

## **Resiliencia hídrica urbana: análisis de la distribución del agua en la Región Hidropolitana de Toluca.**

### **Mesa: Ecología Política de la Urbanización Latinoamericana**

Autores: Dra. Belina García Fajardo, Universidad Autónoma del Estado de México

Dr. Arturo Venancio Flores, Universidad Autónoma del Estado de México

Lic. En APOU. Marisol González Aguilar, Universidad Autónoma del Estado de México

#### **Resumen:**

La resiliencia hídrica pretende ayudar a las ciudades a lograr, que tengan la capacidad de soportar los nuevos desafíos a los cuales se enfrentan cada vez más ciudades del mundo, siendo el abastecimiento del agua, un problema que cada vez es más evidente. El objetivo de este trabajo, es que a través de la resiliencia hídrica se logre una justicia del agua, con el análisis a nivel de región Hidropolitana, permitirá contar con resultados que tienen el panorama a una escala mayor. La contribución que se busca en esta investigación, es el poder analizar la literatura acerca de la resiliencia, pasar a la resiliencia urbana y contribuir a la definición de resiliencia hídrica, por lo cual se está trabajando, puesto que es el primer avance del trabajo de investigación de posgrado.

**Palabras clave:** Resiliencia hídrica, Región Hidropolitana, Agua, escasez hídrica, ciudad.

#### **Antecedentes**

El 20 de marzo del 2020, con la Celebración del día del Mundial del Agua, se dio a conocer el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020 (WWAP, por sus siglas en inglés), por parte de las Naciones Unidas en coordinación con la UNESCO, este informe tiene como propósito brindar un panorama global sobre el estado de los recursos del agua dulce del planeta y su objetivo es proporcionar herramientas a los responsables de la toma de decisiones para la implementación del uso sostenible de los recursos hídricos (WWAP, 2020).

De acuerdo con el WWAP (2020), el uso global del agua, se ha multiplicado por seis en los últimos cien años, con pronósticos a que ese aumento siga en constante crecimiento, hasta en un 1% cada año, debido al intenso crecimiento demográfico, al desarrollo económico y al cambio en los patrones de consumo de las personas, agravando así la disponibilidad del agua. En la medida que los asentamientos humanos, se expanden, es más difícil el poder brindar el servicio del agua, lo que trae consigo desigualdades en la provisión del servicio. Aunque las estadísticas indican que los niveles de cobertura de abastecimiento de agua y saneamiento en

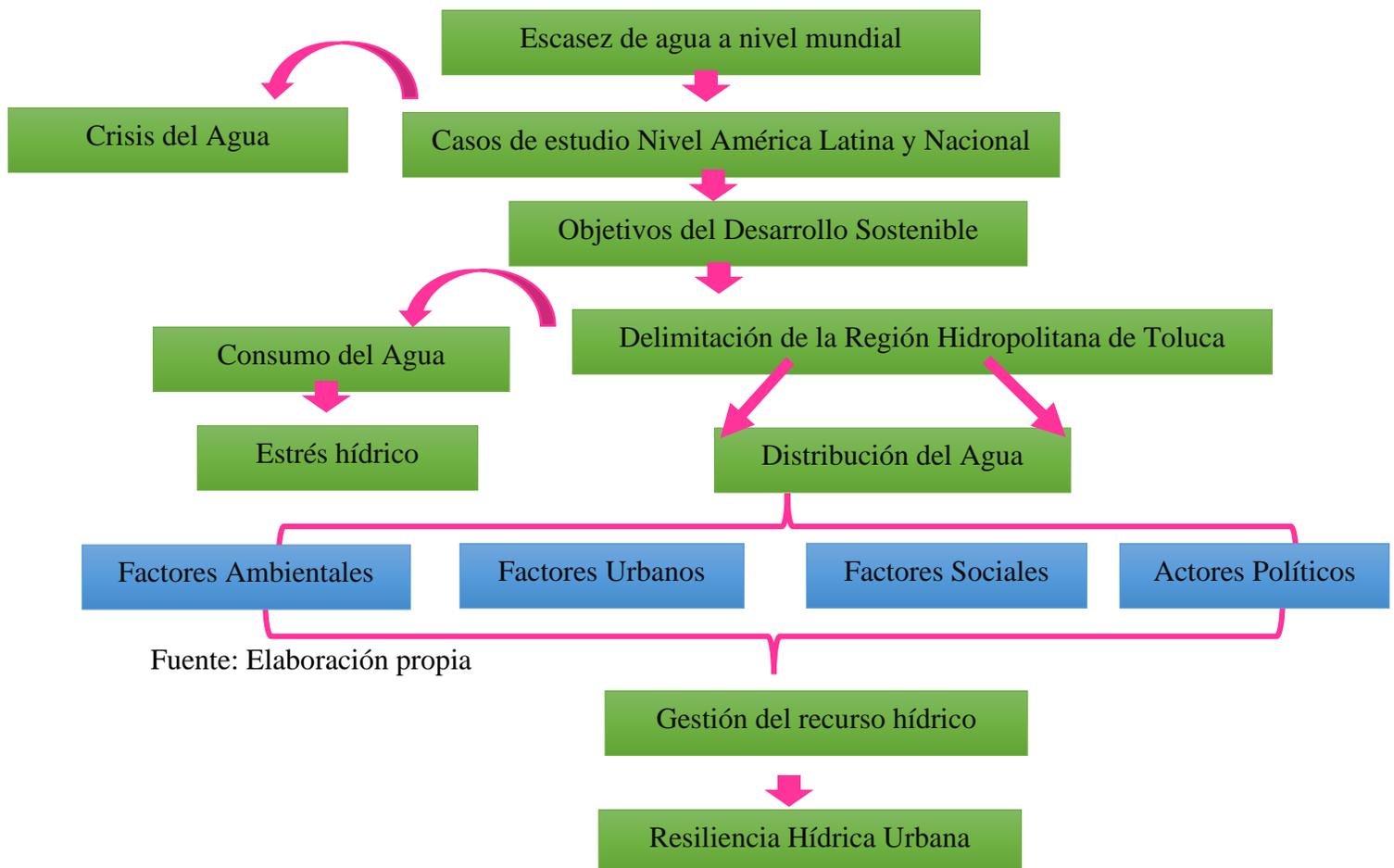
las zonas urbanas suelen ser más altas que en las zonas rurales, por lo cual existen importantes desafíos asociados con el suministro de servicios (OMS/UNICEF, 2017).

La crisis mundial de abastecimiento de agua, es hoy en día una de las principales problemáticas, que se presentan en las ciudades, derivado de que el mundo se está urbanizando rápidamente, con hasta a 1,4 millones de personas por semana que se mudan a áreas urbanas (ONU, 2018), lo cual va transformado el planeta, por el incremento de la urbanización, estimando que del 30% de población urbana en 1950, se pasó a más del 54% de población urbana actualmente, y esto alcanzará un estimado de 66% para 2050. Más del 60% de la tierra está proyectada para convertirse en urbano para 2030 (UNISDR, 2015). El crecimiento de la población mundial, prevé el incremento de la demanda del agua, la cual, de acuerdo con el Informe de las Naciones sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, será de casi un tercio para el año 2050.

Con el propósito de comprender distribución del agua, en la zona de estudio, se analiza a nivel mundial, las cifras que representan el problema de escasez de agua, así mismo investigaciones a nivel América Latina y a nivel Nacional, con el objetivo de abordar de manera general a lo particular, los factores que intervienen en este problema y dimensionar su capacidad de resiliencia hídrica urbana. En el siguiente diagrama, se muestran las variables a considera en el trabajo de investigación:

Esquema 1: Relación de variables

Esquema 1: Relación de variables



La Organización de las Naciones Unidas (2019), estima que alrededor del 36% de la población mundial, o 2,400 millones de personas, viven en regiones con escasez de agua y el 52% experimentará una severa escasez de agua hacia el año 2050. Se proyecta que para el 2030 el uso del agua aumente en un 40% gracias a una combinación de factores como el cambio climático, la acción humana y el crecimiento demográfico, aunque hoy en día ya es excesivo en algunas ciudades (ONU, 2019). La escasez del agua, deriva de la mala distribución del agua, siendo los asentamientos humanos rurales, los que sufren los daños colaterales, de la mala planeación en la gestión del agua, ante esto, es necesario que se replantee a las ciudades, con el propósito de que tengan un buen manejo del agua y su infraestructura.

De acuerdo con la ONU y la FAO en el año 2006, definieron en el Informe sobre Desarrollo Humano 2006, que la escasez del agua constituye uno de los principales desafíos del siglo XXI, a lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población, se prevé que, en la última década, casi todas las megaciudades del mundo se enfrentan a una creciente escasez de agua. El Foro Económico Mundial (WEF) del 2009 consideró la seguridad hídrica como la red que conecta todos los grandes desafíos (alimentación, energía, cambio climático y desarrollo económico, entre otros) que debe enfrentar la humanidad en las próximas décadas (WEF, 2009). Para el año 2011 el mismo foro, ha clasificado las crisis del agua en la cima de la pirámide de riesgo mundial.

Es entonces la crisis del agua, uno de los principales problemas a enfrentar en las ciudades del mundo, siendo un riesgo de carácter urgente y que, con el paso de los años, aumenta la posibilidad de dejar a más personas y, por ende, a las ciudades, sin el abastecimiento de agua. En 2019 el Instituto de Recursos Mundiales, (WRI, por sus siglas en inglés) perteneciente a las Naciones Unidas, dio el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019 No dejar a nadie atrás, en donde se visualiza un panorama alarmante, para diversas ciudades del mundo, las cuales, debido al estrés hídrico, que presentan son susceptibles de padecer escasez de agua y están más cerca del día cero, por lo cual en unos años serán más días ceros, en el mundo (WRI,2019).

De lo anterior, se resalta la necesidad de que, las ciudades cuenten con seguridad hídrica, que les permita afrontar los problemas. A nivel mundial, desde los años 2000, con motivo del II Foro Mundial del Agua (La Haya, Países Bajos, 17 al 22 de marzo de 2000), se ha venido identificando el concepto de seguridad hídrica como el paradigma que permite definir los requerimientos a los que la humanidad debiera orientar los esfuerzos para alcanzar una adecuada gestión del agua. Así, surge la necesidad de estudiar la pertinencia de utilizar la aproximación de la seguridad hídrica como el objetivo estratégico que permita ordenar el debate regional en torno al agua (CEPAL,2016).

La OCDE (2013) ha planteado un acercamiento, de la definición de seguridad hídrica, estableciendo que se puede definir como el “mantener en niveles aceptables los riesgos

asociados al agua: señala el riesgo de escasez, como falta de agua suficiente (en el corto y largo plazo) para los usos beneficiosos de todos los usuarios, del mismo modo el estrés hídrico en las cuencas, se asocia a esta problemática.

Definiendo a lo que se entiende por estrés hídrico, es la proporción de agua dulce extraída por todos los sectores en proporción con los recursos hídricos disponibles (FAO, 2015). En el promedio a nivel mundial, esta proporción representa un 13%, el estrés de tipo hídrico afecta a todos los continentes del mundo, siendo 32 países los afectados, que tienen un 25% de estrés, lo que equivale a estar en escasez de agua, si se tiene un 70%, se considera ya como estrés grave, el cual lo padecen 22 países del mundo (WWAP, 2019). Cabe señalar que el creciente porcentaje de estrés hídrico, indica el uso excesivo del recurso, por lo cual lleva a tener impactos de carácter social y ambiental. Es posible que estos niveles de estrés hídrico vayan en aumento en medida que crecen las poblaciones y su demanda de agua, y se intensifiquen los efectos del cambio climático (ONU, 2018).

Por su parte el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), en evaluaciones de escala mundial, considera que una cuenca padece estrés hídrico cuando su disponibilidad de agua por habitante es inferior a 1,000 m<sup>3</sup> por año. En esas áreas de estrés hídrico, las personas y los ecosistemas son particularmente vulnerables a una disminución o a una mayor variabilidad de la precipitación por efecto del cambio climático.

A lo largo de los años, los problemas de escasez de agua en América Latina y el Caribe han sido objeto de múltiples declaraciones, diagnósticos y análisis que han intentado identificar sus fortalezas y debilidades, y proponer reformas que mejoren su gestión (Peña, 2016). Entre los trabajos que destacan, están los planes hídricos de países como Panama y Ecuador, en México se ha avanzado poco en este tema, y ante ello la urgencia de que existan trabajos actualizados. La inquietud de lograr dar a conocer la importancia de la adecuada distribución del agua, nace con el propósito de mejorar el desarrollo de la calidad de vida de las personas, en su hábitat.

Debemos recalcar que el derecho humano al agua es el derecho de todas y todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre permite evitar la muerte por deshidratación, reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y satisfacer las necesidades de consumo, cocina y las necesidades de higiene personal y doméstica (ONU, 2002). Este derecho está quedando trastocado, ante la escasez del agua que se vive a nivel mundial.

El agotamiento de las aguas subterráneas, que provocan la escasez de agua en las ciudades, debe de ser analizado bajo un enfoque de resiliencia hídrica, que permita enfrentar los impactos generados por la escasez de agua, en las ciudades. Para lograr construir la resiliencia hídrica, es necesario comprender la distribución y uso del agua, que tiene que ver con las decisiones de carácter urbano, sociopolítico e hidrológico, las cuales van a permitir la adecuada gestión del agua. Lo cual significa que se dará acceso a agua de calidad a los habitantes, y permitir garantizar su derecho al agua.

En este sentido, se toma a consideración a la resiliencia hídrica, como la base para lograr la adaptación de la población, ante un paradigma de escasez de agua. Se retoman a los autores que han investigado a nivel Latinoamérica y en México, dejando claro que estos estudios son de los últimos tres años, cabe destacar que el tema está siendo retomado a diversos países, como Chile, Ecuador, Panamá, México, por mencionar algunos, ante la crisis del agua que se vive a nivel mundial y la carencia de una adecuada gobernanza en los países, que los hace más vulnerables a los grupos de población, haciendo cada vez mayor el problema de la escasez del agua.

En primera instancia, se destaca el trabajo de Sabogal, Carlos, Del Castillo y Willems (2019), sobre resiliencia hídrica en paisajes urbano-amazónicos, en Tarapoto y la microcuenca del Rio Cumbaza en Ecuador, donde se dimensiona el alcance de la seguridad hídrica de la microcuenca, en los años 1997 y 2005. La demanda hídrica vinculada al crecimiento poblacional, es cada vez mayor, por lo que se espera que en el futuro se incrementen los costos operativos, por lo cual debe de reducirse el consumo actual per cápita urbano en 30% por habitantes y así lograr impulsar un uso eficiente del agua (Sabogal et al, 2019).

La manera de lograr revertir los escenarios que se vislumbran, es a través de resiliencia en los sistemas hídricos, en este trabajo, se reconoce el papel crucial de los servicios ecosistémicos forestales en la seguridad hídrica con el objetivo de hacer frente a las presiones en la cuenca. De igual manera, la investigación establece que para fortalecer la resiliencia y hacer frente a crecientes presiones poblacionales y climáticas en la región Amazónica, se dónde de contar con frente a crecientes presiones poblacionales y climáticas en la región Amazónica (Sabogal et al,2019).

Por lo que se refiere a Panamá, existe un trabajo arduo, en el cual se realizó el Plan Municipal de Resiliencia Hídrica de los Santos, así como el Plan Municipal de Resiliencia Hídrica de Chitré, los dos planes con “Base de la gestión Municipal Sostenible”, y que son producto del Ministerio de Ambiente de Panamá, en conjunto con el Gobierno Nacional y el Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-200. En colaboración con la CATHALAC y el apoyo de IDRC , Canadá, se logró hacer el estudio a nivel regional, orientado a fortalecer los marcos de gestión de los recursos hídricos para alcanzar la seguridad hídrica en un contexto de cambio climático (PMRH,2019). De acuerdo con el Resultados de búsqueda Centro del Agua para América Latina y el Caribe, los esfuerzos en conjunto, buscan implementar las acciones innovadoras que permitan lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (CATHALAC,2019).

Estos planes se elaboraron, en el marco de actuación, ante los impactos previstos por el cambio climático, entre ellos está, la sobreexplotación de las fuentes de agua y contaminación de estas, lo cual trae consigo reducción de los caudales, del mismo modo que se busca gestionar los recursos hídricos de modo sostenible en las 52 cuencas hidrográficas de Panamá.

Los dos planes, incluyen los estudios y análisis técnicos de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, que describen la oferta y demanda del agua de la cuenca utilizando como herramienta el modelo WEAP ("Water Evaluation and Planning"), para estimar el balance

hídrico, se determina entonces la vulnerabilidad del mismo, en las ciudades, poblaciones y los medios de vida, visualizando el los impactos a futuro. De este modo, incluyen también las propuestas de solución, entre ellos van inmersos los planes, programas, políticas, proyectos, innovación tecnológica, entre otros que aportan al desarrollo de la resiliencia hídrica (PMRH,2019). Esta iniciativa de Panamá, permite visualizar la importancia de la resiliencia hídrica y la gestión de los recursos hídricos, dentro de soluciones a futuro, en las ciudades que carecen de viven con escasez de agua y estrés hídrico.

Para el caso de México, Schmidt menciona que, de la totalidad de habitantes del país 70% vive en zonas urbanas, el 89% cuenta con servicio de agua potable y 77% tiene servicio de alcantarillado, lo que indica, en términos proporcionales, que prácticamente la totalidad de los habitantes de las zonas urbanas cuentan con estos servicios, y quienes no disponen de ellos son las comunidades indígenas o rurales siendo el sector con menor poder adquisitivo y a su vez con la menor capacidad para enfrentar los problemas derivados de esta carencia (Schmidt, 2005). México es uno de los países situados en la franja del planeta que por su latitud se caracteriza por una baja disponibilidad natural de agua, y uno en los que existe mayor presión sobre sus recursos hídricos, lo cual se refleja en el agotamiento de los acuíferos, siendo que el volumen de agua para los usos agrícola y consuntivo humano implica el 90.82% (López, 2017: 20).

Lamentablemente, las cifras en México, revelan un panorama no favorable para México, en materia de agua. Según la Comisión Nacional del Agua (Conagua, 2013,) la disponibilidad natural media per cápita de agua en México en 1950 era de 18,035 m<sup>3</sup>/hab/año. En cambio, en 2013 pasó a 3,982 m<sup>3</sup>/hab/año. Es decir, la disponibilidad promedio anual por habitante ha bajado casi cinco veces en la última mitad del siglo.

Entre los proyectos referentes a la resiliencia, a nivel país, se rescata el trabajo de resiliencia hídrica en León, Guanajuato, de Tagle, Azamar y Caldera (2018), los cuales mencionan que, la dinámica del crecimiento económico y poblacional de la región han alimentado un discurso de incertidumbre hídrica en la sociedad, del mismo modo que existe vulnerabilidad en el acuífero del Valle de León, lo que se expresa en una crisis del agua, lo cual trae consigo problemáticas en la cobertura del servicio. Ante lo mencionado, los autores plantean una perspectiva de la Nueva Cultura del Agua, con una propuesta a través de eco-prácticas ciudadanas (como la cosecha de agua de lluvia) para disminuir la presión hídrica de las fuentes de abastecimiento y generar un nuevo actor social: el cogestor del agua (Tagle et al,2018).

Otro de los trabajos referentes a resiliencia hídrica, es el de Flores (2017), quien trabaja, por definir el termino de resiliencia hídrica, pues menciona aún no hay una base conceptual propia del término, por lo cual debe abonarse más y establecer sus alcances. Aborda las fuentes de abasto de agua, así como proyecciones del Área Metropolitana de Guadalajara, a nivel de cuenca. Plantea el análisis de la resiliencia hídrica urbana, bajo aspectos técnicos (instalaciones, gestión y redes) y de gobernanza (políticas y regulación, mecanismos financieros, organización y gestión). Flores (2017), destaca que su estudio a nivel área

metropolitana, no abarca del todo las aguas subterráneas sobreexplotadas, pues estas van más allá de los límites político-administrativos.

La escala que se ha abordado en las investigaciones antes mencionadas, son a nivel acuífero y zona metropolitana, destacando que los autores de dichos trabajos, han plasmado que el estudio del agua va más allá de estos niveles de estudio y por ello se plantea en este trabajo, un nivel hidropolitano.

En México existen pocos antecedentes de trabajos a nivel Hidropolitano, destaca el trabajo realizado por Perló y González (2005), en la Región Hidropolitana del Valle de México, definiendo que la región hidropolitana, no necesariamente coincide con la metrópolis como extensión territorial, sino que esta va integrada de la infraestructura hidráulica y se constituye como un bien común hídrico. En su análisis incluye cuatro cuencas distintas: Valle de México, Alto Lerma, Cutzamala y Tula. Plantea que la región hidropolitana es el resultado de un proceso histórico de transformación del territorio de la Cuenca del Valle de México. En el trabajo se destaca que, dentro de una región hidropolitana uno de los problemas comunes es tomar agua de una región para llevarla hacia otra.

Del mismo modo, se destaca que los conflictos sociales y gubernamentales en torno a la infraestructura que articula la región hidropolitana pueden ser caracterizados de la manera siguiente: a) movimientos sociales locales de poblaciones que han sido o serán afectadas por la transferencia de agua hacia la zona metropolitana del Valle de México. Estas poblaciones se han organizado para defender su derecho a disponer del recurso hídrico y a no permitir que éste sea transferido a otra región; b) una iniciativa jurídica del gobierno del Estado de México que critica y pone en cuestión el principio constitucional de que el agua pertenece a la nación y es administrada por un organismo del gobierno federal. Una infraestructura hidráulica de la magnitud de la que conforma la región hidropolitana necesariamente está construida sobre múltiples historias de poblaciones afectadas (Perló y González, 2005)

Por otro lado, está el trabajo de Hernández (2019), donde subraya la desigualdad hídrica en la región hidropolitana de Oaxaca, haciendo mención, que en la región hidropolitana de Oaxaca de Juárez las desigualdades hídricas se han constituido social e históricamente. El modelo urbanocéntrico de gestión de recursos hídricos es uno de los principales responsables de este hecho, puesto que ha apostado al desarrollo de soluciones técnicas para garantizar, en teoría, el acceso de la población a los servicios de agua potable y saneamiento. Menciona que la construcción de obras de infraestructura no garantiza una distribución de agua equitativa y de calidad. Todo lo contrario, ha generado conflictos sociales y acrecentó la brecha de desigualdades en toda la región (Hernández 2019).

La configuración de una Región hidropolitana, se debe a que el tema del agua debe ser abordado a una escala mayor, que el nivel municipal y metropolitano, pues es un tema que exige acciones a una gran escala, a menudo más allá de los límites jurisdiccionales de la ciudad. Una Región hidropolitana es un conjunto de relaciones geopolíticas y de poder, moldeadas históricamente por un ideal de desarrollo y modernización que ubica a las

ciudades como espacios prioritarios en la satisfacción de necesidades básicas, es decir, servicios de agua potable, saneamiento y energía eléctrica (Perló y González 2005).

Perló y González (2005, 55) define región hidropolitana como “una región hidráulica en la que los procesos económicos, sociales y políticos han orientado el sentido de la articulación del recurso hídrico”. Es entonces un complejo sistema que está vinculado a escala mayor y por lo cual debe ser abordado de esa manera. Para poder desarrollar el tema de resiliencia hídrica, en la región hidropolitana, es necesario que se conjuguen elementos que aporten a la investigación y que al mismo tiempo permitan conocer la capacidad de la región a hacer frente a la crisis del agua.

Las investigaciones analizadas, destacan la importancia que tiene el tema a nivel mundial y el cual ha sido poco abordado, sin embargo, en los últimos 3 años, surgen los trabajos que son la base para continuar indagando en el tema y proponer bases sólidas, que incidan en futuras investigaciones, pues aún falta mucho por hacer en términos de resiliencia hídrica urbana, como lo menciona Flores (2017), hay que abonar más investigación, en materia de resiliencia hídrica, pues es un tema nuevo y el cual ha sido poco afrontado en México y a nivel mundial.

### **Problematización**

En 2015, tres de cada diez personas en todo el mundo no tenían acceso a servicios de agua gestionados de forma segura (OMS/UNICEF, 2017). La disponibilidad de agua depende de la cantidad de agua físicamente disponible y de cómo se almacena, se administra y se asigna a varios usuarios. Por su parte la accesibilidad del agua refiere a cómo se entrega (u obtiene) en diferentes grupos socioeconómicos y demográficos, incluidas las mujeres, los niños y otras comunidades en situaciones vulnerables (WWAP,2019). Parte de los problemas del agua, atañe a que solo se trabaja a nivel de límites territoriales, dejando de lado que esta problemática va más allá de la expansión urbana.

En México, la rápida urbanización de las ciudades y el incremento poblacional, principalmente en la zona centro del país, produce una sobreexplotación de sus acuíferos, cifra que cada año es más alarmante. Por ejemplo, en 1975 había sólo 32 acuíferos sobreexplotados a nivel nacional; en cambio, actualmente son 106 acuíferos sobreexplotados (Conagua, 2013: 27). Los acuíferos sobreexplotados, dan paso a la poca accesibilidad del agua a las personas y padecen de escasez del recurso en lugares alejados de las grandes urbes.

México enfrenta grandes problemas, entre los que destacan la disminución acelerada de la disponibilidad de agua en las zonas más pobladas y la creciente contaminación de los cuerpos de agua susceptibles de servir como fuentes de abastecimiento, por lo que es claro que nuestro país no ha podido sustraerse de las consecuencias de un desarrollo acelerado que ha propiciado el aumento en la extracción y el consumo del agua (Gárfias, Bibiano y Llanos, 2017).

Por su parte, el crecimiento demográfico de Estado de México, se traduce en un incremento de servicios de agua potable, los cuales no son distribuidos de manera accesible a todos los habitantes. De acuerdo con el Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, el 11.7% de la población mexiquense, no tiene acceso al agua potable, esta situación ya no es solo una característica de las zonas rurales, o de los habitantes indígenas, si no también van inmersas las zonas urbanas, que padecen de escasez de agua, debido a la disminución del vital líquido. (Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023).

Uno de los mayores retos del Estado de México, es garantizar la disponibilidad de agua, pues con datos de marzo de 2018, se obtuvo que la cantidad disponible de agua natural es de 350 metros cúbicos por habitante al año, lo que implica un menor nivel respecto al promedio nacional, lo que visualiza la problemática de la escasez en el Estado. Es la urbanización acelerada, uno de los problemas que impide la recarga de los acuíferos, sin embargo, también está la contaminación de las fuentes de agua, erosión y azolvamiento de

La construcción de la Región Hidropolitana, para este trabajo, se configura con dos cuencas, Lerma-Chapala y Cuenca del Balsas, las cuales cruzan por el territorio mexiquense, tomando en cuenta que son el factor clave para el desarrollo de la entidad y del país en su conjunto, por la disponibilidad del agua.

Se plantea a nivel Región Hidropolitana, ya que se requiere una visión integral del problema del recurso hídrico, esta se conforma de manera artificial, de las cuencas, municipios y comunidades localizadas dentro de los sistemas a analizar, en este estudio es la cuenca hidrológica Lerma-Chapala (Alto del Río Lerma) y la cuenca hidrológica Balsas (Cutzamala) en el Estado de México, las cuales han vivido un proceso de transformación a lo largo de los años, que les ha traído consigo sobreexplotación y por ende escasez de recurso hídrico, a las ciudades que son abastecidas. La cuenca hidrográfica, vista como unidad territorial que facilita la integración social y territorial por medio del agua.

La visión integral que se adquiere con el nivel hidropolitano, es que no solo se están considerando a los municipios de un área metropolitana, si no que va más allá de una delimitación político-administrativo, como se plantea en la mayoría de los estudios, considerando también a los municipios que, si bien no están del todo urbanizados, tienen inferencia en el tema del agua y sus repercusiones.

La sobreexplotación de los acuíferos del Estado de México, se considera alta, lo que hace al estado estar con un índice alto de estrés hídrico, de acuerdo con el Instituto de Recursos Mundiales, este se mide en una escala del 1 al 5, siendo cinco el que significa extremadamente alto estrés hídrico, y 1, un bajo estrés hídrico, el Estado de México, está calificado entre los 15 estados con mayor estrés hídrico, con una calificación de 4.76 (Romero y Romero, 2020).

Por su parte, hay que entender que una cuenca, se define como el espacio formado por el escurrimiento de un conjunto de ríos, que se encuentra determinado por elevaciones (no necesariamente de gran altitud) que funcionan como parteaguas de estos (IMTA,2010). Son

entonces dos cuencas las cuales se toman a consideración en el trabajo de investigación, que se definen a continuación.

La Cuenca Lerma-Chapala (RH12) abarca 30 municipios del Estado de México, comprende elevaciones importantes como la Sierra de las Cruces y el Nevado de Toluca, así como las Ciénegas de Lerma, que son los humedales más importantes del centro del país. Sus aguas subterráneas son estratégicas a nivel nacional, por ser fuente de agua potable para las zonas metropolitanas del Valle de Toluca-Lerma, Valle Ixtlahuaca-Atlacomulco y el sistema Lerma para la Zona Metropolitana del Valle de México. Su importancia regional radica en que el río Lerma nace en el Estado de México y brinda servicios ambientales hídricos a los estados de Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco, desembocando en el Lago de Chapala (Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023).

Por su parte a Cuenca del Balsas (RH18), en donde está inmerso el Sistema Cutzamala, tiene una extensión de 8 mil 741.53 kilómetros<sup>2</sup> que abarcan 33 municipios del estado, lo que representa 39.1 por ciento del total de la superficie estatal, esto de acuerdo con el Plan de Desarrollo del Estado de México. Cabe destacar que el Estado de México dispone de agua subterránea en nueve acuíferos, de ellos seis presentan problemas de sobreexplotación y la totalidad de la entidad está en situación de veda. En el mapa número 2 de los anexos, se puede observar las Regiones hidrológicas, cuencas y subcuentas, que incluyen dentro de la zona de estudio, en su totalidad se abarcan 63 municipios del Estado de México, que no necesariamente corresponden a la Zona Metropolitana, pues como ya se mencionó la Región Hidropolitana se conforma de la infraestructura del agua.

Es factible, preguntarse cuánta agua necesitará la Región Hidropolitana de Toluca, para lograr abastecerse de agua en los próximos años y si esta estará disponible. De acuerdo con la Gerencia Regional de Agua del Valle de México y Sistema Cutzamala (2003), en el estado de México se tiene un incremento de población cercano a los mil nuevos habitantes cada día. Lo que, multiplicado por 365 días, equivale a crear una ciudad media cada año. Esto tiene un impacto considerable en los volúmenes de agua (Perlo, 2005).

El sistema Cutzamala y Lerma, abastecen al Valle de México, y del mismo modo a municipios del Estado de México, sin embargo, esto ha provocado la sobreexplotación de los acuíferos, hay que considerar que existe una disparidad también en la repartición del recurso hídrico, la cual es una de las causas principales de los conflictos por el agua en el país y el estado, principalmente en las zonas urbanas. Por lo cual se repunta, que se debe de reconocer la magnitud de problemas ambientales, a una escala mayor y por ende deben de ser atendidos, ya no a nivel local, sino a una escala que rebase lo metropolitano (Perlo, 2005).

La realidad del agua, en el Estado de México no es diferente a lo que se vive a nivel mundial, y en el país, hay que mencionar que la sobreexplotación de los acuíferos, traen como consecuencia que la distribución del agua, no se de en una forma equitativa. El uso y la distribución del recurso, demandan una gestión sostenible, en donde en términos de recursos hídricos, el estado se encuentra ya rebasado por el incremento de las demandas (Jiménez y Torregrosa y Aboites 2010).

Es entonces que, a través de la resiliencia hídrica, se busca un nuevo enfoque a la gestión del recurso del agua, que sea favorable para los escenarios futuros, que se avecinan, trayendo consigo escasez de agua. Se debe actuar de manera adecuada, para garantizar el recurso a las generaciones futuras y así ayudar a cumplir los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

### **Justificación de la Investigación**

A nivel mundial, de acuerdo con el IPCC (2014), las investigaciones científicas han demostrado que los efectos del cambio climático, así como las bajas precipitaciones, han exacerbado los desafíos del agua, es así que diversas ciudades del mundo ya han experimentado problemas con los recursos hídricos. El WWAP (2020), subraya que la resiliencia del agua urbana trasciende las barreras tradicionales de la ciudad, incluida la posible dependencia de cuencas hidrográficas lejanas. En algunos casos, varias ciudades o un grupo de aglomeraciones urbanas extraerán del mismo acuífero, o podría haber intercambio transfronterizos. En tales casos, pueden entrar en juego cuestiones nacionales, regionales o internacionales de recursos hídricos.

Como se mencionó anteriormente, el mayor crecimiento poblacional se ha generado en la zona centro del país, siendo esta la que cuenta con menor disponibilidad de agua, y en la que se encuentra la zona de estudio, por lo cual, se ha planteado la importancia de incidir, en este tema y de lograr un análisis que permita, un estudio detallado, con el propósito de implantar una nueva forma de gestionar el recurso hídrico.

En la literatura científica revisada, en los antecedentes, queda claro que el tema de la resiliencia hídrica urbana se ha trabajado poco, sin embargo, hasta hace tres años, ha ido adquiriendo mayor realce en el mundo académico y científico, por lo anteriormente mencionado hay que recalcar que los trabajos a nivel Región Hidropolitana en México, son escasos y por ello se busca la contribución del conocimiento, con un trabajo que recoge estas dos vertientes, en el problema del agua, que sin duda es de suma importancia, para el adecuado desarrollo de las ciudades.

El conocimiento que se ha generado, en torno al tema de la resiliencia hídrica es insuficiente, como ya lo mencionaba Flores (2017), en su proyecto del Área Metropolitana de Guadalajara, es además necesario, que se estudie la escasez del agua a nivel cuenca hidrográfica, pues esto permite que se visualice el panorama de una nueva gestión del recurso y que permita la adecuada toma de decisiones a nivel gubernamental.

Es por ello que, con lo ya analizado, este trabajo, pretende ir más allá de una zona metropolitana y plantea la Región Hidropolitana de Toluca, teniendo en consideración, que solo se han realizado 2 trabajos en México, con esta escala, que va más allá de los límites político-administrativos, que se plantean en otros estudios y que son una limitante para llegar a contar con acuerdos que permitan una adecuada gestión del recurso hídrico.

El trabajo contribuye a un análisis de una nueva unidad de observación, que es la escala de Región Hidropolitana, lo cual es conveniente, para lograr que las políticas públicas, en

materia ambiental, permitan mejorar la capacidad de distribución del agua, teniendo estas un mayor alcance y no se queden a una escala local, lo cual limita su implantación. La pertinencia social del trabajo, es lograr que mayor número de población, tenga un acceso adecuado al agua, tal y como lo plantea el objetivo número 6 de los ODS y que así mismo las ciudades logren ser resilientes hídricamente ante los escenarios que se avecinan, persiguiendo el objetivo número 11, también de los ODS.

Los escenarios no favorables, para la zona de estudio, en materia hídrica, requieren de manera urgente, que se planteen nuevas formas de gestionar el agua, para lograr ciudades resilientes hídricamente, pues se requiere de una respuesta por parte de los habitantes, en caso de presentar desafíos que vulneren su acceso al agua y por ello es momento de que los profesionales, planteen los mecanismos a seguir para lograr construir ciudades resilientes y que ofrecen un mejor acceso y disponibilidad al recurso. Dejando claro que el tema del agua en las zonas urbanas, no está resuelto y por ello debe de estudiarse, con el objetivo de brindar información a los tomadores de decisiones, y así contribuir en términos académicos.

## **Objetivos**

### **General**

Analizar la distribución del agua, desde los factores sociales, urbanos, ambientales y actores políticos, de la región Hidropolitana de Toluca, para conocer la persistencia y adaptabilidad en materia de resiliencia hídrica ante la escasez hídrica.

### **Específicos**

- 1.Elaborar el marco teórico conceptual de la resiliencia hídrica urbana.
- 2.Relacionar las diversas metodologías en materia de resiliencia y agua, para diseñar la metodología a aplicar.
- 3.Analizar el Marco Normativo en los tres niveles en materia de agua.
- 4.Realizar el diagnóstico de la situación actual de la Región Hidropolitana de Toluca, en la distribución del agua y resiliencia hídrica urbana, logrando identificar los actores y factores que intervienen.
- 5.Analizar la resiliencia hídrica urbana desde los factores sociales, políticos, urbanos y ambientales en la región Hidropolitana de Toluca para afrontar la escasez del agua.
- 6.Diseñar las estrategias que coadyuven a implementar a la resiliencia hídrica urbana, como el elemento clave en la Región Hidropolitana de Toluca.

## Referencias

- 100RC, 2014. Strategy Playbook - Cómo desarrollar estrategias de resiliencia de alto impacto. 100 Ciudades Resilientes.
- Biswas, A. 2007. ¿Adónde Va El Mundo Del Agua? En Firmemos la paz con la tierra: coloquios del siglo XXI: ¿cuál será el futuro del planeta y de la especie humana?.
- CATHALAC Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe, Disponible en: <https://www.cathalac.int/>
- Comisión Nacional del Agua, (2014). SEMARNAT. Estadísticas del Agua en México. Edición 2013. México.
- Coss C, Julio Alejandro de. (2019). Arsenio Ernesto González Reynoso. La región hidropolitana de la Ciudad de México. Conflicto gubernamental y social por los trasvases Lerma y Cutzamala (México: Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, 2016), 188 pp.. Revista mexicana de sociología, 81(1), 225-228. Recuperado en 26 de abril de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-25032019000100225&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032019000100225&lng=es&tlng=es).
- Delgado, J. (2012). Perló Cohen, M. y A. E. González Reynoso (2005), ¿Guerra por el agua en el valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México, Coordinación de Humanidades, puec, unam y Fundación Friedrich Ebert. Investigaciones Geográficas, 0(62), 158. doi:<http://dx.doi.org/10.14350/rig.29986>
- FAO, (2015). Climate Change and Food Systems: Global Assessments and Implications for Food Security and Trade. Roma,
- Flores, R (2017). "El área metropolitana de Guadalajara y su resiliencia hídrica". En Agua: Sustentabilidad para la vida, coordinado por Raúl Alberto Acosta Pérez, Sofía Hernández Morales, Francisco Álvarez Partida, Eduardo de Anda del Muro, Tomás Ávalos Sánchez, 18 – 31. Guadalajara: Consejo Académico del Agua/Comisión Estatal del Agua de Jalisco. ISBN 978-607-8408-34-4.
- Folke. C (2006). Resiliencia: La aparición de una perspectiva para los análisis de sistemas sociales y ecológicos. Glob. Environ. Chang., 16, págs. 253-267, 10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002
- Gárfias Soliz, Jaime, y Bibiano Cruz, Luvina, y Llanos Acebo, Hilario (2008). Uso racional y sostenible de los recursos hídricos del acuífero del valle de Toluca. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 15(1),61-72. Recuperado en 22 de abril de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=104/10415107>

Habitat III (2017). The New Urban Agenda.

Henríquez, C. (2009). El proceso de urbanización en la cuenca del río Chillán y su capacidad adaptativa ante precipitaciones extremas. *Revista Estudios Geográficos LXX*, 266: 155-179. Recuperado en 20 de abril de 2020, de <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/114>

Hernández H, M. (2019). «Desigualdad hídrica en la región hidropolitana de Oaxaca de Juárez, México», *L'Ordinaire des Amériques* [En línea], Recuperado en 15 de abril de 2020, de <http://journals.openedition.org/orda/5246>

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático, por sus siglas en inglés). 2012. *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Informe Especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático.* Nueva York, Cambridge University Press.

López, M. (2017). El estado del agua en México: retos, oportunidades y perspectivas, en *El agua en México. Actores, sectores y paradigmas para una transformación social-ecológica.* México, Fundación Friedrich Ebert.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) (2013), *Water Security for Better Lives*, OECD Studies on Water, OECD Publishing.

ONU. (2012) *Cómo desarrollar ciudades más resilientes. Un Manual para líderes de los gobiernos locales.*

ONU-México. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible.* ONU-México. Recuperado de: [www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/](http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/).

ONU (2018). *Sustainable Development Goal 6: Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation.* Nueva York, Naciones Unidas. [www.unwater.org/app/uploads/2018/07/SDG6\\_SR2018\\_web\\_v5.pdf](http://www.unwater.org/app/uploads/2018/07/SDG6_SR2018_web_v5.pdf)

Perló CM y González RA. (2005). *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México.* Universidad Nacional Autónoma de México-Coordinación de Humanidades/Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad/Friedrich Ebert Stiftung.

Peña, H. (2016). *Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe.*

Plan Municipal de Resiliencia Hídrica de los Santos, (2019). CATHALAC, IDRC Y MiAMBIENTE.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2006. Informe sobre Desarrollo Humano 2006. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. Nueva York, Palgrave Macmillan.  
[hdr.undp.org/sites/default/files/reports/267/hdr06-complete.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/267/hdr06-complete.pdf)

Resilience Alliance, Disponible en: <http://www.resalliance.org>

Sabogal, D., Carlos, G., Del Castillo, M., Willems, B. (2018). Hacia la resiliencia hídrica en paisajes urbano-amazónicos: estrategias para Tarapoto y la microcuenca del río Cumbaza (Perú). Informe para políticas. Iniciativa CRC

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2016). Guía de Resiliencia Urbana. Recuperado de <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/guia-de-resiliencia-urbana-2016>.

Tagle, D., Axamar, A., y Caldera, A. (2018). Cosecha de agua de lluvia como alternativa para la resiliencia hídrica en León, Guanajuato: una reflexión desde la nueva cultura del agua. *Expresión Económica. Revista de análisis*, (40), 5-24.

Urquiza, A., & Cadenas, H. (2015). Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *L'Ordinaire des Amériques*, 218, 1–22. <https://doi.org/10.4000/orda.1774>.

UNISDR (2017). Herramienta de auto-evaluación para la resiliencia frente a desastres a nivel local. Nivel Detallado.

WWAP (Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos). 2020. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: agua y cambio climático. París, UNESCO

Zamora, D y Azamar A, Aleida y Caldera O, Alex. (2018). Cosecha de agua de lluvia como alternativa para la resiliencia hídrica en León, Guanajuato: una reflexión desde la nueva cultura del agua. *Expresión Económica*.