

# UMBRALES DEL AGUA FRENTE A LA ESCASEZ CON BASE A LA RESILIENCIA URBANA EN LERMA Y SAN MATEO ATENCO, ESTADO DE MÉXICO

*Martín Vázquez Sánchez<sup>1</sup>*

*José Juan Méndez Ramírez<sup>2</sup>*

*Belina García Fajardo<sup>3</sup>*

## RESUMEN

México ha cruzado el umbral entre la disponibilidad media a baja, ya que dispone de menos de 5 mil m<sup>3</sup> de agua anual por habitante. El trabajo se realiza en los municipios Lerma y San Mateo Atenco por la sobreexplotación del acuífero del Valle de Toluca y la demanda de agua por parte de la ciudad de México, lo que ha puesto a los municipios en situación vulnerable a la escasez del agua. Por ello el objetivo es ubicar el umbral aceptable que permita a los municipios tomar medidas estratégicas para mantener disponible el agua ante la creciente demanda de los usuarios. Los resultados obtenidos se reflejan en la disponibilidad alta del agua, sin embargo con el paso de los años seguirá disminuyendo, también las acciones realizadas por los habitantes son determinantes para cuidar el agua y una crisis fomenta y refuerza la estabilidad de la ciudad para afrontar la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia urbana.

**Palabras clave:** umbral, agua, resiliencia urbana.

---

<sup>1</sup> Mtro. En C.A. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Email: nirvana777utopia@gmail.com

<sup>2</sup> Dr. En C.S. UAEMex. Email: cidfino@yahoo.com

<sup>3</sup> Dr. En DI. UAEMex. Email: belygf@gmail.com

## **Introducción**

La planeación de la ciudad presentan diferentes vertientes a considerar, una de ellas es el abastecimiento del agua y las fuentes. A raíz de ello el trabajo se desarrolla bajo la premisa de mantener el agua bajo el concepto de umbrales, para llevar a cabo dicho trabajo se parte de la teoría de la resiliencia socio-ecológica que considera el umbral permisible para ser resiliente.

Para cumplir con el objetivo de ubicar el umbral aceptable que permita a los municipios tomar medidas estratégicas para mantener disponible el agua ante la creciente demanda de los usuarios. El trabajo se dividió en cuatro apartados: la parte teórica sobre umbral de agua, resiliencia urbana, los resultados, discusión y conclusiones, esto sustentado con trabajo de campo, estadísticas del agua y de cartografía para ubicar de manera espacial las áreas de estudio.

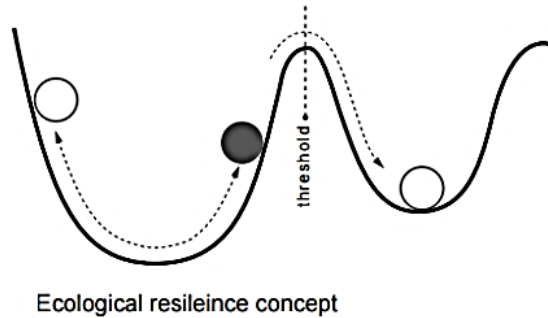
Cada punto se desarrolló en cada apartado, el umbral se retomó desde el trabajo de Flakenmark (1989), el cual se adaptó al contexto de los municipios. Durante el recorrido de campo se pudo observar que las comunidades rurales las afectaciones al ambiente son menores, la demanda es distribuida por tandeo, el suministro de agua no es constante, pero esto ha permitido que la población adopte medidas de almacenaje y cuidado del agua.

## **El umbral del agua en la resiliencia urbana**

La teoría que sustenta la resiliencia urbana parte de la Social–ecological resilience. La resiliencia urbana se orienta a esta corriente teórica por las acciones dinámicas de la ciudad, por lo tanto se busca la estabilidad desde la interrelación de múltiples escalas para adaptarse y transformarse continuamente y todavía permanecer dentro de los umbrales críticos (Folke, et al., 2010). La figura 1 ejemplifica el umbral que presenta la dinámica de la resiliencia ecológica del cual se desprende como enfoque teórico la resiliencia urbana. Asimismo el umbral se define

como “la sensación en el punto en que se produce el salto de la cantidad del estímulo a la cualidad de la reacción: por debajo del umbral, aún no hay sensación, si el estímulo es demasiado débil” (Poltzer, 2014).

Figura 1. Umbral de la resiliencia ecológica



Fuente: (Liao, 2012)

En la resiliencia ecológica presenta diferente régimen y puede pasar sobre el umbral para estabilizarse a otro régimen. Esto indica la flexibilidad de adaptación y el paso de múltiples estabilidades con un continuo rebote hacia delante y no necesariamente regresar al estado habitual como se da en el proceso de la ingeniería, este es un rasgo característico que le permite la estabilización.

La estabilización se busca también entre la relación de ambiente y sociedad por medio del agua, por ello el agua es una variable de control para la resiliencia y el número de actividades humanas y procesos ambientales determinan el impacto o estado del recurso, (Rockström, et al., 2014). La resiliencia urbana en este trabajo se define como: la habilidad de afrontar una crisis, resistir y fortalecer las capacidades de planeación para la adaptación y transformación de las ciudades frente a la demanda y disponibilidad de los recursos naturales durante un periodo corto, mediano o largo plazo.

En contraste con el umbral del agua y la resiliencia urbana Falkenmark (1989) propone evaluar la vulnerabilidad del agua con indicadores entre estrés y escasez. Este indicador es el más utilizado como umbral en la evaluación del agua de escasez física a nivel regional, el indicador considera la fracción del total anual de escurrimiento disponible para uso humano.

La resiliencia urbana es retomado desde tres escuelas de pensamiento, según Béné (et al., 2014) han sido más predominante para influir en la narrativa de resiliencia urbana: la comunidad de la Disaster Risk Reduction (RRD) inicialmente estrechamente ligada a la comprensión de la ingeniería de la resiliencia, la capacidad de recuperación ecológica, y la capacidad de adaptación social.

El enfoque urbano, según Yumagulova (2012) hace énfasis a la resiliencia de la ciudad determinado por las relaciones de los ecosistemas que se pueden planear y responden a una variedad demográfica, económico y de cambios ambientales. E históricamente las ciudades han tenido la capacidad de absorber las sucesivas transformaciones sin perder su estructura esencial (Salat & Bourdic, 2012).

Ahora, al igual que la ciudad post-industrial, la ciudad sostenible y la ciudad resiliente son necesidades particulares que caracterizan a una fase de la sociedad (Caputo, et al., 2015). Del mismo modo, la ciudad ha transitado por diferentes procesos de reconfiguración para ajustarse a los nuevos requerimientos sociales, estos requerimientos están normados por la planeación y dentro de la disciplina del urbanismo con los principios de orden y estructura de la ciudad.

La resiliencia urbana propone desarrollar investigaciones destacando procesos de mejora, medidas eficientes mediante la retroalimentación y la planeación de las ciudades con la integración de los recursos naturales a corto, mediano y largo plazo. Autores como Holling,

(1973) proponen estudiar la resiliencia desde el enfoque ecológico a través de la transformación y adaptación.

Los procesos de mejora para la ciudad implican una serie de vectores que involucran la planeación y funcionamiento que requiere de diferentes disciplinas como: urbanistas, arquitectos, ingenieros, biólogos, sociólogos, abogados, economistas y ambientalistas. En la planeación y desarrollo de la ciudad involucra la accesibilidad, áreas verdes, usos de suelo, la movilidad, espacios públicos, vialidades y la planeación del recurso agua para su funcionamiento.

El agua presenta mayor demanda por el crecimiento demográfico y urbano de las ciudades trae consigo además mayor demanda de infraestructura, alimentación, energía y vivienda. La rápida urbanización es una de las mayores transformaciones sociales en la historia humana. Las ciudades han propiciado el agotamiento de los recursos. Sin embargo, también pueden ser los motores de la innovación. Por ejemplo, las ciudades de todo el mundo están adoptando medidas basadas en la naturaleza para la adaptación y la resiliencia, tales como los techos verdes y la restauración de los humedales (McPhearson, et al., 2016).

Asimismo, las ciudades están en constante evolución, son impredecibles con nuevas direcciones. En el curso del tiempo, las ciudades han sufrido todo tipo de dificultades (Amin, 2014), y se han adaptado a diferentes contextos con transformaciones que han permitido su continuidad a lo largo de la historia, esto podría ser asociado a su capacidad resiliente hacia su entorno.

Los sistemas urbanos han sido pensados bajo la lógica de las dinámicas sociales en sus distintos ámbitos y en general se ha involucrado muy poco aspectos ambientales o la relación

armónica que debe existir entre ser humano y medio ambiente, ha sido en los últimos años, bajo el contexto del cambio climático en que se ha legislado y se han diseñado políticas dirigidas a la protección y conservación de los distintos recursos naturales como el agua.

Ante el desarrollo de la ciudad y la vulnerabilidad que presenta ante fenómenos meteorológicos que repercuten en la demanda y la disponibilidad del agua potable. Las ciudades requieren de medidas previas que fomenten la resiliencia, ante ello es pertinente ubicar el umbral aceptable que permita a los municipios tomar medidas estratégicas para mantener disponible el agua ante la creciente demanda de los usuarios, para desarrollar esta premisa en el siguiente punto se describe la metodología.

### **Materiales y métodos**

Para evaluar el umbral del agua potable con base a su disponibilidad se hace uso de indicadores nacionales con el fin de ubicar el nivel de presión del vital líquido. Este indicador se adapta a la resiliencia urbana para el efecto de ubicar el umbral disponible del agua sin que se vea afectada la población de cada municipio y tiene por objeto mantener el vital líquido dentro de un umbral aceptable. La tabla 1 ilustra el grado de resiliencia con base al umbral.

Tabla 1. **Umbral de resiliencia urbana con base a la disponibilidad de recurso agua**

<b>Grado de disponibilidad del recurso agua</b>	<b>Disponibilidad natural media per-cápita, m<sup>3</sup>/hab/año</b>
Muy alto	> 1700
Alto	1000-1700
Moderado	500-1000
Bajo	< 500

Fuente: adaptado a los municipios con base a (Brown & Matlock, 2011).

Además del indicador del umbral se realizaron recorridos en campo de las áreas de estudio y cartografía con estadísticas meteorológicas. El contraste del umbral con los municipios se

realizó a nivel de la cuenca Lerma y con los datos estadísticos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2016), de la Comisión Nacional del Agua y del Sistema Nacional de Información del Agua (SINA, 2016).

### **Contexto municipal de Lerma y San Mateo Atenco**

México ha cruzado el umbral entre la disponibilidad media a baja, ya que dispone de menos de 5 mil m<sup>3</sup> de agua anual por habitante, se suma la distribución desigual regional y temporal del recurso, también es un país con baja disponibilidad de agua, con media per-cápita disponible de 4 mil m<sup>3</sup>/hab/año en el 2005, contra los 17 mil m<sup>3</sup>/hab/año en 1950 (Flores, 2009), cifras que probablemente seguirán disminuyendo con el aumento de la población y la pérdida de vegetación.

Las condiciones de crecimiento urbano e industrial favorecen la pérdida de cubierta vegetal y suelo que son revestidas con planchas de concreto, se suma la escasa planeación y la falta de equilibrio espacial donde no se contemple el umbral crítico permisible para no vulnerar las reservas de agua y favorezca la resiliencia urbana.

En particular Lerma de Villada y San Mateo Atenco presentan problemas similares por lo tanto, es pertinente evaluar la resiliencia urbana para adaptarse y transformarse en el contexto municipal de la demanda y disponibilidad del agua potable. Esto, frente a un proceso dinámico que puede ser influenciada por el medio ambiente, elementos externos y el individuo (García-Díaz, 2013).

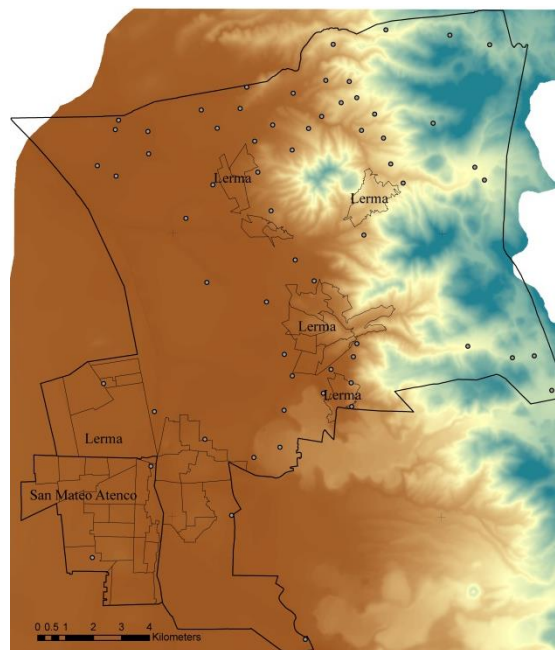
También el proceso acelerado de industrialización que se lleve a cabo entre 1940 y 1950 concentrados en Naucalpan, Tlalnepantla y en el corredor Lerma Toluca provocó una fuerte presión sobre el recurso agua aunado a la demanda del Distrito Federal, agricultores

mexiquenses, la incipiente industria regional y de concentraciones urbanas que se generaron en sus alrededores (GEM, 2011). En el periodo de 1970 se estima que llegaban 550 personas a radicar y abrir industrias y el río poco a poco sufrió daños por contaminación (Ortega, 2008). También la contaminación aumentó la probabilidad de escasez de agua para los municipios de Lerma y San Mateo Atenco.

### **Ubicación de los municipios**

Los municipios se ubican en la cuenca Alta de Lerma. San Mateo Atenco pertenece al Sistema Neovolcánico Transversal y se localiza a una altitud de 2,570 metros. El territorio es apto para la urbanización en un 70%, exceptuando las zonas colindantes con el Río Lerma que presentan problemas de inundación en épocas de lluvia (GEM, 2016). Lerma se encuentra localizado entre cadenas montañosas, sierras, valles, cerros y hundimientos, por esta razón el territorio es irregular; además ocupa el Monte de Las Cruces donde se asienta principalmente la población (GEM, 2013). En la figura dos muestran la ubicación de los municipios.

Figura 2. **Localización de los municipios, Lerma y San Mateo Atenco**



Fuente: elaboración propia con base en (INEGI, 2010b)



La fuente principal de agua para los municipios proviene de los acuíferos, para el caso de Lerma el 1.46% proviene de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), el 98.54% proviene de fuentes subterránea del acuífero de Toluca y de ello se extraen cerca de 5 m<sup>3</sup>/s de agua para la capital del país, lo que ha afectado principalmente la laguna de Chignahuapan (GEM, 2013) donde se localizan los municipios de Lerma y San Mateo Atenco. Las fuentes de agua con las que cuenta Lerma cada vez son menos, se suma la contaminación y los procesos urbanos que van ocupando los espacios que dejan las lagunas.

San Mateo Atenco no cuenta con presas ni bordos. El abastecimiento de agua para la población se realiza a partir del bombeo de 18 pozos profundos, el agua que se extrae de la mayoría de los pozos se obtiene de una profundidad de 75 a 300 metros, cuya calidad no reúne las características mínimas para ser potable, según las disposiciones sanitarias el agua para consumo humano deben extraerse a partir de los 150 metros. (GEM, 2009).

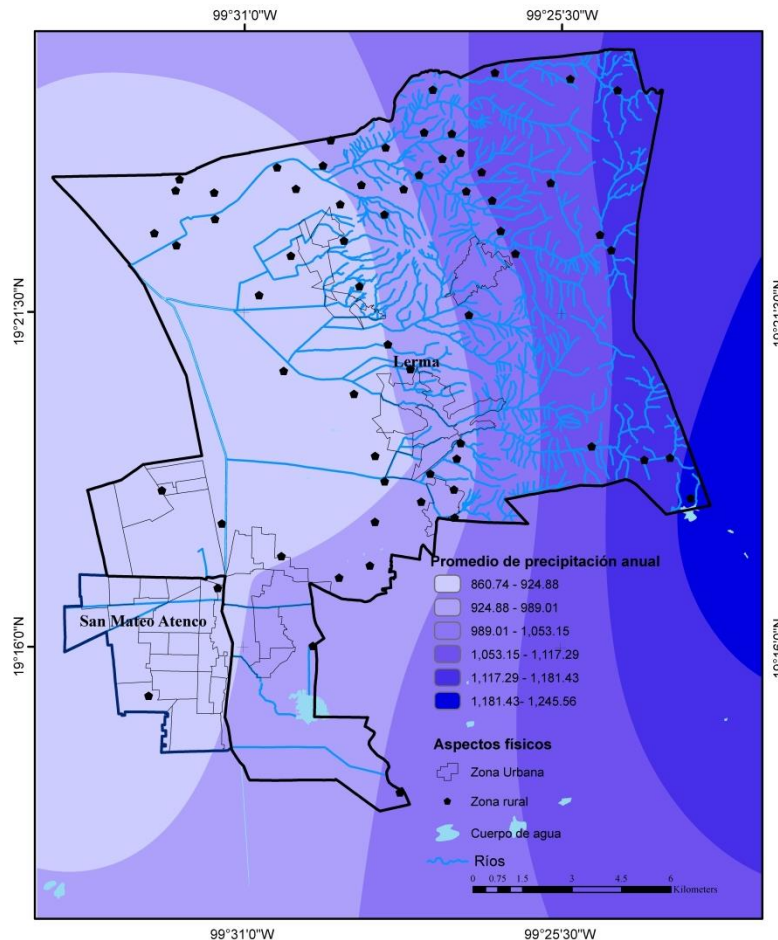
La constante extracción del agua en los municipios los hace vulnerables a la escasez del vital líquido, por ello es pertinente conocer el límite permisible de extracción y uso del agua, en relación a ello se ha considerado los umbrales del agua que permite ubicar las condiciones y grado de disponibilidad del recurso.

## **Resultados**

Las precipitación es una condición para la disponibilidad del agua; en San Mateo Atenco oscila entre los 700 a los 900 mm (GEM, 2016). En Lerma supera los 1,700 mm (GEM, 2013). Los datos de precipitación que presenta cada municipio indican la cantidad de agua que en condiciones ambientales existe, sin embargo su consumo se ve limitado por la contaminación y la escasa recarga de los mantos acuíferos, aunado a la creciente demanda de los usuarios y procesos urbanos.

Con base al promedio de las precipitaciones, el municipio de Lerma es la que tiene mayor cantidad de agua en comparación a San Mateo Atenco, no obstante no está exentó a la vulnerabilidad por escasez del agua potable y a pesar de que se ubican en la Cuenca Alta de Lerma la disponibilidad del vital líquido está en riesgo por la excesiva demanda de estos dos municipios además de la demanda para la ciudad de México. La figura 3 presenta la precipitación normal de cada año de Lerma y San Mateo Atenco desde 1951 hasta el 2010.

Figura 3. **Precipitación normal por año (mm), Lerma y San Mateo Atenco, 1951-2010**

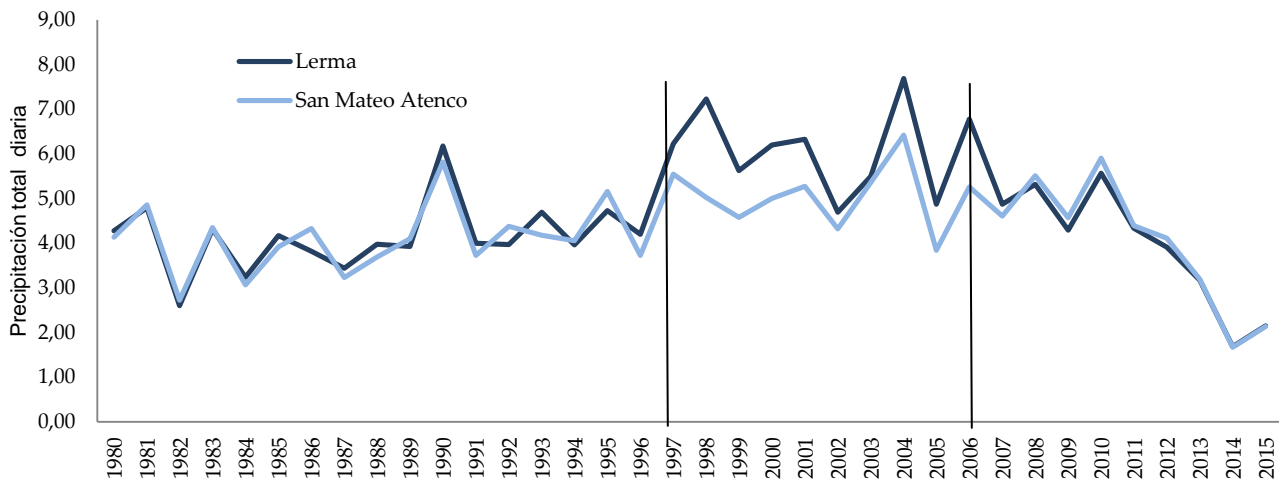


Fuente: Elaboración propia con base a (CONAGUA, 1951-2010)

El color azul se va degradando conforme a la cantidad de precipitación, los datos presentados son de 59 años, y los valores obtenidos por cada color se obtuvieron a través de la interpolación

de los datos de precipitación de 11 estaciones meteorológicas. La precipitación normal por año en los municipios es similar principalmente en zonas urbanas, las condiciones de precipitación están determinadas por la cantidad de vegetación que se presentan en las diferentes áreas del municipio; ejemplo de ello son las partes altas (precipitación entre 1,053 hasta 1,245) donde concentran mayor vegetación lo que repercute en mayor precipitación. En contraste con las precipitaciones, en la gráfica 1 se presentan los promedios de lluvia desde 1980 al 2015, en ello se muestran las variaciones por año en milímetros (mm), así como la disponibilidad del agua.

**Gráfica 1. Promedio de precipitaciones (mm) en Lerma y San Mateo Atenco, 1980-2015**

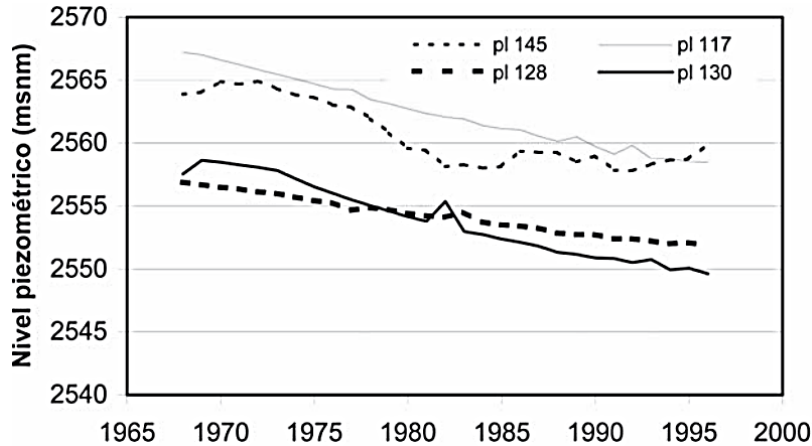


Fuente: (Thornton, et al., 2016)

Debido a la cercanía de los municipios, el comportamiento de las precipitaciones por año es similar, de 1980 a 1996 la precipitación se mantenía en entre los 3 y 5 mm diario excepto en 1990 que llegó hasta los 6 mm, entre 1997 y hasta el 2006 las precipitaciones aumentaron en los dos municipios con 5 y 7 mm. Con base al gráfico pasaron 17 años para que aumentaran las precipitaciones a partir de 1997 y hasta el 2006, posteriormente a estos años las precipitaciones han venido disminuyendo y es probable que se presente con mayor intensidad las precipitaciones posteriores a otros 17 años en Lerma y San Mateo Atenco.

Con base a estos datos la disponibilidad del vital líquido, no solo está sujeta a las cantidades que pueden recibir los consumidores en las viviendas, sino que también está determinado por los ciclos y condiciones naturales. También la conjugación de hábitats urbanos y procesos naturales se ha manifestado en problemas de disponibilidad de agua como las descargas de agua contaminadas por industrias al Río Lerma. La extracción constante de agua en los mantos freáticos está siendo afectada por la disminución del nivel del agua en el subsuelo. Esto se debe en gran medida a los pozos construidos en el Valle de Toluca donde se localizan los municipios de Lerma y San Mateo Atenco. Los niveles del agua subterránea también es afectado por la falta de planeación en los procesos de urbanización y por ende la afectación del ciclo hidrológico, en la gráfica 2 se coloca la evolución de los niveles de agua en el Valle de Toluca donde se ubican los municipios de Lerma y San Mateo Atenco.

**Gráfica 1. Descenso del nivel piezométrico ocasionado por la sobre explotación del acuífero del Valle de Toluca**



Fuente: (Díaz, et al., 2009)

Los descensos del agua en los municipios de Lerma y San Mateo Atenco están relacionados con la sobreexplotación y producto de los acuerdos que se celebraron con la ciudad de México para otorgar el agua. Con base al decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de septiembre de 1965, se establece veda por tiempo indefinido (DOF, 1965). Sin embargo, la

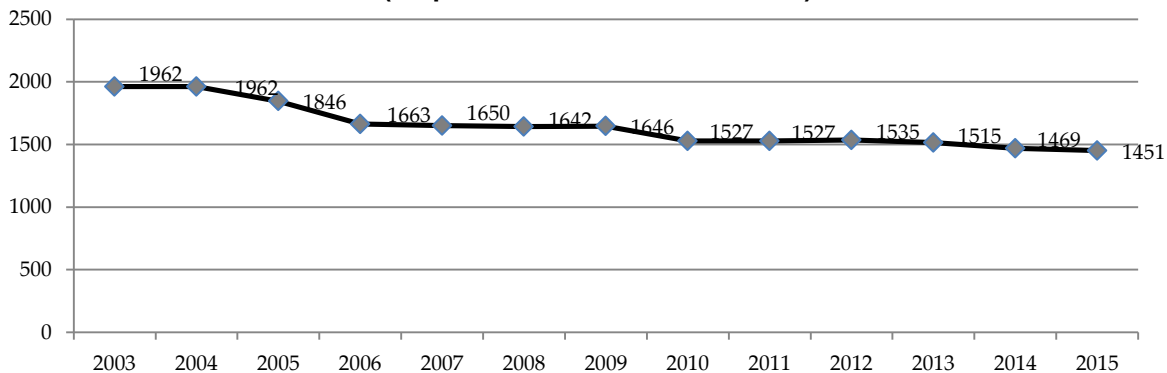
veda establecida no restringe totalmente la extracción del agua del subsuelo, sino que se permite la extracción para uso doméstico.

La constante extracción del agua en los municipios los hace vulnerables a la escasez del vital líquido, por ello es pertinente considerar el límite permisible de extracción y uso del agua, en relación a ello se ha considerado los umbrales del agua que permite ubicar las condiciones y grado de disponibilidad del recurso, esto se describe en el siguiente punto.

### Umbral del agua en Lerma y San Mateo Atenco

Con base a las condiciones de vulnerabilidad como: la demanda excesiva del agua para las industrias, el crecimiento de la población, la disminución del manto acuífero y la contaminación, es menester conocer el umbral de disponibilidad del agua para los municipios. Para ello, en la gráfica 3 presenta las estadísticas de agua por persona anualmente, esto permite ubicar el umbral de los municipios por la cantidad de agua que tiene la Cuenca Lerma.

**Gráfica 3. Disponibilidad natural media per cápita (m<sup>3</sup>/hab/año), Lerma y San Mateo Atenco (Disponibilidad Cuenca de Lerma)**



Fuente: elaboración propia con base a (CONAGUA, 2016)

La disponibilidad media per cápita (m<sup>3</sup>/hab/año), de agua con base a la tabla 1 y gráfica 3, los municipios se encuentran dentro de un umbral de resiliencia urbana alto por la disponibilidad de agua con la que cuenta y se ubican entre los 1000 y 1700 media per cápita m<sup>3</sup>/hab/año para el

año 2015 con 1451 m<sup>3</sup>. Históricamente se han tomado las medidas pertinentes para mantener el agua en los acuíferos y restricciones en las concesiones de aguas a del Río Lerma, sin embargo no se han llegado a realizar y los efectos negativos se están materializando actualmente va reduciendo el umbral de disponibilidad del agua en los municipios de Lerma y San Mateo Atenco.

Durante 12 años aumentó la extracción y superado la capacidad de recarga de los acuíferos. Asimismo, la demanda de agua está sujeta a la disponibilidad, sin embargo no es así. El municipio de Lerma recibe agua del Cutzamala con 369 m<sup>3</sup>/s del caudal total (Perló & González, 2005) y del Sistema Lerma, en el caso de San Mateo Atenco la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) revela que solo recibe del Cutzamala el agua en bloque con una dotación aproximada de 100 metros cúbicos en promedio por día (GEM, 2016).

En relación al umbral, en la parte económica el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) propone como punto de referencia un umbral del 3% sobre el ingreso familiar asequible para todos. Ningún individuo o grupo debería verse privado del acceso a agua potable por no poder pagar (ONU-HABITAT, 2010).

El consumo de agua de los usuarios en Lerma va en aumento así como la presión sobre el acuífero del Valle de Toluca. El municipio presenta una tendencia de crecimiento exponencial debido a la disponibilidad de suelo y la desecación de las Ciénegas de Lerma que se van ocupando con el paso del tiempo (figura 4).

**Figura 4. Ocupación de las Ciénegas de Lerma**



**Fuente: fotografías tomadas en campo 2017/01/21**

La figura 4 representa también el proceso urbano y pauta de crecimiento de las ciudades, sin embargo presenta efectos negativos que limitan el espacio del agua y como fuente de recarga para los acuíferos. En el caso de San Mateo Atenco, la demanda de los usuarios por el agua también aumenta. Al igual que el municipio de Lerma, San Mateo Atenco también sigue creciendo sobre las Ciénegas de Lerma, además es un área vulnerable a las inundaciones en temporada de lluvias.

**Figura 5. Ocupación de las Ciénegas de San Mateo Atenco**



**Fuente: fotografías tomadas en campo 2017/03/19**

Los procesos urbanos de los dos municipios van invadiendo progresivamente las áreas de las Ciénegas sin control y se debe a que la población fraccionó el espacio antes de que el agua recuperara su espacio, estos tienen un uso agrícola, pero en años recientes se inundaron y actualmente se empieza a secar el agua.

Durante el recorrido de campo se pudo observar que las comunidades rurales las afectaciones al ambiente son menores, la demanda es distribuida por tandeo, el suministro de agua no es constante, pero esto ha permitido que la población adopte medidas de almacenaje y cuidado del agua, esto significa que los habitantes se están transformando por las condiciones en el suministro del agua, además se encuentran en constante cambio de adaptación pero permanecen dentro de los umbrales críticos.

### **Discusión**

Para ubicar el umbral aceptable para mantener disponible el agua ante la creciente demanda de los usuarios y con base a los resultados. Los municipios se encuentran en situación favorable, sin embargo, los datos de la tabla 1, a pesar de ser considerados por Conagua, es pertinente actualizar; ya que las condiciones de desarrollo, niveles de urbanización, el crecimiento de la población, la extracción del agua para la ciudad de México y el cambio climático han modificado la disponibilidad del agua.

En estudios realizados en estos dos municipios consideran que ya existe la escasez esto por la constante extracción a mayor profundidad (150-300m) y la excesiva demanda del agua para la ciudad de México por medio del sistema Lerma. La resiliencia urbana es degradada constantemente no solo por la disponibilidad del agua para su consumo, sino también por la contaminación y las escasas medidas encaminadas para mantenerla.

Los umbrales críticos a diferencia de las áreas rurales, en las urbanas no presentan una crisis constante de desabasto de agua ya que constantemente tienen el agua y relativamente viven mejor, no presentan situaciones críticas que fomenten la adaptación y transformación, lo cual los hace vulnerables a la escasez en el suministro del agua. Se suma el incremento de usuarios



y el uso del agua en actividades, industriales y doméstica, aunado a la parcial coordinación de los niveles de gobierno para controlar el suministro del agua tanto interna como externa.

En cuanto al contraste teórico, el umbral del agua para la resiliencia urbana, no se identificó en las zonas de estudio el parámetro que permite el salto a otro régimen o umbral, esto se debe al escaso desarrollo social, la incipiente aplicación de normas de gestión, coordinación y planeación de los usos del agua a futuro. Solo en las áreas rurales se observa un umbral crítico por el constante problema de escasez y es probable que cambien de umbral rápidamente a comparación de las urbanas.

El umbral del agua permitió ubicar la situación de los municipios y las condiciones administrativas y población afectada fomentan o reducen la resiliencia urbana, esto se debe a la falta de coordinación, planeación y débiles estrategias de aplicación encaminadas a mantener la disponibilidad del agua dentro de los umbrales aceptables.

## **Conclusión**

Las áreas urbanas presentan desabasto de agua por las condiciones de urbanización, nivel de contracción de la población y niveles de afectación a las fuentes de abastecimiento del agua potable, también el abastecimiento del agua potable se concentra solo en algunos lugares del territorio, esto se debe porque tienen la solvencia económica para asumir el costo del servicio y al uso como principal insumo en las industrias como en el caso de Lerma (Fraccionamiento y Club de Golf los Encinos) y parte de San Mateo Atenco (principalmente en fraccionamientos).

La calidad del agua es otro factor que reduce el abastecimiento ya que no se cuentan con plantas de tratamiento, de fuentes confiables o simplemente se requiere de mayor profundidad para su extracción lo que implica mayor costo, esto hace más difícil el abastecimiento del agua

potable para los municipios y a medida que la población incrementa se requiere de más fuentes de abastecimiento.

Las fuentes de abastecimiento del agua potable funcionan como regla y condicionan a las ciudades, también determina el ritmo de adaptación de los habitantes en el consumo y distribución del recurso, asimismo denota la falta de flexibilidad de normas y el proceso de toma de decisiones entre los interesados encaminadas a la resiliencia urbana.

### **Propuestas**

En la realización del estudio se detectó la pertinencia de la incorporación de la gestión del agua no solo desde la perspectiva social, sino la incorporación también de las condiciones naturales para preservar las fuentes naturales de abastecimiento. Por último, la resiliencia urbana es un tema difícil que requiere desagregar aún más sus características y componentes que permiten puntualizar y disminuir la ambigüedad de la resiliencia, así mismo, analizar las condiciones de vulnerabilidad que permitan determinar las estrategias de resiliencia urbana dentro de un umbral aceptable que mantenga la estabilidad de la demanda del agua, así como mantener los acuíferos sin ser sobreexplotados.

También es pertinente evaluar los procesos urbanos y tendencias que afectan el uso y transformación del suelo mediante métodos de planeación y estrategias que fomenten el uso moderado del agua entre población y ambiente para mantener el recurso. Por último, el umbral de la disponibilidad del agua también está determinado por las acciones y políticas de estrategias, no solo desde el municipio sino, también desde las organizaciones locales como los comités de agua que administran y controlan el agua desde la forma consuetudinaria y constantemente se encuentra en situación de crisis, pero dentro del umbral crítico que les permiten tomar acciones de respuesta que fomenta la resiliencia urbana.

## REFERENCIAS

- Politzer, G.**, 2014. *Cursos de filosofía*. 1 ed. México, Distrito Federal: Editores Mexicanos Unidos, pp. 244.
- Yumagulova, L.**, 2012. Infrastructure planning as a component of urban/regional resilience. En: L. Chelleri & M. Olazabal, edits. *Multidisciplinary perspectives on urban resilience*. Bilbao, Spain: Basque Centre for Climate Change, pp. 21-25.
- Rockström, J., Falkenmark, M. & Folke, C.**, 2014. *Water resilience form human prosperity*. 1 ed. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Amin, A.**, 2014. Epilogue: The Machinery of Urban Resilience. *Social science*, 3(3), pp. 308-313.
- Béné, C., Cannon, C. & Gupte, J.**, 2014. *Exploring the Potential and Limits of the Resilience Agenda in Rapidly Urbanising Contexts*, United Kingdom, Evidence Report No. 63, pp. 8: Institute of Development Studies, March, UK Government.
- Caputo, S.** y otros, 2015. Urban resilience: two diverging interpretations. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 8(3), pp. 1-19.
- Falkenmark, M.**, 1989. The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa: Why Isn't It Being Addressed?. *Ambio*, 18(2), pp. 112-118.
- Flores, L.**, 2009. Agua y agricultura en México. En: L. L. p. 1. Cámara de Diputados, ed. *Crisis del Agua*. México, Distrito Federal: Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, pp. 18-26.
- Folke, C.** y otros, 2010. Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), pp. 1-9.
- Garcia-Dia, M. J.**, 2013. Concept Analysis: Resilience. *in Archives of Psychiatric Nursing Elsevier*, No. 27, 27(6), p. 264–270.
- Holling, C. S.**, 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Volumen 4, pp. 1-23.

**Liao, K.-H.**, 2012. A Theory on Urban Resilience to Floods—A Basis for Alternative Planning Practices. *Ecology and Society* , 17(4), pp. 1-15.

**McPhearson, T.** y otros, 2016. Scientists must have a say in the future of cities. *Nature*, 538(7624), pp. 165-166.

**Salat, S. & Bourdic, L.**, 2012. Systemic resilience of complex urban systems: on trees and leaves. *TeMA-Trimestrale del Laboratorio Territorio Mobilità e Ambiente-TeMALab*, 5(2), pp. 55-68.

**Brown, A. & Matlock, M. D.**, 2011. *A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies*. [En línea]

Available at: [https://www.sustainabilityconsortium.org/wp-content/themes/sustainability/assets/pdf/whitepapers/2011\\_Brown\\_Matlock\\_Water-Availability-Assessment-Indices-and-Methodologies-Lit-Review.pdf](https://www.sustainabilityconsortium.org/wp-content/themes/sustainability/assets/pdf/whitepapers/2011_Brown_Matlock_Water-Availability-Assessment-Indices-and-Methodologies-Lit-Review.pdf)

[Último acceso: 28 Marzo 2017].

**CONAGUA**, 1951-2010. *Información Climatológica*. [En línea]

Available at: <http://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mex>

[Último acceso: 14 Marzo 2017].

**CONAGUA**, 2016. *Publicaciones Estadísticas y Geográficas*. [En línea]

Available at: <http://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/publicaciones-estadisticas-y-geograficas-60692>

[Último acceso: 24 Abril 2017].

**Díaz, C., Esteller, M. V. & López, F.**, 2009. *Repositorio Institucional (RI)*, UAEMéx. [En línea]

Available at: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/58927>

[Último acceso: 20 Abril 2017].

**DOF**, 1965. *SEGOB*. [En línea]

Available at: <http://www.dof.gob.mx/index.php?year=1965&month=09&day=23>

[Último acceso: 19 Abril 2017].

**ONU-HABITAT**, 2010. *Naciones Unidas, Derechos Humanos*. [En línea]  
Available at: <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf>

[Último acceso: 30 Noviembre 2016].

**Ortega, O.**, 2008. Poder Edomex. *Así Era el Río Lerma*, 18 Junio, p. 1.

**Perló, M. & González, A. E.**, 2005. *¿Guerra por el agua en el Valle de México?*. Primera ed.  
México: Universidad Autónoma de México (UNAM).  
[http://centro.paot.org.mx/documentos/unam/guerra\\_por\\_agua\\_digital.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/unam/guerra_por_agua_digital.pdf).

**SINA**, 2016. *Sistema Nacional de Información del Agua*. [En línea]  
Available at: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>  
[Último acceso: 24 Abril 2017].

**Thornton**, y otros, 2016. *Daymet: Daily Surface Weather Data on a 1-km Grid for North America; Version 3. ORNL DAAC; Oak Ridge; Tennessee; USA*. <http://dx.doi.org/10.3334>. [En línea]  
Available at: <https://daymet.ornl.gov/single-pixel/>

[Último acceso: 15 Marzo 2017].

**GEM**, 2011. *Atlas de la cuenca del Río Lerma en el Estado de México. Compendio*. Primera ed.  
Toluca: Consejo editorial de la administración pública estatal.

**GEM**, 2013. *Plan municipal de desarrollo urbano de Lerma, 2013-2015*. Lerma, Estado de México: Secretaría de Desarrollo Urbano, pp. 29.

**GEM**, 2016. *Plan municipal de desarrollo urbano del municipio de San Mateo Atenco, 2016-2018*. <http://www.sanmateoatenco.gob.mx/assets/plan-de-desarrollo-municipal--2016---2018.compressed.pdf> ed. San Mateo Atenco, Estado de México: Dirección de Desarrollo Urbano del Honorable Ayuntamiento de San Mateo Atenco, pp. 18.  
<http://www.sanmateoatenco.gob.mx/assets/plan-de-desarrollo-municipal--2016---2018.compressed.pdf>.

**INEGI**, 2010b. *Censo General de Población y Vivienda*. Toluca, Estado de México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.