, 329 p.

Valdez, Francisco [tesis de maestría], 2004, “La desarticulación de las relaciones intergubernamentales en el proceso de descentralización de la gestión ambiental en Baja

California, México 2002-2003”, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, Maestría en Administración Integral del Ambiente, 177 p.

Wang, Rusong, Feng, Li, 2007, “Eco-complejidad y sustentabilidad en la gestión del agua en China”, *State Key Laboratory of Urban and regional Ecology*, Beijing, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, pp. 23-38.

Winckell, Alain, Michel, Le Page, Vela, González [reporte] 2005, “Cincuenta años en la historia pluviométrica en Tijuana”, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte (El Colef)/Institut de recherche pour le développement, p. 76.

Wolff, Gary, Peter, Gleick, 2002, “The Soft Path for Water”, en Peter, Gleick, coord., *The World's Water 2002-2003*, Estados Unidos de Norteamérica, The Biennial of Freshwater Resources/Pacific Institute, pp. 1-32.

World Water Development Report [reporte], WWDR, 2009, *Water in a Changing World*, Paris, UNESCO, NU-WATER, 349 p.

ANEXOS

Anexo i. Lista de acrónimos y siglas

ANEAS	Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento
AGEB	Área Geo Estadísticas Básica
ARCT	Acueducto Río Colorado-Tijuana
BDAN	Banco de Desarrollo de América del Norte
Banobras	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
Canaco	Cámara de Comercio
Canacindra	Cámara Nacional de la Industria de Transformación
CERCA	<i>Centro de Estudios de Reuso y Conservación del Agua</i>
COAPAES	Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora
COCEF	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
CONACYT	Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
Conapo	Comisión Nacional de Población
EPA	Environmental Protection Agency
EMIF	Encuesta sobre migración en la Frontera Norte de México
CEA	Comisión Estatal de Agua
CESPT	Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana
CILA	Comisión Internacional de Límites y Aguas
Conepo	Consejo Nacional de Población de Baja California
Conagua	Consejo Nacional de Aguas
GLAAS	Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking-Water
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
JIAPAZ	Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente
LMP	Límites Máximos Permisibles
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	<i>Organización de las Naciones Unidas</i>
NOM	Normas Oficiales Mexicanas.
APAZU	Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas
Promagua	Programa de Modernización de Organismos Operadores de Agua
SIPSAP	Programa de Sistema Integral de Prestación de Servicios y Atención al Público
PTAR	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
PTAR SAB	Planta de Tratamiento San Antonio de Los Buenos
PITAR	Planta Internacional para el Tratamiento de Agua Residuales
SIDUE	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recurso Naturales.
SEDECO	Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California,
SEDUE	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología
SINA	Sistema de Información Nacional
SRIA	Sistema Regional de Información sobre el Agua

UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Unicef	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
WWDR	World Water Development Report

Anexo ii. Lista de unidades de medición

mm ³	Millones de metros cúbicos
mg/lit	Miligramos por cada litro de agua
lit/seg	Litros por segundo
km	Kilómetros
%	Porcentaje
m ³	Metros cúbicos
msnm	Metros sobre el nivel del mar
lit/hab-día	Litros por habitante día
ppm	Partes por millón
m ³ /seg.	Metros cúbicos por segundo

Anexo iii. Lista de entrevistados funcionarios claves de los organismos operadores y administradores del agua

Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana

Biol. Antonino Cabrera
Jefe del Departamento de Agua potable de la CESPT.

Ing. Carlos Machado
Jefe del Departamento de Control y Distribución Central de la CESPT.

Quim. David Barajas
Encargado del control de las plantas de tratamiento del Departamento de tratamiento de aguas residuales de la CESPT.

Lic. Gustavo Rivera
Asesor externo de la CESPT.

Lic. Griselda Chávez
Subdirectora de Planeación de la CESPT.

Ing. Héctor Valadez
Jefe del Departamento de Planeación de la Operación de la CESPT.

Ing. Hernando Durán
Director General de la CESPT.

Quim. Jesús Meléndez

Jefe del control físico, químico y bacteriológico de las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales del Estado de Baja California de la CEA.

Ing. Juan Medina

Jefe del Departamento de Control de Descargas de la CESPT.

Ing. Ricardo Tejeda

Jefe de la Oficina Administrativa de Promoción de Obras de la CESPT.

Lic. Rogelio Segovia

Jefe del Departamento de Cultura del Agua de la CESPT.

Lic. Sergio Gómez Llanos

Jefe de la oficina de tomas clandestinas de la CESPT.

Quim. Toribio Cueva

Jefe de la Planta de Tratamiento Monte de Los Olivos y director del proyecto “*Centro de Estudios de Reuso y Conservación del Agua*” (CERCA) de la CESPT.

Instituto Estatal del Agua

Ing. Daniel Cervantes González

Director.

Comisión Estatal del Agua, Baja California

Ing. Félix Martínez

Jefe del Departamento de Proyectos de la CEA.

Ing. Miguel Gutiérrez

Director técnico de la CEA.

Comisión Internacional de Límites y Aguas

Ing. Roberto Espinosa

Representante de la de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), sección mexicana en Tijuana.

Ing. Javier Colín

Jefe de Departamento de Saneamiento Fronterizo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), sección mexicana.

Reserva Nacional de Investigación del Estero del río Tijuana

Ing. Oscar Romo

Coordinador del programa de cuenca, de la Reserva Nacional de Investigación del Estero del río Tijuana.

VEOLIA Water

Ing. Richard Perna
Superintendente de la Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales (PITAR)
VEOLIA Water.

Académicos

Dr. Alberto Pombo
Investigador de El Colegio de la Frontera Norte, sede principal, Tijuana, Baja California.

Mtra. Elizabeth Méndez
Investigador de El Colegio de la Frontera Norte, sede principal, Tijuana, Baja California.

Anexo iv. Guión de entrevista a los agentes sociales ubicados en asentamientos irregulares

1. Datos generales

Nombre de la persona: _____ Ubicación: _____

Nombre de la zona: _____

¿Cuántas personas habitan en su casa?: _____

2. Características de consumo, demanda y oferta del servicio

¿Con qué periodicidad compran agua?: _____

¿Cuánto compran?: _____

¿En qué la almacenan?: _____

3. Costos y calidad del agua

¿Cuánto les cuesta el agua?: _____

¿Cree que la calidad del agua que compra en ‘pipas’ es?:

Excelente ___ Buena ___ Regular ___ Mala ___

¿Cree haber tenido enfermedades asociadas con el consumo de agua de baja calidad?

Si ___ No ___ ¿Cuáles? _____

¿Usted o su comunidad han realizado algún tipo de gestión ante la CESPT para tener acceso al agua potable?

Si ___ No ___ ¿Cuáles? _____

¿En su comunidad se realizan reuniones para tratar sobre el tema del agua? ¿Con qué periodicidad?

¿Cuáles han sido las preocupaciones centrales en cuanto al agua en su comunidad?

La autora es Ingeniera Ambiental de la Universidad Libre de Colombia, Especialista en Alta Gerencia de la misma universidad y miembro certificada del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, COPNIA, de Colombia. Ha sido asesora en el área de manejo de aguas residuales, residuos sólidos y minería, así como auditor de gestión ambiental de la Contraloría General del Departamento Norte de Santander. Egresada de la Maestría en Administración Integral del Ambiente en el Colegio de la Frontera Norte y Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Correo electrónico: karinavarro05@gmail.com

© Todos los derechos reservados. Se autorizan la reproducción y difusión total y parcial por cualquier medio, indicando la fuente.

Forma de citar:

Navarro Chaparro, Shirley Karina (2010). La problemática del agua urbana en la ciudad de Tijuana, Baja California y algunas alternativas para una gestión sustentable. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte, A.C. y Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. México. 214 pp.