



Universidad de Guanajuato, Campus León
División de Ciencias Sociales y Humanidades

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN
PARA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA COMO ACCIÓN
EMERGENTE PARA EL ABASTO EN VIVIENDAS VULNERABLES
DE LEÓN, GUANAJUATO**

TESIS QUE PRESENTA

Lic. EDGAR VELAZQUEZ SORIANO

**PARA OBTENER EL GRADO EN
MAESTRÍA EN ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO**

ASESORES
Dr. Daniel Tagle Zamora
Dra. Erika Carcaño Valencia

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	4
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO	11
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	11
LA ORGANIZACIÓN DE LA TESIS.....	11
Capítulo 1	13
EL RETO FÍSICO Y SOCIAL PARA EL ACCESO AL AGUA POTABLE.....	13
1.1. EL PANORAMA INTERNACIONAL DE LA ESCASEZ DEL AGUA	14
1.2. EL ESCENARIO HÍDRICO EN GUANAJUATO, MÉXICO.....	15
1.3. EL ESCENARIO DEL AGUA EN LEÓN, GUANAJUATO.....	19
1.3.1. El problema del abasto público del agua en León	22
Capítulo 2	26
EL RETO DEL DERECHO HUMANO AL AGUA ANTE EL COMPLEJO PANORAMA DEL ESTRÉS SOCIO- HÍDRICO DEL AGUA.....	26
2.1. EL AGUA: UN DERECHO FUNDAMENTAL.....	27
2.2. EL AGUA COMO BIEN PÚBLICO.....	33
Capítulo 3	36
DESARROLLO, AMBIENTE Y ECOTECNIAS	36
3.1. UNA RECAPITULACIÓN SOBRE LAS TEORÍAS DEL DESARROLLO	37
3.2. AMBIENTE Y DESARROLLO.....	41
3.3. LAS ECOTECNOLOGÍAS Y SU PAPEL PARA UNA NUEVA LÓGICA EN EL DESARROLLO.....	46
Capítulo 4	58
LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA COMO ALTERNATIVA EMERGENTE EN EL ABASTO DEL AGUA: EL CASO DE LEÓN, GUANAJUATO.....	58
4.1. LA CAPTACIÓN DE AGUA DESDE LAS PRÁCTICAS ANCESTRALES HASTA LOS MODELOS ECOTECNOLÓGICOS.....	60
4.2. UNA NUEVA PROPUESTA EPISTEMOLÓGICA AL CONFLICTO POR EL AGUA A TRAVÉS DE LA DISCIPLINARIEDAD	66
4.3. LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA COMO UN MODELO INTEGRAL PARA EL SUMINISTRO DE AGUA EN LAS CIUDADES: LAS EXPERIENCIAS.....	72
4.4. REPENSAR LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DESDE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA	78

Capítulo 5	81
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS PRIORITARIAS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN LEÓN, GUANAJUATO	81
5.1. EL CONTEXTO GUANAJUATENSE Y LA PERTINENCIA DE ECOTECNIAS.....	82
5.2. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO DE LEÓN	88
5.3. MAPEO DE ZONAS DE PERTINENCIA PARA APLICAR CAPTACIÓN EN LEÓN.....	96
CONCLUSIONES GENERALES.....	105
REFERENCIAS	1

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a DIOS TODOPODEROSO por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi maestría, por haberme dado la sabiduría y fortaleza en los momentos de desaliento y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencia y sobre todo felicidad.

Agradezco a mi madre Guadalupe Soriano, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre tú amor, cariño y apoyo. A mi padre, Rodolfo Velázquez a pesar de tu ausencia física, siento que estas en todo momento conmigo, y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. A mis hermanos por su cariño y comprensión.

Mis gratitudes a la Dra. Erika Carcaño Valencia y al Dr. Daniel Tagle Zamora por su apoyo total en la elaboración de este trabajo. Gracias por sus enseñanzas, ideas y conocimientos compartidos.

A todas aquellas personas que de una u otra manera han dejado en mí, una huella y experiencia imborrable e inolvidable. Los honro por darme una luz de pensamiento y mostrarme el sendero para ser de mí, un mejor ser humano en los caminos de la vida.

Edgar Iván Velázquez Soriano

Julio del 2023

INTRODUCCIÓN

Los problemas relacionados con la gestión del agua y de los servicios públicos de agua y saneamiento han cobrado fuerte importancia en las últimas décadas para el caso de América Latina, esto debido a la creciente actividad económica sustentada en el proceso de desarrollo industrial en la urbanización acelerada con un crecimiento poblacional constante (Biswas, 2003 citado por Tiburcio 2016). El crecimiento económico y la urbanización son inseparables, el mundo está inmerso en procesos cada vez más urbanizados. Las tendencias de urbanización en América Latina muestran varios retos al nexo entre agua y las ciudades, siendo la mala planificación una de las múltiples complejidades que tienen que ver con los retos dentro del proceso de la gestión del agua (Jouravlev y Silvia Gil, 2021). Es decir, las áreas urbanas de los países en desarrollo no han logrado establecer una planificación bien ordenada que garantice derechos humanos con respeto ambiental. La constante expansión urbana de forma descontrolada ha incrementado considerablemente la presión sobre los recursos naturales, especialmente en el manejo del agua, el suelo y la energía (Aguilar, Mahknecht, Kaledin, Kjellén y Mejia, 2015).

Las ciudades consumen enormes cantidades de energía, agua y materiales de las zonas externas a ellas generando la llamada huella hídrica (Bnamericas, 2014), misma que viene creciendo rápidamente. No se debe de olvidar que es en las ciudades del mundo en desarrollo donde más está creciendo la pobreza y donde se hace más evidente la falta de cohesión social, la exclusión y la violencia (CEPAL, 2020). En muchas ciudades el crecimiento todavía se da a costa de invadir zonas boscosas, o de alta biodiversidad, contaminando masivamente el suelo y los cuerpos de agua (Luiselli, 2018).

Latinoamérica es una de las regiones donde las preocupaciones en torno a una gestión sostenible del recurso hídrico se acentúan debido a que presentan una de las tasas de urbanización y crecimiento demográfico más altas del mundo, lo que ejerce una enorme presión sobre los ecosistemas acuáticos, con grandes segmentos de la población en áreas donde el agua escasea y, cuando existe, los

cuerpos de agua se encuentran fuertemente contaminados, o en riesgo por inundaciones (PNUMA, 2003 citado por Tiburcio, 2016: 8).

Asimismo, sumada a la escasez del recurso se agrega su contaminación, esto en gran medida a la ausencia de mecanismos de regulación que garanticen la normatividad ambiental que se aplique en cada país de América Latina (Jouravlev y Silvia Gil, 2021).

El deterioro de la calidad del agua altera sensiblemente la biodiversidad, lo cual pone en peligro la sostenibilidad ambiental, reduce la cantidad de agua aprovechable, limita sus usos e incrementa los costos de tratamiento y potabilización del líquido (Saltiel, 2008). Por otro lado, el vertiginoso proceso de urbanización no ha estado acompañado de la necesaria expansión de los servicios y la infraestructura esenciales para un medio ambiente urbano sano. La provisión de agua y saneamiento tienden a tener una calidad mucho más baja en las áreas marginadas, periurbanas y rurales (Guevara y Lara, 2015). La calidad del ambiente urbano tiene profundas implicaciones para el desarrollo. La degradación ambiental y su impacto negativo para la salud de las poblaciones urbanas es una realidad palpable de este modelo de urbanización rápida que pone en serio riesgo a las poblaciones de estas zonas específicas (Aguilar et al, 2015).

(Aguilar *et al.*, 2015). Aunado al modelo de rápida urbanización se añade el problema de los modelos de gestión del agua adoptados por las zonas urbanas que predomina en Latinoamérica, donde el pensamiento técnico-ingenieril, en el que el concepto de la gestión del agua se centró en la provisión efectiva de fuentes de agua potable y segura para una creciente población urbana representa el monopolio ideológico que determina el rumbo de la gestión del líquido en las diversas ciudades (Arrojo, 2006; Aragón y Arrojo, 2018), la cual, se basa en una planificación, construcción y gestión centralizada de los sistemas de abastecimiento de agua de la ciudad incluyendo la extracción de grandes cantidades de agua, a través de la construcción de presas y sistemas de tubería para suministrar grandes cantidades de agua en la cual usualmente no se consideran los procesos de gestión de la demanda que garanticen la compatibilidad con las fuentes de abastecimiento (Aguilera y Naredo, 2009, 2009; Arrojo, 2006; Tiburcio, 2016).

Inicialmente el desarrollo normativo se sustenta en la percepción del agua potable como recurso ilimitado, el cual se ha instaurado como un derecho público y entregado por los gobiernos a un costo muy bajo para asegurar que los pobres y otros grupos desfavorecidos pudieran tener acceso equitativo. En este escenario demostró ser aceptable en ciudades con poblaciones pequeñas, pero a medida que las urbes se han expandido, las deficiencias de este modelo han evidenciado su inviabilidad a largo plazo por ser altamente costoso tanto en términos económicos, ambientales como sociales (Tiburcio, 2016:12).

Asimismo, se dice que las tarifas tienen que tender a cubrir al menos los costos de operación y mantenimiento y si es posible, una parte de las inversiones y mantenimiento, esto sin considerar los aspectos de cubrir los costos ambientales asociados al deterioro que sufren las fuentes de abastecimiento (Aguilera, 2008).

Se entiende que tarifas por debajo de los costos, genera efectos perversos, precisamente en contra de los grupos sociales menos favorecidos. Esto debido a que la falta de recursos limita a los operadores a extender su cobertura y mejorar su calidad, obligando a quienes no tienen acceso regular a los servicios a pagar precios varias veces por encima de los que pagaría si tuviera conectados (Contreras, 2008). Las tarifas por consumo de agua no son las adecuadas. En promedio, el usuario paga apenas una décima parte de lo que en realidad cuesta el servicio. Además, las tarifas son injustas, pues los más pobres son los que más pagan por el acceso al líquido al buscar alternativas de abasto como pipas ante el reto de la ausencia de infraestructura que les ofrezca el servicio de manera asequible. En este sentido, el agua se ha convertido en un bien privado, en negocio (Barkin, 2006) del cual se generan rentas provenientes de los grupos vulnerados. Además de que predomina una percepción de que el agua de la llave no es de la mejor calidad, la gente compra agua embotellada para beber y preparar alimentos. El deterioro de la calidad del agua se ha visto como un próspero negocio para vender agua en todo el país (Juárez, Quintanar, Rosales y Llamas, 2018).

Al presentar inconsistencias el modelo de distribución del agua en las grandes urbes, la mayoría de los gobiernos latinoamericanos, han aprovechado para difundir la idea de que

el control gubernamental del agua debería pasar a los mercados, haciendo fuerte énfasis en la privatización de la prestación de los servicios de agua, siendo promovido con base a que existe ineficiencia de las organizaciones gubernamentales en el manejo y distribución del vital líquido (Tiburcio, 2016). Sin embargo, la verdadera razón es que para los gobiernos y empresarios el agua atrajo la atención a partir de que se hizo materia de grandes negocios a raíz del aumento en la escala de la irrigación y la generación de energía hidroeléctrica (Barkin, 2006; Collado, 2008).

Con lo anterior, la infraestructura hidráulica, y los sistemas de agua son *monopolios naturales*, que también, por definición, requieren ser regulados por entidades del Estado, aunque puedan ser gestionados tanto por órganos gubernamentales, como por empresas privadas (Caldera, 2010). Puede decirse que el agua fluye dentro de un cauce institucional entre lo público y lo privado, en donde debe someterse tanto a la regulación del Estado como a incentivos propios del mercado, como los precios. En contraste, el agua, dentro de los sistemas o infraestructuras de distribución es un bien privado, exclusivo, rival y cuyo consumo se hace individualmente, aunque con un fuerte significado social y humano, donde se promueve la idea de que tiene la finalidad de asegurar eficiencia económica, y de satisfacer necesidades humanas y demandas sociales de manera sostenible a largo plazo, además de mantener suficiencia en el suministro a ecosistemas acuáticos (Pineda, Salazar, Moreno y Navarro, 2017). Sin embargo, para los grupos sociales vulnerables, así como las zonas marginadas, el contraste es otro.

Los pobres urbanos de la periferia que carecen de redes de agua y drenaje se ven expuestos a las fuerzas del mercado y por no tener una dotación segura se ven obligados a pagar altos costos por acceder al vital líquido; y llegan a pagar precios más altos por un litro de agua que aquellas familias de barrios consolidados centrales (Allen, Dávila y Hofmann, 2006: 334; Ávila, 2006: 136-138; Aguilar y López, 2009: 98 citado por López y Aguilar, 2020: 307.).

La pobreza se ha venido incrementando en los centros urbanos, refiriéndose a este proceso como, la urbanización de la pobreza (Lozano, 1997). Mencionado así, que los grupos pobres se localizan en su mayoría en las periferias urbanas. Los pobres urbanos no satisfacen sus

necesidades de agua por medio formales, sino que tienen que recurrir a medios informales para conseguir este preciado líquido, estos medios generalmente son pipas de agua, pozos, acarreo de agua a ríos o colonias vecinas, y en tomas clandestinas (Gómez y Palerm, 2017). Esta situación sucede porque los asentamientos donde vive esta población generalmente surgieron de forma ilegal y no cuentan con redes de agua y drenaje; o se trata de zonas deterioradas y viejas en la ciudad que no cuentan con dotaciones de agua de forma continua y suficiente (López y Aguilar, 2020).

La problemática del agua en México

México no es ajeno a estas transformaciones, y vive todavía en la dinámica de una rápida urbanización que se ve acompañada con fuertes presiones para garantizar los diversos servicios públicos que requieren sus poblaciones (Barkin, 2006). En el caso mexicano, el proceso de urbanización es relativamente intenso y desordenado, donde persisten las carencias y problemas que conlleva la urbanización de la pobreza, los problemas ambientales, de transporte, vivienda, movilidad y conectividad (Sobrino y Ugalde, 2019). El desarrollo de las ciudades mexicanas ha sido desigual, y las inequidades sociales y territoriales se han ido profundizando y con ella la exclusión social que genera mayor polarización entre la población (Luiselli, 2018).

La fragmentación urbana que presenta México es similar a la realidad latinoamericana, donde se aprecia la proliferación y crecimiento de ciudades medianas y pequeñas. Donde la expansión periférica es constante y se caracteriza por asentamientos precarios, donde su principal resguardo es la vivienda autoconstruida con materiales naturales y ligeros, carencia de los servicios más básicos e irregularidad en la tenencia de la tierra (Aguilar y Viera, 2008 citado por Hernández y Vieyra, 2010). Las ciudades son aglomeraciones de actividades económicas y de población, pero también una concentración de bienes de consumo colectivo, entre los que destaca las infraestructuras (agua y drenaje) y los equipamientos o bienes públicos a los cuales los ciudadanos por derecho pueden acceder independientemente de su ingreso económico.

La situación del agua en México es uno de los problemas más urgentes a los que hace frente la sociedad. Dicho recurso ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo regional y nacional, ya que durante décadas el uso expansivo del agua en irrigación, ciudades e industrias se ha basado en el desarrollo de una infraestructura hidráulica. Sin embargo, el crecimiento de la población y la urbanización han incrementado el número en las demandas de agua, por lo que han surgido conflictos entre usuarios urbanos y rurales, entre ciudades vecinas y, de manera más frecuente, entre estados y las regiones vecinas (Juárez *et al.*, 2018).

La problemática del agua en zonas urbanas en México radica en la inequitativa distribución que subsiste en la presentación de los servicios públicos, en la ausencia de una planificación previsor, en la sobreexplotación y contaminación de los acuíferos sin dejar que se recarguen para permitir su continuidad, en la extrema dependencia de agua en zonas alejadas, la obsoleta canalización y tecnología utilizada, por lo que el problema del agua no es un problema solo técnico, sino de equidad, de acceso al agua de calidad aceptable, a la toma de decisiones de los sectores más vulnerables, e implica justicia distributiva del recurso y de las decisiones (Barkin, 2006; Domínguez, 2006).

La gestión del agua para uso urbano en México es referirse a una descentralización que no trajo los frutos esperados; esto significa que la mayoría de los organismos operadores del agua no han tenido un buen desempeño, entendiéndose como desempeño la noción tradicional que se refiere a la medida en que una organización cumple con aquellos objetivos para la que fue creada. Es decir, los organismos operadores de agua en México no han cumplido los objetivos para los cuales fueron creados, que principalmente son suministrar agua a la población a los menores costos y reducir los desperdicios, siendo financieramente autosuficiente (Briseño y Sánchez, 2015). En México, los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento municipal cuentan con el sustento legal para definir el esquema de gestión con el que asumirían la provisión. Desde la década de 1980, estos modelos se han concentrado en públicos, privados y mixtos, pero siempre bajo la

ideología del bien público sobre el privado, aunque en la práctica este principio siempre se rompe (Tagle y Caldera, 2021).

Es en la ciudad donde aún existe una amplia oferta pública para el conjunto de la ciudadanía, principalmente para que los sectores de menores recursos accedan gratuitamente a los mismos, o realizado bajo una aportación simbólica monetaria (Ávila y Gasca, 2020). Igualmente, los fenómenos meteorológicos como los efectos del cambio en el ciclo hidrológico provocados por el crecimiento de las zonas urbanas, y por el deterioro de los ecosistemas en las diferentes regiones del país. Asimismo, la desigualdad social respecto al acceso y disponibilidad del agua, aunada a la pérdida de la calidad del vital líquido para el consumo humano y doméstico pudiera ser el origen de una crisis hídrica (Monforte y Cantú, 2015).

Para Melvilla y Cerelli (2000) el agua juega dos roles antagónicos con relación a la disponibilidad, esto debido a que puede presentarse en exceso causando deslaves o inundaciones en periodo de lluvias, o por el contrario su ausencia extrema ocasionando sequías, en ambos casos los efectos destructivos hacia la sociedad son igualmente graves (Monforte y Cantú, 2015). Por otro lado, la calidad del agua es el resultado de la actividad humana, los diferentes procesos industriales, urbanos o agrícolas vierten diversos tipos de sustancias en concentraciones tales que la naturaleza no es capaz de procesarlos e incorporarlos en el medio ambiente, este problema ocasiona que el agua, aunque esté disponible, no pueda ser utilizada y no sólo esto, sino que también sus condiciones de deterioro afecte al ecosistema por la fuerte pérdida de calidad (Cirelli, 2004; Monforte y Cantú, 2015):

Asimismo, “en México los rangos de consumo y los precios se centran en favorecer a un segmento: las empresas, al contar con los medios de producción para utilizar el recurso con mayor intensidad en actividades productivas rentables para el Estado-industria manufacturera, química, automotriz, etc.-, aquellas que requieren grandes cantidades de este recurso, y se concentran principalmente en los clústeres del centro norte” (Azamar, 2018: 35).

El problema del agua en León, Guanajuato

El desarrollo económico en la región Bajío guanajuatense ha promovido un proceso dinámico de urbanización acelerado en la región (Rodríguez y Caldera, 2013). El caso de la ciudad de León por su dinamismo en el crecimiento urbano y económico a partir de la década de 1990 fue notorio con la apuesta de la atracción de capital, no sólo a la mayor ciudad del bajío sino a lo largo de todo el corredor industrial entre León y Celaya. Este crecimiento ha implicado, entre otras cosas, el aumento multidimensional de la demanda de agua en una región que padece estrés hídrico (Álvarez, 2016; Rodríguez y Caldera, 2013; Rodríguez, Caldera y Tagle, 2016; García, 2019; Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León [SAPAL], 2012; Tagle, 2016 citado por Hernández y Tagle, 2020.) La ciudad de León se ha caracterizado por un incremento poblacional más acelerado dentro del estado, lo cual ha originado una serie de problemas, entre los que destaca el crecimiento de la mancha urbana y la aparición de asentamientos irregulares (INEGI, 2020). Por un lado, esto afecta a la frontera agrícola y, por el otro, genera una mayor presión en la demanda de agua para usos urbanos y en especial los usos doméstico, industrial y comercial (SAPAL, 2009).

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL) no sólo presionó por la descentralización del servicio, también empujó por conseguir la autonomía real con respecto de los intereses políticos coyunturales tanto del gobierno municipal como del estatal, y contrarrestar con un fortalecimiento en este asunto de los empresarios locales en una posición privilegiada para la toma de decisiones en el uso y manejo del agua, orientado por un esquema de fuerte comercialización del líquido que favoreciera con ello procesos de subsidios cruzados desde los usuarios domésticos a los usos industriales y comerciales a partir del desarrollo de infraestructura a favor del sector privado (Tagle y Caldera, 2021).

En el servicio de agua potable, quienes tienen realmente el control son los empresarios locales a través del Consejo Directivo del SAPAL (Caldera, 2014 citado por Tagle y Caldera, 2020). La gestión del agua en León se encuentra vinculado con la eficiencia empresarial y participación de aquellos que se consideran los principales involucrados, donde se está ligado a un manejo autónomo del sistema, encabezado por empresarios, quienes además asumen la representación legítima de la sociedad, junto con la de los sindicatos alineados y los partidos en el poder (Tagle y Caldera, 2021).

Dicho organismo ha conseguido múltiples reconocimientos [a modo de certificaciones] gracias a su elevada capacidad financiera, su organización y planeación. Desde el año de 1980, sus diseñadores institucionales, a cúpula empresarial local, la definieron como una empresa pública manejada como empresa privada alejada de los intereses políticos. El uso en el lenguaje de categoría como cliente en vez de usuario se ha naturalizado en la sociedad leonesa, dando paso a que la prestación del servicio se determine por las obligaciones a pagar y no por la capacidad de pago del ciudadano. Con ideas y una visión empresarial de largo plazo para una empresa pública, el resultado actual de SAPAL es una amplia capacidad financiera, con más de 2 600 millones de pesos acumulados en cuentas bancarias, y la Calificación Crediticia *Ficht Rating AAA* otorgada por los mercados, financieros, reconociéndolo como uno de los mejores organismo operadores de agua en el país (Tagle y Caldera, 2021: 26).

Siguiendo esta línea desarrollada, la parte política de los actores involucrados en la gestión del agua señalan que León presenta fuertes problemas con sus fuentes de abastecimiento de agua, por lo que el reto en la ciudad es garantizar el abasto ante la creciente escasez y abatimiento de la principal fuente de abastecimiento en el acuífero del valle de León (Tagle, Azamar y Caldera, 2018). Bajo un discurso de crisis hídrica en la región el organismo SAPAL logró mantenerse por más de una década como posible beneficiario del proyecto presa El Zapotillo, el cual tenía como objetivo inicial abastecer de agua a León, la zona Metropolitana de Guadalajara y a los Altos de Jalisco (Comunicación Social Gobierno de Guanajuato, 2019). No obstante, la constante punja por parte de las comunidades afectadas donde se instala la cortina de la presa obligó a una reconsideración por parte del federal en 2019 a mantener un diálogo que se concretó en agosto de 2021 con la cancelación de León como beneficiario de la presa y generando la reacción política en el municipio de León ante la exclusión del proyecto que pretendía abastecer de agua a la ciudad por 25 años (Cervantes, 2021).

Sin el proyecto Presa El Zapotillo para León se ha expuesto por parte de las autoridades que la ciudad está en elevado riesgo de desabasto dado que no existe un

“plan b” que pueda garantizar el abasto de agua a la mancha urbana a la vez que permite el descanso de los pozos que se encuentran abatidos en el acuífero de León (Ramos, 2021).

Ante este contexto desarrollado, resulta pertinente explorar alternativas emergentes al servicio público municipal tradicional para abastecer de agua potable a aquellos segmentos poblacionales que actualmente enfrentan retos de acceso al agua potable, y que dicha ausencia afecta directamente su calidad de vida. Recientemente, y bajo un gran impulso, se ha abierto cabida la captación de agua de lluvia como vía adicional dentro de los mecanismos tradicionales de acceso al agua potable. El empuje desde las asociaciones civiles y desde la parte pública ha sido fundamental para generar beneficiarios sociales que han visto modificado el bienestar social a raíz del acceso al agua potable a través de los sistemas de captación. Esta forma alterna recorre de manera transversal las zonas rurales, urbanas y periurbanas logrando atender una necesidad básica dentro de la vivienda ante la incapacidad de los municipios (institucional, financiera, de infraestructura, etc.) para garantizar este servicio público (Gleason, 2020; Ortiz, Malagon y Masera, 2015; Tagle y Azamar, 2020).

En este sentido, la presente investigación se plantea bajo este último punto, establecer la viabilidad de la captación de agua de lluvia como forma emergente que se sume como fuente de abastecimiento para garantizar el acceso al agua potable en el tercer municipio más poblado de México como es León, Guanajuato. La decisión del ejecutivo federal de agosto de 2021 al excluir a León del abasto de El Zapotillo (120 millones de metros cúbicos anuales por 25 años) convoca a la necesidad de plantear alternativas participativas que logren mitigar el problema hídrico que presenta de León, y con ello poder analizar el desarrollo de un modelo de pertinencia basado en la consideración de la captación del agua de lluvia como un mecanismo adicional en las herramientas de la gestión del agua para el escenario de estrés hídrico que padecen las fuentes de abastecimiento de la ciudad.

OBJETIVO

Identificar zonas dentro de la mancha urbana de León susceptibles de pertinencia para realizar captación de agua de lluvia, misma que genere la oportunidad de ser una fuente de abasto que se incorpore de manera adicional a las prácticas que actualmente tiene la gente que sufre de la ausencia del servicio convencional de abasto mediante el servicio municipal de agua potable generando un proceso de justicia social que se tiene como asignatura pendiente con dicha población.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Resulta pertinente la captación de agua de lluvia como estrategia alterna para el abastecimiento de agua potable en el municipio de León, Guanajuato?

¿Dónde se ubicarían las zonas más pertinentes para la instalación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en las viviendas?

¿Cuáles son los criterios que se deben de tomar en cuenta para localizar zonas de intervención para la captación de agua de lluvia?

¿La captación de agua de lluvia es una alternativa de abastecimiento que pudiera aprovechar la infraestructura ya existente de las viviendas y conducirla para su almacenamiento y ser utilizada para uso doméstico?

LA ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

Una vez señalado el objetivo la organización de la presente investigación se estructura en cinco capítulos. En el primer capítulo el objetivo se centró en mostrar un breve panorama sobre la presión que existe en los recursos hídricos pasando de lo internacional a lo local y los retos que esto implica para el abastecimiento de agua para las funciones esenciales como el consumo doméstico. El capítulo esencialmente plantea los retos y competencia que se tiene por el agua entre los diferentes usos que se dan en cada región en específico.

En el capítulo dos se aborda la discusión relacionada con el Derecho Humano al Agua. Definiendo los retos que implica el cumplimiento de este derecho desde las diferentes organizaciones encargadas de la gestión del agua. En esencia se remarca un fuerte rezago que sigue implicando la inmediata atención de los organismos operadores de agua como los actores esenciales desde los municipios para atender dicho derecho a través de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento.

El capítulo tres tiene por objetivo plantear la conexión entre el enfoque del desarrollo, y sus distintas perspectivas, y anclarlos con la fuerte relación que tienen las ecotecnias para generar nuevas relaciones sociales a partir de artefactos tecnológicos que resuelven necesidades y respetan la parte ambiental en una forma alternativa de desarrollo basado en generar libertades a partir de cubrir necesidades como se planteó en la propuesta de Amartya Sen en los años noventa del milenio pasado.

El capítulo cuatro se centra en las ecotecnias y en especial en los sistemas de captación de agua de lluvia, muestra diversas experiencias que se han realizado a nivel global y aterriza en el estado de Guanajuato. Se plantean los SCALL como una alternativa para dar abasto de agua a la población con beneficios ocultos que requieren ser visibilizados dada su pertinencia.

Finalmente, en el capítulo 5 se desarrolla una propuesta de implementación de sistemas de captación de agua de lluvia en León considerando como criterio el indicador “total de viviendas habitadas particulares que no disponen de agua entubada y no se abastecen del servicio público del agua” mismo que es ofrecido por INEGI (2015) y con el cual se pueden identificar por AGEBS aquellos polígonos que pueden ser susceptibles de intervención con dicha ecotecnia.

Capítulo 1

EL RETO FÍSICO Y SOCIAL PARA EL ACCESO AL AGUA POTABLE

INTRODUCCIÓN

El mundo está cambiando a gran velocidad y la población mundial es cada vez más numerosa. Crece el desarrollo tecnológico, industrial y de servicios, y con ello se incrementa también la presión sobre los recursos naturales. Las actividades económicas por todo el mundo han generado un alto impacto ambiental, manteniendo la ideología del crecimiento económico como motor del desarrollo, a través de un sistema capitalista (Martínez-Alier, 2004).

El modelo económico adoptado basado en la ideología del libre mercado está generando un serio deterioro ambiental y es portador de injusticias, de malestar y desigualdades (Aguilera, 2016). El crecimiento desde la perspectiva crítica es el problema no la solución (Barkin, Fuente y Tagle, 2012); ha generado desequilibrios de todo tipo afectando a las presentes y futuras generaciones. La presión sobre el medio ambiente no dejará de provocar nuevas desigualdades cuyas primeras víctimas serán los más desposeídos (Lautouche y Harpiger, 2011).

Por otro lado, el crecimiento económico ha provocado que la brecha de la desigual se amplie y sobrepase la huella ecológica. Además, hay que considerar que prácticamente todos los factores de producción son *dependientes del agua*, por lo que las empresas e industrias se han visto en la tarea de localizar cuencas hídricas para su explotación compitiendo con la demanda que se tiene del líquido para el consumo humano.

La injusticia social y ambiental ha aumentado entre países y también al interior de estos; la insatisfacción de necesidades básicas continúa siendo una cotidianidad. Para el 2014 alrededor del 22% de la población del mundo carecía de fuentes adecuadas de agua potable (Ortiz, Mansera y Fuentes, 2014).

Bajo este contexto desarrollado el presente capítulo tiene por objetivo mostrar un breve panorama sobre la presión que existe en los recursos hídricos pasando de lo internacional a lo local y los retos que esto implica para el abastecimiento de agua para las

funciones esenciales como el consumo doméstico. El capítulo se estructura en tres apartados que muestran el complejo escenario y la necesidad de establecer una forma adicional para el abastecimiento del agua en las ciudades y para poder garantizar mediante fuentes de abasto la dinámica que nos impone el crecimiento poblacional y económico.

1.1. EL PANORAMA INTERNACIONAL DE LA ESCASEZ DEL AGUA

La población mundial se ha visto limitada en el uso del vital líquido por la extracción acelerada para abastecer al sector agropecuario, el energético y el industrial para efecto de satisfacer las necesidades asociadas a la alimentación, producción de bienes y servicios, energéticos, refugio entre otras.

El agua es un recurso limitado de utilización amplia y esencial para la vida, cuyá pérdida de calidad puede ocurrir fácil y rápidamente, razón por la cual debe ser preservada en cualquier circunstancia de suministro que se presente (FAO, 2013: 22).

La presión sobre el agua dulce en el mundo ha crecido con el objetivo de abastecer a la agricultura, la generación de energía eléctrica y el consumo de una población cada vez más numerosa (Conagua, 2019). A nivel mundial, el aumento en la extracción de agua fue de poco más de 50% en tan solo treinta años, al pasar de 2 574 a 3 940 kilómetros cúbicos (Agua.Org.mx, s/f.).

Se tiene una preocupación profunda sobre el abastecimiento y acceso al agua para la población mundial. Donde, aproximadamente *884 millones de personas siguen careciendo de acceso a agua potable y más de 2.600 millones de personas no tienen acceso a saneamiento básico* (Asamblea General ONU, 2010). Para el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de 2 200 millones de personas en todo el mundo no cuentan con servicios de agua potable gestionados de manera segura y 3 000 millones carecen de instalación básica para el lavado de manos (Unicef, 2019).

La presión poblacional sobre los recursos y la intensificación de actividades económicas que han provocado que se acentúe el deterioro ambiental y sobre todo el agotamiento de los recursos hídricos, así como en la distribución desigual del agua; situaciones que agravan la pobreza y las condiciones de vida en la sociedad, lo que propicia situaciones de conflictividad e ingobernabilidad que atenta contra la sustentabilidad (Ochoa, 2012: 245).

Asimismo, el aumento de la población mundial ha llevado a los sistemas potables a extraer mayores volúmenes de agua del subsuelo para satisfacer las necesidades de los principales centros de población en el mundo a través del consumo doméstico. Por lo que la demanda del vital líquido ha crecido a ritmo acelerado (Conagua, 2019).

En el último siglo, la población mundial se incrementó 4.4 veces, mientras que la extracción de agua 7.3 veces en el mismo periodo; la extracción aumentó 1.7 veces más rápido que la población mundial. A nivel global la proporción de extracción de agua es aproximadamente 69% agropecuaria, 19% industrial y 12% municipal. Las aguas subterráneas de agua potable abastecen por lo menos al 50% de la población mundial y representa el 43% de toda el agua utilizada para el riego (Agua.Org.mx, s/f).

1.2. EL ESCENARIO HÍDRICO EN GUANAJUATO, MÉXICO

La desigual disponibilidad del agua a inicios del milenio en el territorio mexicano se ha debido a la dinámica poblacional, el desarrollo de las actividades económica, los asentamientos urbanos desordenados, la degradación de las cuencas, la sobreexplotación de los acuíferos y los efectos de las sequías e inundaciones, aspectos que constituyen la problemática principal del sector hídrico en el país, lo cual pone en riesgo la sustentabilidad de los recursos hídricos (Conagua, 2011).

Al igual que muchos países capitalistas y neoliberales, México se ha visto afectado por la ideología del crecimiento económico, como base para un desarrollo nacional. “Las actividades económicas en el país generan altos impactos ambientales, un ejemplo de ello es que históricamente México ha sido la nación de América Latina con mayores emisiones GEI” (WRI, 2012 citado por Ortiz et al., 2014: 21). La actividad económica del país depende en gran medida del agua. Siendo la agropecuaria la que más la necesita, seguida de la

termoeléctrica y el uso urbano para consumo de la población y por último la industria, mostrando lo vital y esencial que es el agua para el desarrollo del país. (Conagua, 2019).

En México, la agricultura y la ganadería consumen el 76.3%, mientras que la industria y la generación de energía consumen el 13%, y el uso doméstico emplea 10% del agua dulce (Agua.Org.mx, s/f).

México dispone aproximadamente del 0.1% del total de agua dulce disponible a nivel mundial. Sin duda, el agua es necesaria para toda forma de vida, es un elemento crucial para el funcionamiento de los ecosistemas y la provisión de servicios ambientales de los que dependemos para sobrevivir y un factor estratégico para el desarrollo del país; sin embargo, como se puede apreciar el agua es un recurso escaso en competencia entre usos (Agua.Org.mx, s/f).

En el año 2011 durante la inauguración de la XVII Expo Agua se habló que en el estado de Guanajuato existía una sobreexplotación de sus acuíferos, y que años anteriores ya se había advertido de esta problemática que atenta contra la viabilidad de la dinámica económica y poblacional del estado. Asimismo, se proyectaba una escasez de agua en el estado, debido a que la disponibilidad de agua por persona era de solo 749 metros cúbico, muy por debajo de las recomendaciones que realizaron a nivel nacional, 4 mil metros cúbicos, e incluso del límite convencional de escasez, 2 mil metros cúbicos, lo que situó ese año al estado en un estrés hídrico (Agua.org.mx, 2011).

Durante las dos últimas décadas, la demanda de agua se ha incrementado en todos los municipios de Guanajuato debido al crecimiento demográfico, agropecuario, industrial y la demanda de los servicios (SAPAL, 2009: 67).

La mayor parte del territorio de Guanajuato depende de la cuenca del *Lerma*¹ donde sus principales caudales se encuentran contaminados (ríos Temascalito y Turbio), lo cual se ha

¹ El 85% de la superficie territorial de Guanajuato pertenece a la región hidrográfica-administrativa número VIII, llamada la cuenca **Lerma-Santiago-Pacífico**, mientras que el 15% restante corresponde a la región hidrográfica número IX **Golfo Norte** que fue descrita de conformidad con el Art. 7 del Reglamento Interno de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA: órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México), publicado el 30 de noviembre de 2006. (CONAGUA, 2018a).

asociado principalmente por el tipo de las actividades económicas adoptadas en el estado, afectando la calidad del agua, además de tener prácticas que han llevado a sobreexplotar pozos y acuíferos de una forma desmedida por el sector agroindustrial (Org. Mx, 2011). Según Agua.org.mx (2011) en el estado de Guanajuato durante el año 2011 dos tercios del agua que se usaba provenía del subsuelo, y el otro tercio del agua superficial. Donde el mayor uso del recurso vital se implementó en el sector agrícola, alrededor de 87 por ciento, dándose ahí el mayor desperdicio, sobre todo por una ineficiente infraestructura de riego.

Mapa. Las regiones hidrológicas en México



Fuente:

(Citado en

CONAGUA, 2018a).

La cuenca *Lerma-Santiago-Pacífico* cuenta con una superficie Continental de 192 722 Km²; con agua renovable² de 35 071 hm³/año³; con una población 24.72 millones de habitantes; aguas renovables per cápita de 1 419 m³/habitantes/año; con 332 municipios, esto al año 2017. Además, la cuenca *Lerma-Santiago-Pacífico* colinda con *las regiones del norte, centro y noroeste* que cuentan con una tercera parte del agua renovable en el país, cuatro quintas partes de la población, lo que involucra para la gestión del agua una baja disponibilidad

² Se le denomina agua renovable a la cantidad máxima de agua que es factible explotar anualmente en un país sin alterar el ecosistema y que se renueva por medio de lluvia.

³ Hectómetro cúbico es una unidad de volumen que equivale a un millón de metros cúbicos es hm³.

implicando buscar formas de uso eficiente y reúso para su conservación (CONAGUA, 2018a).

La cuenca *Lerma-Santiago-Pacífico*, tiene un grado de *presión hídrica alto* entre el 40% a 100%, la cual tiene un volumen total de agua concesionado a 2017 de 15 845hm³; Agua renovable en 2017 de 35 071 hm³/año; Grado de presión 45.2%, mientras que la Cuenca *Golfo Norte* presenta un grado de *presión hídrica medio* del 20% a 40%, esto debido a que el 15 por ciento de estado de Guanajuato pertenece a esta cuenca (CONAGUA, 2018b).

Mapa. Presión hídrica en las cuencas de México



Fuente: (Citado en CONAGUA, 2018b).

Sin embargo, la gestión integral de los recursos hídricos a escala de cuenca en México presenta también otros desafíos como:

- a) Los límites de las cuencas y acuíferos definidos por CONAGUA, los cuales no coinciden con los límites políticos-administrativos, particularmente de estados y municipios;
- b) En la estructura interna de CONAGUA se separa la

gestión del agua superficial de la subterránea, tanto administrativamente como en monitoreo de su calidad y cantidad; y c) Las dificultades de la coordinación interinstitucional, las cuales están asociadas al complejo entramado de las estructuras gubernamentales relacionadas con la gestión del agua (Perevochtchikova y Arrellano, 2008: 319).

1.3. EL ESCENARIO DEL AGUA EN LEÓN, GUANAJUATO.

El acuífero Valle de León, definido con clave 1113 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Aguas Subterránea SIGMAS de la CONAGUA pertenece al Organismo de Cuenca VIII *Lerma-Santiago-Pacífico*, al consejo de Cuenca *Lerma Chapala*. El territorio leonés se encuentra totalmente vedado para la construcción de obras para el alumbramiento de aguas del subsuelo (CONAGUA, 2020).

La principal fuente de abastecimiento de León es el agua subterránea. El acuífero obtiene una recarga de 264.3 millones de m³ anuales. Pero la extracción es mayor: 312.5 millones de m³ anuales. Esto significa que se le extrae más agua de la que recupera, por lo que sufre una sobreexplotación de 48.2 millones de m³ anuales, lo que es igual a un abatimiento de 1.5 metros por año. En la actualidad se bombea a profundidades de más de 100 metros, cuando hace 20 años se bombeaba a 30 metros de profundidad. SAPAL cuenta con 132 pozos de 9 baterías [Poniente 1, Poniente 2, Oriente, Ciudad, Saucillo –Sur, Turbio, Muralla I y Muralla II] (SAPAL, 2018a).

El crecimiento continuo de la población, así como el incremento de las necesidades básicas para mantener las actividades económicas, ha llevado a aumentar las extracciones del agua subterránea a profundidades cada vez mayores, sin conocer su dinámica y su interacción con el entorno, con efectos negativos para los ecosistemas, abatimiento de los niveles freáticos, hundimiento del terreno. Asimismo, la descarga inducida de agua subterránea contiene elementos nocivos para la salud humana, como fluoruro o arsénico (Hernández, Martínez, Peñuela y Rivera, 2019). Además, el desarrollo urbano poblacional ejerce una fuerte presión sobre el agua subterránea. La urbanización afecta el proceso de infiltración del agua pluvial, y reduce las posibilidades de recarga de los mantos freáticos y acuíferos. Por otro lado, se contamina el agua de escorrentía que, al pasar por las poblaciones, se

mezclan con aguas residuales y todo tipo de residuos, producto de la presencia poblacional, industria (principalmente curtidora y metalmecánica) y servicios (Ochoa, 2014).

Actualmente la demanda de los leoneses es de 3.1 m³ por el segundo, y se tiene una captación de 2.8 m³/s, lo cual, se tiene un déficit de 0.3 m³/s (Martínez, 2019). Por lo que cada año se extrae del subsuelo 3 mil 824 millones de metros cúbicos de agua y la recarga natural apenas logra 2 mil 783 millones de metros cúbicos, el déficit es de 1 mil 041 millones de metros cúbicos, pese a las torrenciales lluvias, e inundaciones (Velázquez, 2019).

La ciudad de León, en este sentido, se ha caracterizado por un incremento poblacional más acelerado dentro del estado, lo cual ha originado una serie de problemas, entre los que destaca el crecimiento de la mancha urbana y la aparición de asentamientos irregulares. Por un lado, esto afecta a la frontera agrícola y, por el otro genera una mayor demanda de agua (SAPAL, 2009: 67). León enfrenta diversos retos ambientales ocasionados por el sometimiento de la región a una lógica de crecimiento económico que la rebasa en términos físicos, ambientales y sociales. El hídrico es, sin duda, el de mayor envergadura, siendo reconocido por las propias autoridades como la principal amenaza para el desarrollo de la región (Tagle, 2014, citado por Tagle, Azamar, Caldera, 2018: 18).

El valle que alberga a la ciudad de León era un territorio regado por el agua de ríos, lagos, ojos de agua y pozos artesianos; con el paso de los años el agua escaseó y la ciudad pagó su progreso con la escasez, que, con el transcurrir del tiempo, se fue agravando. Si bien los sucesivos gobiernos trataron de solucionar el problema al crear y poner en marcha diversas obras hídricas (SAPAL, 2009: 55).

Para abastecer de agua potable a la ciudad, no se cuenta con agua superficial a excepción de las aportaciones de la presa *El palote*, que solo puede contener cuatro millones de metros cúbicos anuales, lo que representa 4.7% del total de agua potable. La principal fuente de suministro es el de agua subterránea proveniente de acuíferos del Valle de León, que gracias a las lluvias tiene una recarga de 264.3 millones de metros cúbicos anuales; no obstante, la extracción por parte de los pozos ubicados en el acuífero son para uso agrícola, industrial y

urbano es de 312.5 millones de metros cúbicos anuales; es decir hay una sobre explotación del recurso, ya que se extrae más agua de la que se recupera, lo que ha provocado un déficit de aproximadamente de 48.2] millones de metros cúbicos anuales (SAPAL, 2009: 67-68).

A partir del panorama de estrés hídrico, que predomina en el municipio de León, desde el mundo institucional se han conocido este tipo de problemáticas sin que se planteen soluciones de fondo. Por ejemplo, “El diagnóstico ambiental del municipio de León, refiere el serio problema en cuanto a la mala calidad de agua en la cuenca del río Turbio, esto debido a la presencia de plomo, con niveles que hacen uno de los ríos con mayor presencia de dicho material en el país” (Pineda, 2013 citado por Tagle *et al.*, 2018: 19).

Sin duda, el estrés hídrico causado en la ciudad ha llevado tanto a expertos en la materia y autoridades a desarrollar propuestas y alternativa que puedan atender la problemática. En el caso institucional se ha apostado por megaproyectos hídricos para satisfacer la creciente demanda por el líquido que predomina en la mancha urbana.

Uno de los proyectos prioritarios en el rubro de creación de infraestructura hidráulica del Gobierno Federal, a pesar de su importancia, ha sido postergado durante varios años: se trata de la Presa Zapotillo⁴, en Río Verde, lo que permitiría a León cubrir su abasto de agua hasta el año 2030” [...] “El proyecto de Río Verde en este sentido es determinante, ya que a partir de la puesta en marcha de la presa El Zapotillo, no solo se beneficiara a 2.3 millones de personas en León y algunas comunidades de los altos de Jalisco, sino que al usar agua de fuentes superficiales se coadyuvará a que se carguen los mantos subterráneos; a ello hay que agregar que el volumen del líquido que llegue a León, después de

⁴ “El Zapotillo es un megaproyecto hidráulico en la cuenca del río Verde, que pretendía abastecer de agua potable a Guadalajara (3 m³/s), los altos de Jalisco (1.8 m³/s) y León (3.8 m³/s) beneficiando en total a 2.8 millones de habitantes” (CONAGUA, 2017b, citado por Tagle, Azamar y Caldera 2018: 21). Sin embargo, este proyecto tiene años detenidos, por lo que SAPAL ha tenido que recurrir a otras estrategias.

ser utilizado, será tratado y reutilizado en algunos procesos industriales, en riego de zonas verdes y agrícolas (SAPAL, 2009: 57; 68).

Sin embargo, algunos gestores del agua no concuerdan con la visión de la Presa El Zapotillo, por ejemplo, el Cotas del Valle de León, por lo que consideran que tiene tintes muy distintos a lo que promueven las autoridades, lo que se busca seguir beneficiando al sector privado y no así a la población (Tagle, 2014).

Durante la Expo Agua 20 de Guanajuato el reconocido consultor y experto en la gestión del agua a nivel nacional e internacional José Eduardo Mestre, señaló durante su exposición, que debería ser primordial en la planeación y gestión del agua la recuperación y rehabilitación de las cuencas; no sólo porque ahí se encuentra la verdadera esencia de la oferta del agua, sino por ser más *costo-efectiva* que una presa (Tagle et al, 2018: 22). Sumado a esto, para Tagle *et al.*, (2018) la construcción de la presa El Zapotillo en el estado vecino de Jalisco, bajo el enfoque de la *economía ecológica*, muestra una gestión discrecional que favorece a la acumulación de capital del sector privado. Contrario a ello, estos autores proponen la cosecha de agua de lluvia y su reproducción a escalas mayores como alternativa que puede dar viabilidad ambiental a la cuenca considerando desde esta la participación ciudadana a través de su involucramiento directo como cogestores del agua (Tagle, Azamar y Caldera, 2018).

1.3.1. El problema del abasto público del agua en León

León cuenta con una red de distribución de agua potable de más de 4 mil 729 kilómetros de longitud. Actualmente el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León SAPAL abastece al 98.93% de la población. El resto está constituido por colonias que, por motivos de su regularización, aún no pueden contar con el servicio de manera regular (SAPAL, 2018a).

Para las zonas o áreas irregulares el Instituto Municipal de la Vivienda de León IMUVI a través del *Programa de Suministros Básicos*, ha permitido a más familias introducirse al servicio básico de drenaje y agua potable. El IMUVI en coordinación con SAPAL ha gestiona la instalación de *toma pública de agua potable o dispensadores de agua potable*, para llevar agua a las familias que habitan en colonias que están en proceso de

regulación, donde IMUVI le ejecuta a SAPAL una propuesta de transportar agua a asentamientos irregulares, mientras que SAPAL por su parte hace estudios de factibilidad de cada una de las colonias referidas para dar su autorización (IMUVI, 2014).

SAPAL ha colocado dispensadores de agua potable, ejemplo de ello: en la colonia de San Juan de Abajo [zona de prioridad], para brindarle servicios continuos donde algunos vecinos conectan a las llaves del dispensador mangueras para llevar el agua a su casa, en ocasiones se les llena los contenedores y esta se derrama. Aproximadamente llenan 6 barriles de agua, 6 garrafones de agua, que se usan para la comida y también para servicios de baño. Sin embargo, vecinos reportan que desde hace meses estos no funcionan, además de que personas no cuidan este servicio, por lo que han recurrido a comprar pipas (Márquez, 2020).

Otra estrategia que ha impulsado el Consejo Directivo de SAPAL es la adhesión de una política que marca el uso racional de agua en la ciudad a través del aprovechamiento de *agua tratada* para la industria, en los servicios municipales para el riego de áreas verdes y el riego agrícola (SAPAL, 2018b).

Como parte del Plan Integral de Tratamiento y Reuso de Agua, SAPAL cuentan con puntos de recarga para pipas y zonas que cuentan con redes de tubería agua tratada o también llamadas líneas moradas, que se localizan en las plantas de tratamiento: Las Joyas, Villas de San Juan, San Isidro de las Colonias, Periodistas México, Santa Rosa Plan de Ayala, Ciudad Industrial, Los Arcos, El Avelín, Héroes de León, Porta Fontana, Parque del Árbol y Parque Hidalgo, este servicio se puede ser solicitado por fraccionamientos, empresas, industrias, escuelas y comercio, asimismo, para el uso de los puntos de recarga se necesita: una pipa especial para transportar el agua tratada (Sapal, 2020b).

A fin de que la industria pueda acceder al líquido tratado a través de una toma directa en sus empresas, SAPAL ha construido 37 kilómetros de redes de distribución de agua tratada en el *polígono industrial del sur-poniente* de la ciudad, así como de un sistema de bombeo. Los fraccionamientos industriales que se podrían ver beneficiado Santa Croce, Arroyo Hondo, La Piscina, San Crispín, Industrial San Jorge, Industrial Pamplona, Granja las Amaleas y el Parque Industrial León, que son los autorizados por el Municipio para la realización de

procesos húmedos de la industria curtidora. Asimismo, el agua tratada en la Plantas Tratadoras de Aguas Residuales Municipales PTARM se re-bombea a ejidatarios para el uso en el riego agrícola: Pompa, Puerta de San Germán y Santa Rosa Plan de Ayala. En épocas de lluvia los excedentes se vierten al río de Los Gómez, apoyando al saneamiento del Río Turbio, ya que es agua saneada que se encuentra dentro de la norma (SAPAL, 2018b).

Sin embargo, todas estas estrategias no han sido suficientes para garantizar plenamente el acceso al agua sobre todo en los hogares, por lo que los “gobiernos no han conseguido garantizar un acceso universal equitativo de dicho servicio básico menos aún el de conseguir un manejo sustentable del recurso (Tagle y Caldera, 2021). La gestión del agua por parte de la autoridad responsable ha desembocado en una serie de problemas que presenta el sector agua; entre algunos de los problemas más generales se identifican: un servicio parcial de agua potable [un servicio ofrecido de forma inequitativa con respecto al acceso, regularidad, costo, calidad y cantidad para los diferentes grupos sociales existentes]” (Tagle, 2011:19). Desde hace muchos años las instituciones internacionales han reconocido que la crisis del agua es una crisis de gestión más que de escasez y que los problemas y sus soluciones se producen en un entorno de procesos políticos y de poder (Domínguez, 2010).

Los proyectos oficiales que pretenden resolver la problemática parecen todavía insuficientes en cuanto a sistemas administrativos, recursos, políticas y programas específicos, desarrollo y mantenimiento de infraestructura y estándares de calidad en la provisión de agua potable; así mismo, la participación en la toma de decisiones aún es muy deficiente, lo cual conjuntamente genera los actuales problemas de gestión que se presentan en el sector agua no sólo de León sino de una gran mayoría de municipios en México (Ochoa, 2014: 251).

CONCLUSIONES

No hay duda de que uno de los principales retos de la humanidad, es el de crear alternativas que neutralicen los efectos de los modelos de desarrollo que se implementan por todo el mundo, y que ven en los recursos naturales como fuente de riqueza. Lo que ha llevado a la humanidad a tener retos importantes dentro del mismo modelo de desarrollo (capitalista), donde las áreas naturales se han convertido en sinónimo de carencia y atraso, y donde las

tecnologías dominantes son centralizadas y adaptadas principalmente a las zonas urbanas (Ortiz *et al*, 2014).

El escenario hídrico que va de lo internacional a lo local muestra múltiples retos que ponen en riesgo las diversas dinámicas sociales, ambientales y económicas en las que se encuentra la civilización actual. El tema de la escasez de agua para funciones esenciales implica hacer revisiones respecto a nuestra relación que tenemos de forma institucional con el uso y manejo del agua. En el caso de León se presentan diversas variedades de escaseces que recorren tanto el plano físico del agua como la parte de la escasez social y política que tienen en el margen a un segmento poblacional de acceder al agua potable como son las zonas irregulares del municipio. En este sentido, para poder desarrollar alternativas que promuevan soluciones ante el estrés hídrico, se debe de considerar los saberes, tradiciones, conocimiento y cultura de las localidades afectas por la escasez hídrica, y esto se podría dar desde la *apropiación social* de tecnologías alternativas para el abasto del agua. “El elemento crucial en la apropiación social del conocimiento es la información, entendida como el *producto cultural del acto humano del pensar, crear e innovar en las diferentes formas del saber y en todos los ámbitos* (Reyes, (2011) citado por Marín (2012: 56). El reto social, en este sentido, es el de proporcionar soluciones que promuevan el manejo sustentable de los recursos naturales desde lo local, evitando a la vez la degradación ambiental y generando oportunidades que beneficien en lo económico a las personas y mejorando a su vez sus condiciones de vida (Ortiz *et al*, 2014).

Capítulo 2

EL RETO DEL DERECHO HUMANO AL AGUA ANTE EL COMPLEJO PANORAMA DEL ESTRÉS SOCIO-HÍDRICO DEL AGUA

INTRODUCCIÓN

Este capítulo alude a incorporar y reconocer el reto que se tiene para acceder al agua como derecho humano que debe ser ejercido por igual para cada una de las personas que conforman o interactúan en una sociedad y que le garantice su bienestar de manera digna y con salud, todo esto enmarcado por el contexto de la escasez física y social del agua.

El tema del agua se ha ubicado a nivel mundial en una prioridad demandante en los foros y congresos que exponen la problemática de agua. Este recurso natural, primordial para la humanidad, y sin el cual la vida no podría considerarse posible, ha sido la razón por la que los países han decidido poner especial atención a la manera en que se distribuye y utiliza el vital líquido.

En México se debe de comprender y definir la expresión *derecho humano al agua*, es decir, si se considera como un derecho justificable en el orden interno de prelación en lo que corresponde a la gestión del agua, para que las personas dispongan en calidad y cantidad, y que a su vez pueda satisfacer sus necesidades esenciales dentro de los hogares en lo que corresponde al agua.

En ese sentido, ha resultado que esa expresión es la forma compendiada de *derecho de acceso al agua potable y al saneamiento para todos*. Se trata, como mínimo, de un derecho de acceso al agua potable e instalaciones sanitarias primordiales.

Mendizábal y Senado (2011) aluden que en nuestro país se debe reconocer la importancia que tiene el agua como derecho humano fundamental, y sobre todo, permita que ciudadanos encuentren salvaguardado su derecho dentro de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Las autoridades han confundido la expresión *garantía del derecho al agua* por el de otorgar un servicio público. Domina la idea errónea de que su responsabilidad termina cuando atienden las demandas o intentan resolver de la mejor manera los conflictos (Domínguez, 2010). Asimismo, se cree que la principal función de los funcionarios es

de servir de intermediarios ante autoridades estatales o nacionales para la gestión de proyectos u obras más visibles que les garantice la consolidación de sus gobiernos, pero donde no se toman en cuenta las verdaderas necesidades de las poblaciones y su vulnerabilidad en cuanto al acceso a un sistema operador, esto a qué sus cuotas, infraestructura o capacidad de operación no le permite cumplir con lo marcado en el artículo 4° constitucional.

En este sentido, el objetivo del capítulo se centra en abordar y discutir el derecho humano al agua. A través del primer apartado se buscara definir y argumentar la expresión derecho al agua y evidenciar si en México es considerado y tratado como un derecho fundamental de acuerdo a lo que marca el artículo 4° constitucional, y si cumple con los lineamientos de que toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible donde el responsable de realizarlo es el Estado a través de su aparato gubernamental (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos).

Un segundo apartado nos lleva a la reflexionar sobre si el agua debe concebirse como un bien público y la importancia de seguirla percibiendo como tal. Sin embargo, el mercado del agua presenta intereses contrarios donde la distribución del agua se toma en función de la acumulación de capital, y no en consideraciones ambientales o sociales.

2.1. EL AGUA: UN DERECHO FUNDAMENTAL

A partir de la incorporación y reconocimiento en la *Declaración Universal de los Derechos Humanos* en el artículo 25.1 que a la letra dice “Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar” dando por hecho que el desarrollo del derecho de una vida adecuada con salud y bienestar se debe garantizar con un entorno natural, considerando la satisfacción de las necesidades básicas, al mismo tiempo que se prevean los recursos para las generaciones futuras [de forma sustentable y sostenible] (Silva, 2020).

Para tener derecho a una vida adecuada y con salud, se debe considerar a la par el derecho al agua, ya que este “refleja una realidad innegable: sin agua, no hay

vida. Si existe un derecho a la alimentación, también debe existir un derecho al agua. Para poner en práctica el derecho a la salud, el acceso al agua potable es tan necesario como el acceso a las medicinas” (Smets, 2006: 10).

El tema del agua ha sido colocado a nivel internacional como de altísima importancia y prioridad, recurrente en diversos foros y congresos en todo el mundo. El agua es un recurso natural elemental para la humanidad y sin el cual la vida misma no podría considerarse posible, razón por la que los países han decidido poner especial atención a la manera en que se distribuye y utiliza este recurso (López, C. D., López-Hernández, E. S., y Ancona, I., 2005).

El derecho al agua sólo se refiere al agua para la vida, es decir, al agua necesaria para los usos domésticos esenciales del hombre. El derecho al agua pretende que cada persona disponga de cierta cantidad de agua de cierta calidad con el fin de satisfacer sus necesidades esenciales (Smets, 2006: 18).

Durante la Conferencia del Agua de las Naciones Unidas en Mar de Plata en 1977 se proclama el derecho al agua. El Senado mexicano ratificó el 18 de diciembre de 1980 a través del Pacto Internacional de Derechos Económicos Sociales y Culturales PIDESC. En, acto seguido, se publicó en el Diario Oficial de la Federación del 12 de mayo de 1981 donde se señaló que dicha norma comenzaría a ser vinculante para el país a partir del 23 de marzo 1981. Al ratificar este instrumento El Estado mexicano aceptó voluntariamente las obligaciones para realizar progresivamente, y utilizando el máximo de los recursos disponibles, el derecho al agua (Gutiérrez, 2006). Por lo que el incumplimiento de las obligaciones internacionales, contraídas voluntariamente, colocaría a las autoridades mexicanas en una condición de permanente violación del Estado de derecho.

Sin embargo, es hasta el 28 de julio de 2010 a través de la Resolución aprobada por la Asamblea General [64/292], se reconoce que el derecho al agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos, comprendiéndose que este derecho es para todas las personas, y que por lo tanto,

se tiene derecho a disponer de forma *suficiente* refiriéndose al hecho de abastecerla continuamente y saludable libre de patógenos (Silva, 2020).

A partir de la Resolución emitida por las Naciones Unidas es que el 8 de febrero de 2012 en México se incluyó este derecho en la Constitución Mexicana, reformando el artículo 4 y estableciendo que:

Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la Ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, Entidades Federativas y Municipios; así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos).

En México se debe reconocer la importancia que tiene el agua como derecho humano fundamental y sobre todo permita que ciudadanos encuentren salvaguardado su derecho dentro de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Mendizábal y Sedano, 2011).

Por otro lado, la academia del agua se ha concentrado en definir aquellos que comprende la expresión *derecho al agua*, es decir, si se considera como un derecho justificable en el orden interno. En ese sentido, ha resultado que esa expresión es la forma condensada de *derecho de acceso al agua potable y al saneamiento para todos*. Se trata, como mínimo, de un derecho de acceso al agua potable e instalaciones sanitarias básicas (Smets, 2006).

Tanto la administración, como la academia y la sociedad han cobrado conciencia de que este recurso es escaso y está en grave peligro. El encarecimiento del agua potable y su distribución en algunos casos por empresas privadas, la inequitativa distribución del líquido entre personas y grupos, así como la inconsciente e irresponsable extracción del recurso por

el mercado en detrimento de los ecosistemas y el medio ambiente han hecho sonar todas las alarmas (Gutiérrez, 2008).

El agua es vida, no es una *mercancía como las demás*. Su lugar preeminente en todas las sociedades hace que no pueda ser tratada como una materia prima cualquiera. El acceso al agua potable implica un tipo de derecho en particular que conviene en identificar con el fin de protegerlo y desarrollarlo. Asimismo, el reconocimiento explícito del derecho al agua como derecho fundamental constituye una acción importante que tiene un valor simbólico y jurídico elevando. Este reconocimiento prueba la importancia que los poderes públicos atribuyen al agua para la salud y la consideración que tiene por los deseos de los usuarios que no tienen acceso al agua potable (Smets, 2006).

El derecho al agua apertura la posibilidad a las personas de tener acceso al agua en términos de cantidad, pero en especial en la calidad y a su vez debe de ser económicamente asequible sobre todo para aquellas localidades o zonas de bajo recursos.

Las grandes divergencias de opinión sobre el derecho de acceder al agua de manera gratuita o de la tarifa que se debe cobrar, en varias jurisdicciones el costo básico es bastante elevado. El derecho al agua no implica regalarla, pero si establecer un *piso de dignidad* debajo del cual no se puede negar agua a ningún ciudadano, y arriba del cual se puede definir responsabilidad de los consumidores para usar el agua de manera responsable y pagarla de acuerdo con los costos que implica sus administración y solidaridad social (Barkin, 2006).

Para los gobiernos, esta visión de derecho entraña la obligación de cumplir, hacer y respetar el derecho humano al agua; en principio, garantizar la *no discriminación* en el acceso y, por lo tanto, de hacer lo necesario para garantizar el trato con equidad, de respetar los usos tradicionales del agua y de proteger a los grupos vulnerables (Domínguez, 2010).

Los gobiernos nacionales deben asegurar que las autoridades locales, de quienes depende el servicio público del agua tengan suficientes recursos para mantener y extender los servicios y facilidades del agua, y en nuestro sistema este fortalecimiento lo deben garantizar. Sin embargo, el derecho humano al agua plantea los cuestionamientos sobre la

obligación de garantizarla en asentamientos irregulares, pues se trata de personas que viven fuera del ordenamiento urbanístico; la respuesta a nivel internacional ha sido, que se debe proveer independientemente de esta situación de hecho por ser inherente a la dignidad de las personas (Domínguez, 2010).

Para aquellas personas que viven fuera del ordenamiento urbanístico y que a su vez sea un asentamiento irregular el acceso los servicios públicos suele ser un problema bastante severo, por lo que en estas zonas sus condiciones de salubridad pueden ser delicadas para la salud de los pobladores que viven en estas zonas. Por lo que el Estado debe de diseñar políticas que permitan regularizar y abastecer de servicios básico para mejorar la calidad de vida de las personas más vulnerables y que a su vez establecer las bases primordiales para el desarrollo humano y social.

Para Langford (2006) el reconocimiento del derecho al agua provee de mecanismos legales o políticos para empoderar a los que no cuentan con este bien, por lo tanto, la solución no sólo consiste en destinar los fondos públicos para la construcción de infraestructura o el uso de subsidios que terminen beneficiando a ciertos grupos (Citado por Domínguez, 2010). Por lo que se deben crear políticas públicas que den acceso al agua a través del empoderamiento de los más vulnerables.

Para Aguilar (2015) una política pública es básicamente una *acción intencional*, orientada a la realización de ciertos objetivos públicos deseados, y una *acción causal*, que se considera idónea para efectuar los objetivos aspirados, transformando así el resultado deseado en uno esperado.

En otro sentido, las autoridades locales, de las que depende fundamentalmente la garantía del derecho al agua como servicio público, no percibe la importancia que tiene la calidad de vida e incluso pueden considerar que no depende de ellos. Se tiene la idea errónea de que su responsabilidad termina cuando atienden las demandas, reparar fugas o intentan resolver de la mejor manera los conflictos, servir de portavoz o intermediarios ante autoridades estatales o nacionales, y difícilmente lo consideran parte de su agenda pública, por lo que dan prioridad a obras más visibles para efectos electorales (Domínguez, 2010).

Sin embargo, la política pública está compuesta o integrada por *programas*. Es decir, en la perspectiva presupuestaria-financiera se da por supuesto que hay una política pública, válida y decidida por autoridades legítimas, y que debido a los beneficios públicos que la política genera, al resolver problemas públicos y neutralizar males sociales, es una obligación estatal proveer de los recursos necesarios para su actividad (Aguilar, 2015).

Desde la perspectiva de la política real es diferente a la política formal. Una cosa es lo que aparece por ejemplo en leyes, y otra es ver al Estado a partir de su acción, resolviendo los problemas de la sociedad. La política real tiene que ver con la práctica, con el mismo Estado, con sus agentes, con los hábitos, con el referencial de la política pública, *que muchas veces la política plasma en las leyes*, ya que se generan actos y efectos a partir de un marco normativo de intenciones, de textos o de discursos (Fuenmayor, 2014).

Asimismo, el derecho al agua debe conciliar con los modelos de desarrollo a partir de la interrelación con culturas marginadas se puede encontrar experiencias de lógica distintas de cohabitar con la naturaleza. La premisa antropocéntrica de superioridad y derecho incuestionable a someter la naturaleza tiene que ser cambiada por una en que la capacidad especial de lo humanos se integre a la lógica de reproducción de las distintas formas de vida, no solo por solidaridad, sino como condición *sine qua non* para la sobrevivencia de nuestra especie (Cálix, 2016).

Por lo que, el derecho al agua debe limitar a los poderes públicos y privados en sus esfuerzos por interferir en el manejo, ya sea individual o comunitario, que los propios ciudadanos hacen del recurso (Gutiérrez, 2006).

Para Cálix (2016), el enfoque de derecho humanos como salvaguarda individual y colectiva frente al abuso y la arbitrariedad. Los derechos humanos no solo permiten el ejercicio de libertades y el goce de un conjunto de derechos aplicables a todas las personas, también proveen un estatus de protección y acción, están mayormente expuestos a sufrir los efectos de políticas y comportamientos lascivos. Por lo que lo público incluye la posibilidad de acuerdos colectivos sobre el espectro de derechos fundamentales.

2.2. EL AGUA COMO BIEN PÚBLICO.

En las últimas décadas los altos costos de los servicios públicos provocados, entre otros factores, por la expansión de la demanda de los servicios públicos, la ineficiencia en la prestación de estos o una baja recaudación impositiva han obligado a los gobiernos de diferentes países a buscar alternativas a las formas con las que eran o son ofrecidos a los ciudadanos. Muchos países han transitado del monopolio estatal a un sistema que utiliza mecanismos del mercado de competencia para la producción y prestación de algunos de estos servicios (Accinelli y Salas, 2019). Por lo que existe un gran debate sobre la concepción social, económica y política del agua. Están quienes las conciben como patrimonio de la humanidad y por tanto como un derecho universal.

El agua no es una mercancía, sin embargo, es forzada a funcionar como mercancía a través del precio, porque, al agua se ha monopolizado, y quien la monopoliza obliga a que se pague una renta, esta agua a la que se le pone precio devine mercancía. Desde la teoría del valor, las cosas y bienes que poseen valor son aquellos que incorporan trabajo humano, y desde esta perspectiva el agua no tiene valor, pues el ser humano no puede producir agua, o no la puede producir sino en íntima cantidad y con un inmenso gasto de energía (Márquez, s/f).

El servicio del agua es un servicio público, ya que se trata de un interés general, o, en otras palabras, de una actividad que trasciende los intereses particulares (Valdovinos, 2011 citado por Sanabria y Hurtado, 2018).

La pregunta que salta es: ¿Si no tiene valor el agua, por qué se le pone precio? o ¿Por qué, si es invaluable, se le pone precio? Una característica del neoliberalismo es precisamente la de imponer precio y extender la propiedad privada, sobre todo. El agua y todas las necesidades básicas de la población entra en esta lógica de coacción y monopolio sobre el bien común transformado en mercancía. Siempre el agua ha sido considerada un bien común, y aunque la palabra *patrimonio* tiene una connotación de sentido de riqueza nacional y patrimonio común de la nación. Casi todas las constituciones y legislaciones la conciben así, y nuestro ordenamiento jurídico la define de diversas maneras, ya sea implícita o explícitamente. En síntesis, podemos afirmar que históricamente

el agua ha sido considerada como bien común, público, patrimonio natural de la nación, parte integral del medio ambiente y, por ende, inembargable, inalienable e imprescriptible (Márquez, s/f).

Por otro lado, las empresas de agua privada y con ánimo de lucro brindan actualmente los servicios de abastecimiento de agua potable en muchas partes del mundo; controlan enormes cantidades de agua que se usan en la producción agrícola industrializada, la minería, la generación eléctrica, la industria de la computación, la automotriz y otras industrias que hacen uso intensivo del agua; operan y son propietarias de muchas represas, acueducto, nanotecnología, sistemas de purificación de agua y plantas de desalinización consideradas por los gobiernos como la panacea tecnológica que soluciona la escasez de agua; proveen tecnologías e infraestructura para sustituir los vetustos sistemas de abastecimiento de agua municipales; controlan el comercio y las cuencas hidrográficas en su conjunto, para adueñarse así de grandes reservas hídricas (Barlow, s/f).

El agua debe entenderse como un ámbito público común y ser preservada para siempre como tal, por intermedios de la ley y la práctica. La creación de carteles del agua por el mundo es contraria a la ética, al medio ambiente y a la sociedad ya que garantiza que las decisiones sobre el reparto y distribución del agua se tome en función de intereses comerciales, y no en consideraciones ambientales o sociales (Barlow, s/f). Asimismo, la lucha por el agua está estrechamente vinculadas con la implementación de políticas económicas, comerciales, medioambientales, sociales y sanitarias que reducen el acceso al agua, anteponiendo su valor como mercancía y la inserción de este recurso en la ola de la liberación y privatización (Becerra, 2006).

Asimismo, el modelo actual de la gestión del líquido se basa en la oferta e innovación técnica como respuesta a los problemas de escasez y contaminación intensiva en los mantos acuíferos disponibles mediante la creación de instituciones públicas centralizadas con órganos jerarquizados y horizontales. La perspectiva de la oferta es un modelo de distribución de agua basado en el principio de que el recurso es inagotable, esto se contrapone a la realidad, donde no solamente es un bien finito sino muy escaso. Con el fin de transitar hacia una conciencia social vinculada con el uso responsable del bien hídrico, la administración

debe de promover estrategias para destacar la limitada disponibilidad del agua (Azamar, 2018).

CONCLUSIONES

El Derecho Humano al Agua que recientemente en 2010 se instituyó desde las Naciones Unidas implica una reconfiguración en la forma en que actualmente se están ofreciendo los servicios públicos de agua potable y saneamiento. La principal discusión recae en la parte del discurso económico en donde los responsables de la gestión se han justificado alegando a los altos costos asociados con la prestación del servicio para no garantizar este derecho fundamental. En esencia, el tema de las tarifas y la eficiencia comercial de los organismos operadores debería bajo el nuevo contexto de derechos humanos presentar una reconfiguración para garantizar que se dé la cobertura universal en cantidad y calidad y de forma asequible, especialmente para aquellos sectores poblacionales que están enfrentando retos socioeconómicos y que normalmente se ubican en zonas irregulares como son las zonas periurbanas de las ciudades.

Contrario a empujar el Derecho Humano al Agua, se puede apreciar procesos de mercantilización del líquido asociados con la escasez física (en cantidad o calidad) o social del agua incrementando el consumo de agua embotellada, o bien, del suministro por pipas que afectan directamente al bienestar de las familias y del medio ambiente.

En el capítulo que sigue se abordará una alternativa para el acceso físico del agua centrada en los beneficios ocultos que ofrecen las ecotecnias, éstas enfocadas en satisfacer necesidades sociales en forma armónica con el medio ambiente.

Capítulo 3

DESARROLLO, AMBIENTE Y ECOTECNIAS

INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en un contexto político, económico, social y ambiental que resultan bastante complejos de armonizar. Mientras la parte económica y política empujan desde las élites y gobiernos por mantener una forma de desarrollo basada en lo material y en la lógica del crecimiento económico como parte necesaria para la buena salud de los mercados, hay otra parte desde los movimientos sociales cuya agenda se contrapone a la idea de que el interés general es únicamente de tipo económico. Si bien ha preponderado el discurso del crecimiento como forma de desarrollo, hoy el enfoque neoclásico que se ha encargado de diseminar dichas ideas encuentra amplios cuestionamientos y barreras para mantener en las políticas públicas dicho accionar. En esencia el crecimiento ha generado severos procesos de impacto ambiental que demandan actualmente de procesos de rehabilitación para poder dar sustento a la especie humana. En este sentido compatibilizar la parte económica con la ambiental y social demanda de nuevas formas de plantear el desarrollo de forma armónica. En este sentido las ecotecnias tienen mucho que mostrar ante su elevada capacidad de responder satisfaciendo necesidades sociales con respeto ambiental. Las ecotecnias aparecen en un contexto en el cual pueden ser ampliamente valorizadas al promover múltiples beneficios transversales que resultan tan pertinentes en el escenario de escasez y deterioro ambiental.

El presente capítulo tiene por objetivo plantear la conexión entre el enfoque del desarrollo, y sus distintas perspectivas, y anclarlos con la fuerte relación que tienen las ecotecnias para generar nuevas relaciones sociales a partir de artefactos tecnológicos que resuelven necesidades y respetan la parte ambiental en una forma alternativa de desarrollo basado en generar libertades a partir de cubrir necesidades como se planteó en la propuesta de Amartya Sen en los años noventa del milenio pasado.

El capítulo se basa en tres apartados que buscan entablar una relación entre el desarrollo y el medio ambiente a través de ecotecnias. En un primer apartado se abordan brevemente diversas perspectivas del desarrollo. Un segundo apartado muestra la relación en como el desarrollo ha generado deterioro desde la lógica del crecimiento económico. Y finalmente, en el tercer apartado se aborda como las ecotecnias pueden contribuir sensiblemente a resolver necesidades sociales sentidas y a la vez cuidar el ambiente.

3.1. UNA RECAPITULACIÓN SOBRE LAS TEORÍAS DEL DESARROLLO

En el afán de construir un Estado-Nación, se ha llevado a que las sociedades tradicionales se sometían a un proceso de modernización a través de cambios como: urbanización, industrialización, secularización, racionalidad, diferenciación social, aumento del alfabetismo, extensión de los medios de comunicación, mayor control del entorno natural y social, crecimiento económico, una cada vez más compleja división del trabajo, un desarrollo político expresado en mayor movilización, éstas son las principales características del advenimiento de la teoría de la modernización según Huntington (1976) y Harrison (1988) (en Bula, 1994). Para Toledo (2015) los principios de la economía neoclásica han ido delineando el rumbo de nuestro modelo civilizatorio: la supremacía del mercado, el individualismo, la eficiencia, la productividad, el consumo doméstico y el optimismo tecnocientífico han ido socavando el tejido social y la relación con la naturaleza, ya que ésta es vista simplemente como un recurso que tiene que ser explotado, y habrá que añadir que esta explotación incluye a las personas (Toledo, 2019). En este sentido, las propuestas del desarrollo sustentable se están ajustando a la doctrina neoliberal, antes que la construcción de una nueva teoría de la producción. La corriente neoliberal busca resolver las externalidades socioambientales y resolver el conflicto entre preservación ecológica y crecimiento económico, por medio de la capitalización de la naturaleza y las políticas del desarrollo sustentable (Leff 2005). La reducción de la exclusión social no puede hacerse sin recurrir al crecimiento económico y simultáneamente a la concreción de políticas demográficas y de distribución progresiva del ingreso y de equidad social. Dado que las fuerzas del mercado son incapaces para realizar dichos ajustes, se requiere de la dimensión política para crear cambios culturales que reorganicen la vida cotidiana. Para alcanzar la

equidad se necesita crecimiento económico, pero éste no ha de concebirse de manera material sino, por el contrario, mediante una profunda connotación cualitativa (Rodríguez y Caldera, 2013; Rodríguez, Caldera y Tagle, 2016). Es decir, no cualquier crecimiento y a toda costa. Como lo señala el PNUD (1996) en relación con la equidad, se debe de evitar el crecimiento sin rumbo. La transformación debe de llegar a lo más profundo del ser mediante un cambio civilizatorio, de valores, de redefinición de prioridades que coloquen lo material en su justa dimensión para que el ser humano se realice plenamente y en armonía con su entorno natural y con la comunidad a la que pertenece. Esto depende de las condiciones biogeográficas, pero sobre todo de los patrones culturales que permiten comprender el sentido de nuestra acción desde los valores sociales que la guían. Una buena sociedad no se moldea sólo con buenos principios sino con comportamientos que dignifiquen a sus habitantes (salarios justos, libertad, democracia, salud, educación, y vivienda para todos, respeto a la vida) (Gutiérrez y González, 2012).

En esta línea, el pensamiento de Amartya Sen (1998) sentó las bases de la teoría del desarrollo humano en la década de los noventa del siglo pasado, proponiendo una visión distinta para abordar el desarrollo, planteando un enfoque holístico centrado en el ser y hacer del ser humano (bienestar y capacidades). La concepción teórica de Sen define el desarrollo, como un proceso de expansión de las libertades reales de las que disfrutaban los individuos, donde la libertad está dignificada por las capacidades de la persona para conseguir mezclas alternativas de funcionamiento que condescenderán a las personas en sus entornos sociales, económicos, culturales, políticos y medioambientales en los que se localicen, realizar cosas valiosas para ellos y sus familias (Picazzo, Gutiérrez, Infante y Cantú 2011). El desarrollo humano se centra así en la persona integral situada en una realidad social en alto grado condicionada, pero que resulta factible transformar a partir de la puesta en acción de las capacidades, aprendizajes y estrategias personales y colectivas.

Contraria a esta visión de desarrollo, Giannetti (2004) menciona que el origen de la Revolución Industrial en referencia al paradigma tecnológico dominante se caracterizó por dar prioridad a la producción en masa, centralizada y estandarizada, hacer uso intensivo de energías fósiles y materias primas y generar cuantiosas cantidades de residuos que se desechan al ambiente (en Ortiz, Masera y Fuentes 2014). Con relación a la naturaleza,

la revolución industrial optó por una estrategia de apropiación e instrumentalización, olvidando los intangibles y sutiles flujos vitales con los que se construye sus redes. En esa falta de capacidad para entender íntimamente las leyes que regulan los ecosistemas y las claves de la organización del mundo rural, reside el principal error de las teorías industriales, y de esta falta de prevención se derivan buena parte de los problemas ambientales, económicos, políticos y sociales (Izquierdo, 2005).

Desde el siglo XIX y anudado al deterioro provocado por la Revolución Industrial, surgió un movimiento naturalista dirigido a proteger la vida silvestre *widerness*, que tuvo como resultado concretos la participación de las primeras organizaciones conservacionistas en Inglaterra y posteriormente en los Estados Unidos como el *Sierra Club* creado en 1891 por John Muir; la *Wilderness Society* que a su vez impulsó la creación de parques nacionales en los estados Unidos, *Yellowstone* fue el primero en 1872 (Gutiérrez y González, 2012).

Tanto para Trellet (2005) y Ros (2004) las teorías del desarrollo aparecieron como una especialidad de la ciencia económica para dar respuesta a las interrogantes sobre las condiciones de desigualdad económica y social que prevalecen entre las naciones, especialmente en los países más atrasados o de renta per cápita más baja. Su escenario histórico estuvo enmarcado en el periodo inmediato que prosiguió a la segunda guerra mundial. Un conjunto de acontecimientos se desplegó simultáneamente en el mundo alrededor de la segunda guerra mundial como, la Gran Depresión de 1929 en Estados Unidos, que implicó el abandono de la teoría neoclásica por su incapacidad para dar una respuesta a la crisis y la consecuente emergencia de un pensamiento renovador impulsado por Keynes, éste colocaba en el centro del análisis la cuestión del desarrollo económico y la intervención del Estado, así como que hacer en su coyuntura crucial. También aparecen organizaciones internacionales con el propósito de atender los problemas del desarrollo como la Organización de Naciones Unidas en 1945, el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial, instituciones en la conferencia de Bretton Woods de 1944, la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO en 1945 y las comisiones económicas para diversas regiones: Comisión Económica para Asia y el Extremo Oriente CEAEO en 1947, Comisión Económica para América Latina CEPAL en 1948 y el Banco

Internacional de Reconstrucción y Desarrollo BIRD en 1944, entre otros (en Gutiérrez y Gonzales 2012: 15-16).

En junio de 1971, se reunieron expertos en el tema del desarrollo, economía y relaciones internacionales, vinculados a la Conferencia de la Naciones Unidas Sobre el Comercio y Desarrollo UNCTAD, al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio GATT y la FAO por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization, entre otras agencias, y emitieron el informe de *Founex* en el cual, por primera vez, se unían dos ideas que hasta ese momento parecían contradictorias: la idea de proteger el medio ambiente y la idea de alcanzar el pleno desarrollo. Además, también se señaló que la crisis ambiental, en gran parte se debía al estilo de desarrollo de los países altamente industrializados y que, a diferencia del Primer Mundo, en el Tercer mundo, la pobreza y la miseria eran la mayor expresión de la crisis ambiental. Los principales problemas ambientales de los países en desarrollo son básicamente diferentes de los que se perciben en los países industrializados. Son especialmente problemas que tienen su raíz en la pobreza y la propia falta de desarrollo de sus sociedades. Por esta razón la preocupación por el medio ambiente no debía debilitar, y no es preciso que lo haga, el compromiso de la comunidad mundial -tanto de los países en desarrollo como de los industrializados- de dedicarse a la tarea principalmente de desarrollar las regiones más atrasadas del mundo⁵ (Estenssoro, 2015).

Meadows (1972) alude que hacía principios de los 70s del siglo pasado, el ambientalismo y con él la crítica al modelo tecnológico dominante tomó fuerza en cumbres internacionales y pronto se extendió al resto de la sociedad. Esto coincidió con el reporte del Club de Roma [...]. Para Rabey (1978) en los debates que se sostuvieron en estas reuniones se manifestó que todavía era posible conciliar el crecimiento económico con la conservación de la naturaleza, esta postura se enfrentó a quienes plantearon modelos económicos alternativos. El debate sobre la tecnología jugó un papel central y dio lugar a reflexiones teóricas y propuestas prácticas. Una de ellas fue el concepto de ecodesarrollo, planteado por primera vez en la Conferencia de Estocolmo de 1972, que busca combinar la tecnología

⁵ Véase al autor Fernando Estenssoro (2015) El *Ecodesarrollo* como concepto precursor del desarrollo sustentable y su influencia en América Latina. UNIVERSUM. ISSN 0718-2376. Talca. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-23762015000100006, pp. 85-86.

moderna con las técnicas y saberes tradicionales ecológicamente adecuados a los contextos locales (Ortiz, Masera y Fuentes 2014). Sanch (1998) argumenta que el debate ambiental suscitado con motivo de la Conferencia de Estocolmo, se enfrentaban dos tendencias. Los defensores del crecimiento a cualquier precio, que percibía el tema ambiental como un obstáculo al avance al proceso de industrialización de los países del hemisferio sur. En el otro extremo, estaban los catastrofistas, que a su vez se dividían entre quienes pregonaban el fin inminente de la civilización como “consecuencia del agotamiento de los recursos naturales”, y quienes predecían la catástrofe como “consecuencia de aumento de la población”, pero ambos grupos coincidían en la urgencia por detener el crecimiento demográfico y económico mundial (Estenssoro, 2015). En el año 1975, Peter Thomas reseña las particularidades del Programa Privado creado por la sección 107 de la Ley de Desarrollo Internacional de Asistencia Alimentaria, al cual se le dota de subsidios para estimular el desarrollo y la disseminación de la tecnología apropiada en los países en desarrollo, inicialmente para los años 1976, 1977 y 1978 (Sepúlveda, 1992). Se parte de la siguiente aclaración “El Comité de Relaciones Internacionales de la Cámara de Representantes define la tecnología apropiada como las herramientas y maquinas adecuadas para la producción intensiva en mano de obra en los predios pequeños, las empresas pequeñas y los sectores más pobres de los países menos desarrollados⁶” (Sepúlveda, 1992). Esta aclaración implica cuestionar el tipo de tecnologías consideradas dentro del actual paradigma del desarrollo y que denotan su disociación con lo ambiental dada su orientación desde las élites a la acumulación de capital.

3.2. AMBIENTE Y DESARROLLO

Esteva (1966) y Naredo (2006) señalan que el desarrollo ocupa la posición central de una constelación semántica increíblemente poderosa, que siguió de una mutación del concepto crecimiento, mediante la cual el término desarrollo adquirió un virulento poder colonizador, que pronto aprovecharon los políticos (Gutiérrez y González 2012). La noción de desarrollo y desde el enfoque de la economía neoclásica, se encuentra vinculada discursivamente a la

⁶ Véase a la autora Ibis Sepúlveda (1992) El Camino tecnológico en el desarrollo rural. Universidad Autónoma de Chapingo. ISBN 968-884-186-2. México. pp. 56-57.

noción de modernización; noción que se afirma a partir de la nueva configuración geopolítica surgida de la segunda guerra mundial, sobre todo en el mundo en vías de desarrollo donde este se pregunta cómo alcanzar un desarrollo equiparable al nivel obtenido por aquellos países que pueden satisfacer plenamente necesidades y elevar el nivel de vida de la población mediante la creación de empleos y un aumento progresivo de los salarios. Las formulaciones teóricas sobre el desarrollo hasta los años setenta del siglo pasado, el medioambiente fue reducido de materia prima de los procesos productivos; esto es como recurso natural, como base material del proceso de desarrollo. Las teorías del desarrollo comenzaban a expresar un conjunto de preocupaciones sociales por la destrucción de medio ambiente, tanto a consecuencia del conflicto bélico, como por los procesos de industrialización que cobraban dimensiones inéditas. Surgían así los primeros elementos de los que después constituiría una teoría política verde que tendría recuperación en los más diversos ámbitos, desde los epistemológicos hasta los estratégicos. En efecto, la aparición de los temas ambientales en la esfera pública como la concepción de la calidad de vida, convirtiéndose en un campo de fuerza que ha influido múltiples espacios de lo social vendría mucho después (Gutiérrez y González 2012: 21,23). Según Sánchez (1978) el concepto de *ecodesarrollo* fue utilizado por primera vez por Maurice Strong, inspirado en el *Informe de Founex* en junio de 1973, para graficar una forma de desarrollo económico y social en cuya planificación debe considerarse la variable medio ambiente. El concepto ecodesarrollo fue expuesto en mayor profundidad por Ignacy Sanch, en el seminario “Medio Ambiente y Desarrollo: Estrategias para el Tercer Mundo”, que fue organizado por la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico en el Colegio Nacional de Economía de México, en agosto de 1973 (Restreo, 1976). En 1974 aparecieron publicados sus planteamientos en el artículo “Ambiente y estilo de desarrollo”, donde se señalaban que era posible un desarrollo social continuo en armonía con el medio ambiente, pero para esto era necesario entender que el ambiente era una dimensión del desarrollo, lo que obligaba a replantearse la definición del desarrollo y entender que podía existir múltiples formas de este y no cabe proponer una sola forma. Particularmente pensando en el desarrollo del Tercer Mundo y los ecosistemas tropicales (si bien no únicamente ello), Sanch propuso que el ecodesarrollo era una forma de desarrollo adaptado a las realidades eco-sistemáticas de cada región o eco-región (en Estenssoro, 2015).

Los aportes de Amartya Sen y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) va más allá del aumento de la producción nacional y que por eso su estimación mediante la renta disponible es insuficiente [...] ambos enfoques describen al desarrollo como libertad que tiene que ver, más bien, con las cosas que las personas pueden realmente hacer o ser con las capacidades de que dispone, siendo esta oportunidad relacionada con la disposición y uso de bienes y servicios (el ingreso es uno de ellos, pero no el único). Es éste el sentido en que una sociedad desarrollada es una sociedad más libre, y en que el desarrollo es el camino hacia una sociedad mayor (Gómez y Tacuba 2017: 93, 95). La aparición del desarrollo sustentable en el campo discursivo de las teorías del desarrollo ha representado un cambio cualitativo en la cadena de significados que articulan el crecimiento económico, la equidad social y la conservación ecológica. La trayectoria del desarrollo sustentable ha sido recurrentemente estudiada, aunque sin reconstruir apropiadamente los procesos de cambio conceptual y político que moldearon su aparición (Gutiérrez, 2007).

El desarrollo sustentable no deja de ser desarrollo, pero con adjetivo que lo califica: sustentabilidad; es decir, debe tener una serie de atributos y características que le permitan su capacidad de permanecer y reproducirse a niveles cada vez más amplios. En un sentido más extenso, las estrategias para el desarrollo sustentable tienden a promover las relaciones armoniosas de los seres humanos entre sí y entre la humanidad y la naturaleza. La intención básica del desarrollo sustentable es crear un proceso que permita el desarrollo social, pero de una manera en la que, para las generaciones venideras, deben seguir permaneciendo los recursos naturales y los ecosistemas que garanticen un bienestar y una calidad de vida adecuados (Ramírez, Sánchez y García, 2004).

El desarrollo sustentable y el desarrollo sostenible pueden considerarse sinónimos, pero en realidad estos términos describen cosas diferentes. Una aplicación en común que se puede mencionar acerca de los conceptos de sustentabilidad y sostenibilidad es que al hablar de ambos se alude a cualesquiera procesos que pueda mantener los recursos presentes sin afectar a las generaciones actuales y futuras, ya que el mismo debe ser perdurable en el tiempo sin mermar los recursos existentes en la actualidad.

El intento por proporcionar una definición precisa y diferenciada del concepto de desarrollo sustentable o sostenible ha sido hasta ahora una tarea compleja debido a la gran

cantidad de significados que se han acuñado del concepto desde diversos enfoques que los discursos le han dado. En 1980 la Estrategia Mundial para la Conservación preparada por la UICN, en la sección *Hacia el Desarrollo Sustentable*, identifica las principales causas de la pobreza y destrucción de los hábitats, presión demográfica, inequidad social y los términos del comercio. La Estrategia Mundial de Conservación, puntualiza la sustentabilidad en términos ecológicos, pero con muy poco énfasis en el desarrollo económico y contempla tres prioridades: el mantenimiento de los procesos ecológicos, el uso sostenible de los recursos y el mantenimiento de la diversidad genética. Posteriormente en 1983 la ONU estableció la Comisión sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, liderada por la primera ministra de Noruega la Señora Brundtland el cual conformó un grupo de trabajo conocido como Comisión Brundtland, iniciando diversos estudios, debates y audiencias públicas casi por todo el mundo culminado en abril de 1987, con la publicación del documento llamado *Nuestro Futuro en Común*. En este documento se advertía que la humanidad debía cambiar su modo de vida y de interacción económico y comercial, esto sino deseaba el advenimiento de una era con niveles de sufrimiento humano y degradación ecológica inaceptables. Fue hasta 1987, que el concepto de *desarrollo sostenible* expresado en el informe se refería a *aquel desarrollo que satisficiera las necesidades presentes sin comprometer las opciones de las necesidades futuras*, es decir, no agotar, ni desperdiciar los recursos naturales, y tampoco lesionar el medio ambiente, ni a los seres humanos. Como se desprende de dicho concepto, no se pretende la no utilización de recursos, sino un uso coherente de los mismos. Esta coherencia consiste en compatibilizar el progreso económico con las necesidades sociales y medioambientales que configuran el bienestar de los ciudadanos. Se podría decir que esta primera aproximación, contenida en el informe es algo más que un concepto, es más bien un señalamiento sobre las necesidades de cambiar el punto de vista sobre los modelos de desarrollo tradicionales. Los términos sustentable, sostenible, sustentabilidad, desarrollo, solos o combinados aparecen en los discursos como una forma de conciliar el crecimiento económico y el equilibrio del ecosistema y su connotación en los espacios académicos, políticos, económicos, en grupo ecologistas, ambientalistas, indígenas. Implica diferentes características como podrían ser una elevada capacidad productiva determinada por una compleja estructura de producción competitiva y capaz de sostener un desarrollo y una eficiencia en el uso y la utilización de los recursos naturales para evitar su extinción e incluso

el mejoramiento de los niveles de vida o bienestar de los seres humanos. Pero a partir de esta característica surge una clasificación que diferencia su significado hacia un doble discurso, el de los países desarrollados y *ricos* y el de los subdesarrollados y *pobres* en donde el desarrollo sustentable para unos es el de conservar los recursos naturales para sus generaciones futuras y para otros simplemente el de sobrevivir (López, López y Ancona 2005: 4, 7).

La nueva agenda para el desarrollo sostenible recoge una visión de lo que esto significa y propone para el año 2030, poner fin a la pobreza, promover la prosperidad y el bienestar de las personas al tiempo que se proteja al medio ambiente (Objetivos del Desarrollo Sostenible, 2015).

En un mundo que se enfrenta cada vez con más retos para el desarrollo, y le suele resultar difícil implementar estrategias para el desarrollo sostenible que sean transformadoras. *La agenda para el desarrollo sostenible* para el año 2030 muestra al desarrollo sostenible como una alternativa para reducir la pobreza en todas sus dimensiones, la desigualdad y la exclusión y la protección de los ecosistemas. Así mismo, ayuda a la formulación de estrategias de planificación para el desarrollo, para cumplir las necesidades de las personas pobres y marginadas, y la protección de los ecosistemas. A su vez, aboga por una gobernanza económica y una inversión pública que tome en cuenta los riesgos para garantizar que las personas pobres tengan acceso a servicios públicos vitales (ONU, 2015).

Según Rivera (1996), las políticas públicas de apoyo al sector rural buscan alcanzar, como objetivo general, la sostenibilidad y la equidad bajo el concepto de desarrollo sostenible a escala humana. La búsqueda de la sostenibilidad pretende que no ocurra un agotamiento rápido de los recursos naturales, a la vez que el enfoque de equidad propone que se empleen metodologías que aseguren que los beneficios de los recursos empleados lleguen realmente a los más pobres y se fortalezcan las posibilidades productivas y de participación social de los menos favorecidos de la sociedad rural. El modelo de desarrollo rural propone que el principio de la sostenibilidad no se reduzca a iniciativas aisladas de protección del suelo y de las fuentes de agua; por el contrario, estas iniciativas

deben ser incorporadas integralmente en todo proyecto, de manera que cada acción contenga elementos de sostenibilidad ambiental⁷. La aplicación sectorial, descoordinada y escasamente eficaz de los órganos públicos constituye la mayor limitación de la administración para fomentar el desarrollo rural integral y territorializado. A pesar de la indiscutible capacidad técnica y financiera de los órganos públicos, lo cierto es que la complejidad de las nuevas ideas les convierte en instrumentos obsoletos e inútiles para impulsar políticas de desarrollo rural, que por, si fuera poco, deben adaptarse sus soluciones en función de la especificidad de cada territorio y de cada realidad rural⁸ (Izquierdo, 2005).

3.3. LAS ECOTECNOLOGÍAS Y SU PAPEL PARA UNA NUEVA LÓGICA EN EL DESARROLLO

La lógica por la búsqueda del desarrollo convoca al llamado de alternativas que contribuyan en la lógica de armonizar lo económico con lo social y ambiental. En este contexto las ecotecnologías se han posicionado como una herramienta disponible para enfrentar mucho de los retos multidimensionales especialmente en los temas sociales y ambientales. Tagle y Herrera (2018) indican que la Comisión Federal de Electricidad CFE señaló en el año 1992 que las ecotecnologías en el escenario mexicano se retomaron considerablemente con atención en el ámbito institucional desde 1991. Como un ejemplo de ello, en 1992 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, a través de la Dirección General de Promoción Ambiental y Participación Comunitaria, convocó a personas físicas, asociaciones civiles, centros de investigación y colegiados de profesionales a participar en la exposición titulada Ecología para el Desarrollo Rural y Urbano, la cual se presentó en el Mundo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad.

Así mismo, siguiendo a Tagle y Herrera (2018), mencionan que Suárez (2007) refiere que no existe en México un vasto acervo que describa las formas en que los cambios e inserciones tecnológicas impactan social y culturalmente. Para Tagle y Herrera (2018) el estudio de las ecotecnologías debe partir de un dialogo entre las rutas de investigación más comunes, como las ciencias agropecuarias y la economía y discutir sus hallazgos con la

⁷ Véase a Rigoberto Rivera (1996) Desarrollo Rural Sostenible; manual para la elaboración de proyectos. Nueva Sociedad. ISBN 980-317-100-3. Venezuela. pp. 11-19.

⁸ Véase a Jaime Izquierdo (2005) Manual para Agentes del Desarrollo Rural. MUNDI-PRENSA. ISBN 84-8476-264-5. Madrid. pp. 180-182.

antropología, la psicología social, el desarrollo regional, la política, entre u otras. El texto coordinado por Tagle y Herrera titulado *Análisis multidimensional en la implementación de ecotecnias: Reflexiones teórico-practicadas*, es una propuesta alternativa a un problema específico, como la falta de agua y el acceso limitado a un servicio público, que enriquece la literatura sobre ecotecnologías y otros movimientos anteriores como las tecnologías apropiadas, las tecnologías limpias y las innovaciones de base social, que dan cuenta de la existencia de otras tecnologías, su importancia e implementación, y presenta reflexiones y casos de estudio al respecto. Un punto central dentro del mundo ecotecnológico es desarrollar metodologías que permitan la apropiación de tecnologías ecológicas por parte de la gente y presentan las ventajas de su uso para el bienestar de las familias que viven en zonas periurbanas y rurales de México. Tal como señalan estas ecotecnologías aportan elementos para tener un desarrollo alternativo digno, que a su vez sea social, ambiental y económicamente saludable y sostenible en el tiempo. Las ecotecnologías contribuyen a la reducción de la pobreza y la vulnerabilidad, mediante la implementación de proyectos ecotecnológicos que posteriormente puedan ser replicados en diferentes zonas de México⁹ (Tagle y Herrera 2018).

“La literatura sobre adopción e implementación de ecotecnologías, es relativamente escasa; sin embargo, existen investigaciones que dan cuenta de su genealogía y contexto. Un ejemplo de ellos es el diagnostico de las ecotecnologías rurales en México de Ortiz Moreno” (Tagle y Herrera 2018: 1). Así mismo, la Unidad de Ecotecnología del Centro de Investigación en Ecosistemas de la UNAM, creada en el año 2009 ha contribuido a impulsar proyectos ecotecnológicos integrales, y los Encuentros Nacionales de Ecotecnias que se organizaron en Morelia en el año 2012 y 2013, que sirvieron para aportar conocimiento y experiencias que están plasmadas en la publicación titulada [La Ecotecnología en México]. Este trabajo recopila experiencias ecotecnológicas, desde una perspectiva local, además que enfoca la investigación a las experiencias rurales y a las cinco necesidades básicas del sector doméstico (energía, agua, manejo de residuos, alimentación y vivienda), con lo cual se

⁹ Véase a los autores Daniel Tagle Zamora y Jacobo Herrera Rodríguez (Coords.) (2018). *Análisis multidimensional en la implementación de ecotecnologías: Reflexiones teórico-Prácticas*, Fontamara, México 151pp., ISBN 978-607-73-6515-0, visto en *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. XVIII, NÚM 59, 2019, 1275-1280. DOI: <http://dx.doi.org/10.22136/est20191393>

excluyeron temas importantes como las ecotecnologías urbanas, la movilidad sustentable o el análisis de ecotecnias para uso productivo, cada uno de los cuales requería un volumen propio para ser cubierto. Tampoco se incluyó información sobre costos u otros aspectos económicos ni sobre la operación de las ecotecnologías dada la dificultad de conseguir datos precisos, actualizados y comparables de igual forma, se excluyó el análisis detallado de los impactos o beneficios ambientales de las tecnologías ¹⁰ (Ortiz, Masera y Fuentes, 2014).

Existe urgencia por depurar un modelo de desarrollo ambiental y socialmente sustentable que forzosamente incluyan un proyecto de desarrollo tecnológico en el que se reformule la manera en la que la tecnología se diseña, crea, disemina, adopta e integra a largo plazo en la sociedad; un modelo que contribuya a la reducción de la pobreza y vulnerabilidad de la población en áreas rurales (Tagle y Herrera 2018: 14).

La tecnología se ha convertido en la bisagra entre sociedad y el mundo natural. Dependemos de la técnica para nuestra sobrevivencia diaria, la dependencia es tal que algunos expertos plantean remplazar la noción de que vivimos en entornos socio-económicos por que se involucra a la tecnología, es decir, entorno socio-tecno-ecológico. Es por eso que se debe considerar un modelo de desarrollo ambiental que incluya un proyecto de desarrollo tecnológico donde se formule la manera en que la tecnología se crea, se difunde, se adopta y se integra a largo plazo en la sociedad, para que broten iniciativas enfocadas en el replanteamiento de la tecnología con el objeto de potenciar el cambio social y salvaguardar la integridad del ambiente. Esto va desde planteamientos que buscan reducir los impactos ambientales del sistema económico-industrial hasta -paradigmas alternativos basados en la autosuficiencia local (Ortiz, Salazar y Arrollo 2015: 6).

En la actualidad la ecotecnología toma un rol significativo para resolver las necesidades humanas, brindando simultáneamente una extensa gama de beneficios

¹⁰ Véase a los autores Ortiz, Mesera y Fuentes (2014) La Ecotecnología en México. Unidad de Ecotecnología del Centro de Investigación en Ecosistemas de la UNAM, Campus Morelia. ISBN978-607-8389-03-02. México. pp. 5; 7.

ambientales locales, recuperando suelos, reduciendo emisiones GEI y ahorro eficiente en agua y energía. Existen en la actualidad las ecotecnias que se enfocan a satisfacer necesidades básicas y mejorar la calidad de vida de los usuarios en condiciones de pobreza y marginación (Ortiz, Masera y Fuentes 2014).

Cuadro. Atributos de las Ecotecnologías

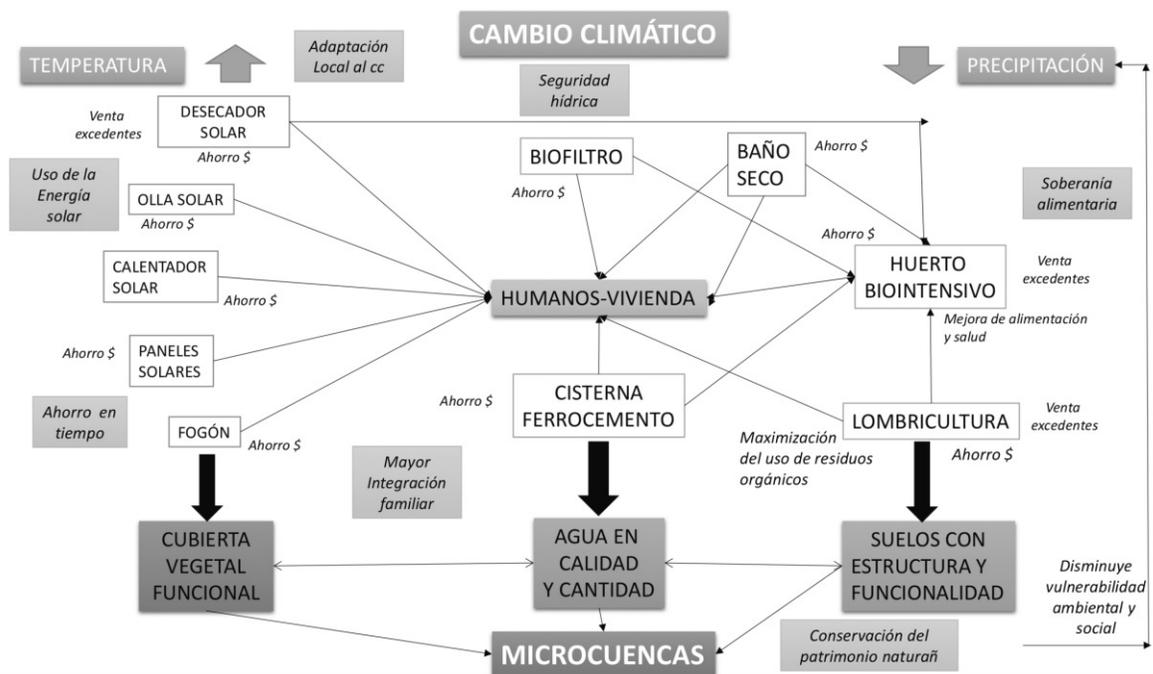
Ecotecnia	Descripción	Impacto
Sanitario Seco	Es un sanitario con división de residuos. Permite la incorporación de los desechos al medio ambiente. Es adaptable y aconsejable en las zonas rocosas, áridas y aisladas.	Reduce la utilización de agua para usos sanitarios. Permite una re-significación de los desechos humanos. Menor impacto al medio ambiente en comparación con sistemas de deposición a cielo abierto.
Estufa ahorradora de leña	Estufa de bloque de cemento de 1.20 x 1.20 x 60. Cuenta con chimenea para que el humo pueda salir y perforaciones para comal /quemador. Puede construirse al interior de la vivienda sin ocasionar daños a la salud.	Cocinar con menor leña. Salud: Permite que el humo emitido salga de la vivienda así los habitantes no lo respiran disminuyendo las enfermedades respiratorias.
Calentadores solares	Aparato que permite calentar agua para uso doméstico y de higiene personal. Obtiene la energía del sol por medio de captadores como celdas fotovoltaicas, tubos de algún	Disminuye la utilización de fuentes de energía convencionales para templar el agua. Y reduce el porcentaje del ingreso destinado a este servicio.

	metal o material reciclado (PET).	
Cisternas de Ferrocemento	Cilindro de ferrocemento. Se conecta con un sistema de tuberías para la captación de aguas pluviales. Permite captar y almacenar el agua de lluvia que cae sobre los techos. Su capacidad es de 10 mil litros de agua.	Captación de agua de lluvia. Permite que el derecho humano al agua llegue para todos. Abastece de agua por más de 3 meses según su uso. En la construcción incorpora los saberes y las formas de organización comunales.
Biodigestor	Es un contenedor de residuos de alimentos que bajo ciertas condiciones produce biogás. Este se puede utilizar para cocinar algunos alimentos, calefaccionar habitaciones y calentadores.	Recupera y aprovecha el material no utilizado o desechado de los alimentos. Permite reducir el porcentaje de ingreso destinado a la energía.
Huerto familiar	Porción de territorio dentro de las inmediaciones de la vivienda, donde se puede cultivar alimentos a pequeña escala para autoconsumo.	Disminución de la pobreza alimentaria. Ayuda a lograr la suficiencia alimentaria de las familias y comunidades.
Estufa solar	Las estufas o cocinas solares son aparatos generalmente compuestos por paneles solares que permiten hervir agua y cocer alimentos. Toman	Permite cocinar alimentos en regiones de escasez. No compromete utilizar el ingreso para su construcción.

	su energía del sol. No de madera, gas o electricidad.	Alternativa ante la falta de los energéticos convencionales (Gas, leña, electricidad)
Iluminación con botellas	Consta de una botella llena con 2 litros de agua y 10 ml de cloro. Al mezclarse el cloro con el agua propician la captación y distribución de los rayos de sol para iluminar las habitaciones.	Permite tener iluminación en las casas y habitaciones que no cuentan con electrificación.

Tomado de Tagle et al., 2016

Imagen. Relaciones y escalas de incidencia de las ecotecnias



Fuente: Pineda, Pérez y González (2018)

En el caso de México ya existen experiencia al respecto, y “demuestran el potencial de la ecotecnología como catalizador del desarrollo sustentable” (Ortiz, Salazar y Arrollo, 2015: 6). Cabe destacar que las ecotecnologías son siempre alternativas de gran potencial para el desarrollo rural, a través de las ecotecnologías es posible solventar el acceso a agua, energía y alimentos para abastecer a la vivienda, estos recursos deben ser manejados de manera sustentable para mitigar el impacto ambiental a diferentes escalas (Olivé y Lazos, 2014). Según Moreno, Malagón y Masera (2015) las ecotecnias son una alternativa para buscar el bienestar de las personas en el contexto de un modelo económico desarrollistas (capitalista postindustrial). Colby (1991) señala al mismo tiempo, que las ecotecnologías deben ser emergidas desde una cultura del deterioro ambiental y propuestas dentro del paradigma del ecodesarrollo¹¹ (Tagle y Herrera 2018).

Imagen. Beneficios de las ecotecnias

¹¹ Véase a Tagle y Herrera (2018) Análisis Multidimensional en la Implementación de ecotecnias; Reflexión Teórico –Prácticas. Fontamara. ISBN 978-607-736-515-0. México. pp. 125



Fuente. Tagle 2020

Finalmente, existen elementos intangibles que son indispensables en el proceso de las ecotecnias: la perspectiva de género, la información y capacitación, el diálogo de saberes y la disposición. Todos estos, requisitos indispensables para un proceso en el cual los usuarios y/o beneficiarios se apropien de sus ecotecnias.

Figura. Condiciones para la apropiación de ecotecnias



Fuente: Tagle y Herrera (2018)

La siguiente tabla se sintetiza una serie de criterios considerados como prioritarios para la consecución de la apropiación de ecotecnias. El considerarlos será resultado de la amplia participación y la posibilidad de obtener resultados en muchos indicadores cuantitativos de amplio interés para diversas instancias.

Cuadro. Criterios para el éxito de las ecotecnologías

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Que las innovaciones se realicen bajo una perspectiva orientada al usuario de la tecnología y su contexto ambiental, socioeconómico y cultural. - Que el diseño de las ecotecnologías esté enfocado a la solución de problemas locales. - Que sean amigables con el ambiente, promoviendo el uso eficiente de los recursos, el reciclado y el re-uso de los productos. - Que involucre a los usuarios mediante estrategias participativas de desarrollo tecnológico. - Que se tomen en cuenta las características sociales productivas y económicas de las comunidades destinatarias. |
|---|

- Que promuevan la adopción de la tecnología y su impacto en la cotidianidad de los usuarios.
- Que involucren la participación conjunta de distintos sectores como la academia y la universidad.
- Que se vinculen tanto conocimientos científicos como saberes y conocimientos locales.

Fuente: Elaboración propia usando la referencia de (Ortiz, Masera y Fuentes 2014)

Cuadro. Características para la difusión de ecotecnologías

- Que se adecuen a la estructura social y cultural de la comunidad destinataria (estructura familiar, migraciones, composición política, nivel de organización, etc.).
- Que eviten prácticas asistencialistas y clientelares.
- Que incluyan acciones de seguimiento post implementación y monitoreo.
- Que sensibilicen al usuario mediante procesos educativos y de información.
- Que culminen hasta que el usuario utilice la tecnología cotidianamente.

Fuente: Elaboración propia usando la referencia de (Ortiz, Masera y Fuentes 2014)

Finalmente, es necesario adoptar procesos inclusivos de innovación ecotecnológica para enfrentar la pobreza y marginación en zonas rurales, siempre y cuando se dé en un entorno de amplio respeto con el fin de obtener dinámicas positivas de transformación socio-ecológica en el ámbito local a partir de la apropiación de ecotecnias.

CONCLUSIONES

Tal como se pudo apreciar las ecotecnias implican una re-conceptualización para el usuario respecto a la relación que tenemos actualmente con el ambiente, traduciéndose en una recuperación del usufructo temporal de la naturaleza para satisfacer necesidades en el ámbito

social con respeto ambiental, contrario a la normalizada apropiación de la naturaleza con fines de gozo y ganancia planteada por las sociedades de mercado. Es decir, el mundo ecotecnológico plantea una recuperación de los valores de uso como elemento potencial para enfrentar la gama de derechos humanos que vienen enmarcando a las sociedades modernas y dar pasos hacia adelante en la cuestión del desarrollo con empatía ambiental.

Los atributos que ofrecen los artefactos ecotecnológicos son múltiples en las esferas social, ambiental y económica, favoreciendo la lógica del desarrollo desde la satisfacción de necesidades sociales que efectivamente dan libertades liberando a sus usuarios de cargas y responsabilidades para realizar otras actividades.

La vinculación entre desarrollo, ambiente y ecotecnia se produce a partir de la coincidencia y convergencia de intereses: calidad de vida para la sociedad con empatía ambiental. Hay una incidencia directa de las ecotecnias en nutrir componentes como la justicia social, la equidad inter e intra generacional, así como de un manejo sustentable, esto como reconceptualización de la relación entre la sociedad y la naturaleza para trascender la crisis ambiental y atender necesidades básicas.

Una aportación de las ecotecnias al desarrollo es la posibilidad de generar mecanismos educativos que se traducen en un mayor nivel de comprensión general por parte de la sociedad hacia la fragilidad de los bienes naturales, además de que fortalece la socialización de nuevas prácticas y capacidades hacia la población, esto como estrategias de soluciones viables para las ausencias sociales y económicas que sufren grandes segmentos poblacionales.

Las ecotecnias tratan problemas como la distribución. Los usos y aplicaciones de ecotecnias implican directa e indirectamente procesos de redistribución, esto tanto en cuestiones de ingreso como de carga ambiental. En el lado del ingreso, favorecen el ahorro económico al no tener que realizar, o disminuir, gastos antes necesarios como gas, electricidad, compra de leña, pago de agua, pagos médicos, entre otros. En el lado de la carga ambiental implica las reducciones de emisiones de gases contaminantes, extracción de agua y descargas de aguas grises. Esto sin contar la redistribución de la carga de tiempo de las familias liberándolas de actividades ahora innecesarias por el uso y aplicación de ecotecnias.

Finalmente, las ecotecnologías representan un excelente pretexto para generar nuevas prácticas sociales ampliamente demandadas por los ODS, y que pueden difundirse a partir de sus múltiples beneficios con miras a transitar de los retos impuestos por la sociedad de mercado a la recuperación de la sociedad con mercado.

Capítulo 4

LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA COMO ALTERNATIVA EMERGENTE EN EL ABASTO DEL AGUA: EL CASO DE LEÓN, GUANAJUATO

INTRODUCCIÓN

El capítulo aborda el papel relevante en el plano social que tienen los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia para el abastecimiento de agua potable como infraestructura alterna en zonas con problemas de acceso al vital líquido.

En el desarrollo de la historia humana, este ha tenido que desarrollar herramientas que le permitan satisfacer sus necesidades y garantizar su bienestar físico (Gleason, 2020). Por lo que, el tema de recolección y almacenamiento de agua no queda exento de aquellas prácticas sociales indispensables para la satisfacción de las necesidades humanas (Tagle, Azamar y Caldera, 2018). En este sentido las sociedades han tendido a encontrar creativas soluciones para la obtención de agua a lo largo de los siglos para la supervivencia.

Sin embargo, en la actualidad muchas personas enfrentan múltiples problemas para tener acceso al abastecimiento del agua, ya sea por escasez física, escasez socialmente construida o bien por el deterioro de las fuentes hídricas, por lo que se ha dado a la tarea de crear una corriente de tecnologías y herramientas de pequeña escala como son los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) para garantizarse la posibilidad de tener acceso a agua para satisfacer sus diferentes necesidades.

A través del Estado del Arte se busca conocer las diferentes perspectivas de las prácticas ancestrales y los SCALL que han contribuido a subsanar las necesidades de abastecimiento de agua en casos donde otras fuentes de abastecimiento colapsan, no reúnen condiciones adecuadas, o bien, la gente es excluida de los servicios de agua potable y saneamiento por ubicarse en asentamientos irregulares.

Este capítulo pretende reunir los elementos necesarios que auxilien al sustento del enfoque ecotecnológico, donde se busca definir a los SCALL como un dispositivo que se pueda emplear en espacios como casas habitación, empresas, industrias, comercios y edificios públicos para captar agua tanto para usos esenciales como no esenciales. Es por eso, que la captación de agua de lluvia se ha vuelto para la sociedad civil y para la academia un tema de interés por los múltiples usos y beneficios que se pueden derivar de esta práctica y de los dispositivos empleados para llevarse a cabo, esto especialmente en aquellas zonas que no cuentan con infraestructura que les abastezca de agua.

El capítulo está conformado por tres apartados, donde el primero, hace un recorrido del concepto de captación de agua de lluvia a través de prácticas ancestrales, hasta llegar al a la comprensión del concepto ecotecnológico, sobre lo que es un SCALL, abordando estos sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia como resultado de las necesidades de la disponibilidad y acceso al recurso hídrico, así como contar con recursos económicos y materiales de construcción, y las condiciones ambientales e hidrometeorológicas dependiendo de cada región que den viabilidad a los SCALL.

El segundo punto habla de cómo se ha tratado la problemática del agua desde diferentes disciplinas, en el cual, la investigación científica y tecnológica juega un rol significativo para el desarrollo de innovaciones en los SCALL que cumplan con satisfacer la necesidad del suministro con bajo impacto ambiental, considerando además de la visión ingenieril aquellos aspectos sociales y culturales necesarios de revisar de cada región donde se consideran los SCALL para resolver los problemas socio-hídricos.

Por último, se presenta a los SCALL como una alternativa tecnológica que se pudiera integrar a los modelos convencionales de agua, suministrados por los sistemas operadores. En el que, los SCALL podrían ser una tecnología adicional y adaptable, tanto, en zonas urbanas como rurales; ya sea a través de opciones rústicas o sofisticadas, de alto o bajo costo, para el abastecimiento domiciliar y comunitario.

4.1. LA CAPTACIÓN DE AGUA DESDE LAS PRÁCTICAS ANCESTRALES HASTA LOS MODELOS ECOTECNOLÓGICOS

Las ecotecnologías tienen un papel muy importante para resolver las necesidades humanas básicas (saneamiento, obtención de agua potable, producción y coacción de alimentos, etc.), brindando simultáneamente una extensa gama de beneficios ambientales locales (recuperando suelos, reducir la contaminación de los cuerpos de agua locales, beneficiando a la salud o eliminar la presencia de patógenos y ahorrar dinero al hacer uso más eficiente del agua o energía) (Ortiz, Maserá y Fuente, 2014).

Durante el 1er Seminario Internacional de Captación de Agua de Lluvia: *Perspectiva y reflexiones desde la academia* Tagle y Caldera (2020), indicaron que el concepto de *tecnología adecuada* se instaura en una visión entre la sociedad relacionada con la tecnología que reconoce los distintos grupos culturales y geográficos teniendo como base las tecnologías diversas que son apropiadas a sus circunstancias, y que la determinación tecnológica es esencial para la identidad cultural y la independencia política.

Se ha tratado de ubicar a la captación de agua de lluvia dentro del menú de las ecotecnias; sin embargo, la discusión que actualmente existe es más en la parte técnica, y de menor manera en la parte social, que es la que se quiere conocer e interrelacionar y a partir de ellos establecer algunos puntos de concordancia para seguir un camino eco-tecnológico que satisfaga necesidades generando los menores impactos ambientales (Tagle y Caldera, 2020).

Desde las ciencias sociales se aspira conocer si las ecotecnias contribuyen en la satisfacción de necesidades básicas. Donde el concepto necesidades humanas básicas permite garantizar el bienestar físico a largo plazo. Así, como el de examinar si cubre también con las necesidades energéticas asociadas a la alimentación, refugio, manejo de agua y otras (Ortiz *et al.*, 2014)

En el afán de la supervivencia, la especie humana ha encontrado creativas soluciones para la obtención de agua a lo largo de los siglos. En sentido general, a esta práctica se le ha denominado cosecha de agua o crianza, y abarca la captación de agua de lluvia y de niebla,

condensar el vapor, almacenar el agua superficial y, en suelo, captar agua subterránea y recoger agua de los ríos, entre otras (Yapa, 2013, citado por Torres, 2019: 126).

La práctica de la cosecha de agua no es algo nuevo, es una ecopráctica en movimiento a lo largo del tiempo: frecuentemente, la escases de agua se ha relacionado con el desarrollo de *cosechadores de agua* desde prácticas ancestrales como cavar hoyos de poca profundidad en tierra de roca dura y estéril que se llenaba de materia orgánica para atraer termitas que, a su vez, cavan canales subterráneos que llenarían de agua y nutrientes al llegar lluvias y, en consecuencia, lograrían mejorar las estructuras del suelo” (Altieri y Nichlls, 2000 citado por Tagle, Álvarez y Caldera, 2018: 107).

En la literatura se encuentran diversas tecnologías para la captura de la lluvia, (Margrin, 2015 citado por Quirós, 2017: 37) describe algunos ejemplos de cosecha de agua de lluvia:

- Los tajamares: utilizados frecuentemente en Uruguay, Argentina, Paraguay, y otros países de la región, para abastecer al ganado y los pastos.
- Las Amunas: este sistema permite captar el agua de lluvia en canales de piedra desviándola hacia fuentes naturales o represas.
- Los Atajados: en Cochabamba (Bolivia) esta es una forma de recolectar las aguas de lluvia que escurren superficialmente durante precipitaciones torrenciales.
- Presas de agua: utilizadas en Brasil para la conservación de suelos y aguas.
- Cosecha de agua de niebla: en Chile, Perú, Ecuador, Guatemala, República Dominicana y Haití esta técnica se ha utilizado para obtener agua dulce apta para la agricultura, y el consumo humano y animal.
- Los SCALL (sistemas de captación de agua de lluvia), con experiencias extendidas en el Caribe, Centro América, India (Anaya y Martínez, 2007 citado por Quirós, 2017), esta técnica es utilizada para obtener agua apta para abastecer la agricultura, la ganadería, piscicultura y el consumo humano).

Imagen. Excavación de poca profundidad para la captación y almacenamiento de agua de lluvia en tierras de la comunidad de los Alisos, León, Guanajuato.



Fuente: elaboración propia (2021).

Un sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia consiste en un arreglo que permite interceptar, recolectar y almacenar agua de lluvia (Ortiz et al, 2014: 59). A estos sistemas se les llama (SCALL), por sus iniciales, y a “los sistemas de captación de agua pluvial en techos también se les denomina SCAPT, por la misma razón. En sentido general la literatura que aborda este tema es amplia y reporta fines tales como: cisternas de inodoro, riego de áreas verdes, limpieza de pisos, lavado de vehículos, contra incendios y lavado de ropa (Torres, 2019: 127).

El SCALL es una opción real en regiones áridas y semiáridas donde la escasez de recurso hídrico limita las actividades básicas de la población. Los Sistemas de Captación de Agua Pluvial de Techos (SCAPT) y el almacenamiento de vital líquido en cisternas de ferrocemento genera oportunidades de mejores condiciones de vida, mediante una mayor disponibilidad de agua para fines domésticos y productivos a nivel familiar en comunidades

rurales de zonas áridas. De igual forma, el sistema de captación de agua de lluvia en microcuencas, uso de retenedores de humedad y la reforestación, está demostrando ser una adecuada técnica de recuperación de suelos degradados en zonas áridas (Pedroza *et al.*, 2016).

Imagen. Condiciones de recolecta y almacenamiento de agua en una vivienda en localidad de Vaquerías, León, Guanajuato.



Fuente: elaboración propia (2021).

Imagen. Instalación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (Cisternas de Ferrocemento), en la comunidad Vaquerías, León, Guanajuato.



Fuente: elaboración propia (2021).

Los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia son el resultado de combinar las necesidades sociales de la disponibilidad y acceso al recurso hídrico, así como contar con recursos económicos y materiales de construcción, y las condiciones ambientales e hidrometeorológicas en cada región. Los SCALL se pueden considerar como una opción más para subsanar necesidades de abastecimiento de agua para aquellos casos donde otras fuentes de abastecimiento colapsan, no reúnen condiciones adecuadas, o simplemente no existen; sin embargo, cuentan con una limitante al depender directamente de la lluvia como fuente primaria (Quirós, 2017). El tema del agua de lluvia se presenta de muchas maneras, en algunos casos es la única forma que algunas poblaciones tienen acceso al agua; el problema empírico es, “que se necesita captar agua y, se debe procurar una forma de hacerlo” (Castro, 2020).

Varios estudios mencionan que la captación o cosecha de agua de lluvia es una de las técnicas más antigua para obtener agua de uso doméstico (hogares) y/o riego. Asimismo, esta eco-práctica ancestral puede realizarse en espacios como empresas, industrias y edificios públicos para la aplicación tanto potable como no potable. Sin embargo, la captación ha sido desplazada considerablemente durante el último siglo por la expansión de las grandes obras

hidráulicas que abastecen al mundo en desarrollo como al desarrollado (Tagle, Azamar y Caldera, 2018; Ortiz, Masera y Fuentes, 2014; Saurí, 2020).

Las prácticas ancestrales se asocian al conocimiento local del medio natural, a la periodicidad y volúmenes de precipitación durante las estaciones de lluvia, a la evaporación y temperatura locales, al aprovechamiento de la topografía, al potencial de uso de las aguas superficiales y subterráneas, a la demanda de la población, y a la forma de apreciar el recurso hídrico en todas sus dimensiones económicas, culturales y sociales (Pacheco, 2008). Las prácticas de gestión comunitaria del agua cohesionan la participación social, el conocimiento tradicional y los conocimientos modernos para rehabilitar redes de distribución de agua que permitan aliviar la carestía de ésta y la degradación ambiental (Barkin, 2003 citado por Tagle, Azamar y Caldera, 2018).

El proceso de recuperar, almacenar y aprovechar las precipitaciones es benéfico al incrementar los depósitos disponibles, evitando la fatiga de los acuíferos por sobreexplotación; asimismo, promueve una mayor cultura social, responsabilidad hacia el líquido y mejora la calidad de vida entre los pobladores más vulnerables (Tagle, Azamar y Caldera, 2018). Sin embargo, para Fresquet (2018), algunas de “las desventajas que presenta la captación de agua de lluvia es que no es controlable durante la época de sequía, puede llegar a contaminarse por los animales, materias orgánicas y contaminantes atmosféricos, las cisternas aumentan los costos de construcción y pueden ser limitantes para las familias de bajos recursos; si las cisternas no se protege puede inducir a la presencia de mosquitos y que no se cuente con la cantidad disponible” (Citado por Torres, 2019: 127).

La captura y almacenamiento de agua de lluvia presenta diferencias y similitudes entre países desarrollados y en desarrollo en cuanto al aprovechamiento del agua de lluvia, pero algo en común es que dicha práctica tuvo un fuerte declive en el siglo XX, esto ante *la expansión de las grandes obras hidráulicas*, las cuales han sido planteadas como vía de desarrollo para modernizar el sector agua (Saurí, 2020). “Los países en vías de desarrollo son aquellos con más problemas en cuanto al acceso al servicio de agua, a pesar de que las tecnologías existen para mejorar dicha situación, la falta de gobernanza en cuanto al manejo de agua constituye el principal impedimento para lograr un acceso más equitativo a los recursos hídricos” (Gleason, 2020: 76).

Entre las grandes obras que han obstaculizado la práctica de los SCALLs se encuentran las *presas o represas* que son proyectos históricos-ecológicos, que actúan como nodos de control del Estado y que han permitido el manejo y modificación del agua, junto con el control de la sociedad y medioambiente por parte de las elites (Aguilera y Naredo, 2009). Las represas emergieron como mecanismo de dominación de la naturaleza y de los ciudadanos, concentrando la hegemonía en unas pocas personas. Las represas les dan a las elites la habilidad de dirigir el agua para sus propios beneficios, a su vez privando el uso de los ríos. La élite de científicos e ingenieros han jugado un importante rol en las represas modernas, contribuyendo al desarrollo urbano y a la materialización de proyectos políticos (Romero y Sasso, 2014).

4.2. UNA NUEVA PROPUESTA EPISTEMOLÓGICA AL CONFLICTO POR EL AGUA A TRAVÉS DE LA DISCIPLINARIEDAD

La historia del agua en todas las sociedades ha sido un factor de poder social, el control del agua es un factor de poder político, y mal o bien en las sociedades capitalistas democráticas el *derecho al agua* ha ido estableciendo el rumbo a donde se quiere llegar duramente y con consecuencias graves (Castro, 2020).

La construcción de represas se justifica por el crecimiento de la población, el aumento de la demanda del agua y energía, y la expansión de los mercados. Eso se debe a los incrementos de los niveles de actividad económica, y al cambio en los estilos de vida producto del desarrollo tecnológico (Castro, 2020). Las consecuencias negativas que producen las represas son el desplazamiento forzado, enfermedades, reducción de la disponibilidad de agua para las poblaciones afectadas, que ocasionan una *desestructuración sociocultural* que afecta de manera profunda e irreversible todo el andamiaje social, cultural, político, económico y ambiental (Baleta, 2005 citado por Romero y Sasso, 2014).

Lo anterior se pueden observar en otros lugares donde los aspectos culturales son un obstáculo que no puede ser superado por la fuerza o la racionalidad de la ciencia occidental, donde el Estado decidió tal cosa en nombre del interés público para la realización de obras,

lo cual, en la actualidad se sigue replicando con las consecuencias desastrosas, lo que implica que no se ha logrado integrar el conocimiento sobre *la política, sobre la gestión del agua e incluso sobre ¿Qué es el agua?* Una comprensión de lo que es el agua, que nos permita operar con eficacia y democráticamente, es una consecuencia que va del conocimiento a la práctica del terreno con consecuencias enormes (Castro, 2020).

Bajo el discurso de intereses general, se ha otorgado por la concesión (lo que lo convierte en un monopolio) de un bien necesario y escaso como el agua para favorecer al sector privado mediante el desarrollo y construcción de presas, representando un espacio idóneo para la transferencia de ingreso de la sociedad a las constructoras” [...] “Estas estrategias parecen congruentes con la cuestión social y ambiental, además llenas de virtudes económicas. No obstante, la presa es la continuidad de una estrategia de gestión de la oferta del agua, que muestra un escenario erróneo de disponibilidad ilimitada de dicho bien esencial (Tagle, Azamar y Caldera, 2018).

Es por eso, que la captación de agua de lluvia se ha vuelto para la sociedad civil y para la academia un tema relevante por varias razones; la primera tiene que ver con la *centralidad del agua* como elemento, la centralidad de los problemas que presenta *la gestión, la política del agua, el acceso al agua, como problema social, político y como problema tecnológico*; el cual es un elemento central que le da una alta relevancia de estudio desde diferentes instituciones que están involucradas en la temática (Castro, 2020). La cosecha de agua de lluvia es vista desde la sociedad civil, la academia y desde algunas dependencias o instituciones como un proyecto que debe incluir componentes de desarrollo tecnológico que se formulen de manera adecuada a los diversos contextos, considerando el diseño o adaptación a largo plazo, y verlo como un modelo que auxilie a la reducción de las desigualdades intrínsecas y que rescate la idea de *desarrollo-ambiente incluyente* (Tagle y Caldera, 2020).

Las problemáticas del agua abordadas institucionalmente han considerado exclusivamente la visión ingenieril occidentalizada sobre el aprovechamiento y

abastecimiento de este recurso hídrico (Arrojo, 2006). La investigación científica y tecnológica juega un rol significativo para el desarrollo de innovaciones ecotecnológicas que satisfagan las necesidades sociales y ambientales; sin embargo, estas innovaciones no han considerado un dialogo de saberes, pero si los intereses políticos y económico que demanda el mercado (Tagle, Ramírez y Caldera, 2017).

De Sousa (2010), menciona que, para “problemas emanados de la modernidad, las respuestas no tendrán que ser desde la modernidad misma, sino de nuevas propuestas epistemológicas y también desde los movimientos sociales, como actores fundamentales del cambio social” (Citado en Carcaño, 2018: 40).

Las universidades deben de asumir un papel protagónico en la generación de conocimientos útiles que contribuyan a combatir rezagos sociales, como la pobreza y marginación, y problemáticas ambientales o temporalmente no resultas. Es importante que la generación de conocimientos científicos y tecnológicos sea parte entonces de un dialogo de saberes con las culturas autóctonas y conocimiento locales (Ortiz *et al.*, 2014: 19).

Ortiz *et al.* (2014), nos menciona que es indispensable incluir a la generación de conocimiento *el dialogo de saberes* para conocer los método y herramientas que se utilizan desde un aspecto local al momento de tratar el tema de la captación de agua de lluvia. Sin embargo, en América Latina desde la transdisciplinariedad se ha venido hablando del dialogo de saberes y de la ecología de saberes. Es necesario reconocer la necesidad de incorporar los saberes ancestrales de las comunidades originarias o autóctonas (afrodescendientes e indígenas). No obstante, en la práctica se ha descubierto que existe resistencia de incluir al conocimiento ancestral por parte de las instituciones al momento de seguir reproduciendo el conocimiento ordinario. Ejemplo de ello son las universidades, donde se escriben artículos relacionados con la captación de agua y el dialogo de saberes, donde en la realidad se puede apreciar que esto no se está haciendo; sin embargo, existen pocas excepciones que buscan ser reconocidas. Sin duda, es un aspecto del debate en el que se tiene que ir avanzando un poco más (Castro, 2020).

Frente a la postura arrogante de la ciencia positivista, las epistemologías del sur valoran los conocimientos que provienen de la cotidianidad de los pueblos y de los movimientos sociales en sus luchas por alcanzar la equidad, una mejor relación entre los seres humanos y entre estos y la naturaleza (Arce, 2020: 76).

No obstante, la comunidad científica en muchos casos responderá a intereses políticos y económicos, censurando incluso los resultados de sus investigaciones, con el fin de que la entrega sea asumible por el paradigma económico-social dominante. Ante este escenario, vale la pena preguntarse: ¿Para quién y para qué se hace ciencia? ¿Esta ciencia responde a los problemas que aqueja a la sociedad y al medio ambiente? ¿Cuál es el papel que juega la sociedad en la construcción de alternativas? ¿Qué tiene que ver los movimientos sociales en todo esto? ¿Cuál es la importancia de los conocimientos vernáculos en el diálogo de saberes? (Carcaño, 2018).

Frente a la postura arrogante de la ciencia positivista, las epistemologías del sur valoran los conocimientos que provienen de la cotidianidad de los pueblos y de los movimientos sociales en sus luchas por alcanzar la equidad, una mejor relación entre los seres humanos y entre estos y la naturaleza (Arce, 2020: 76).

El desarrollo tecnológico y científico ha sido impulsado por los poderes hegemónicos con el fin de seguir acumulando capital. El Estado ha fungido como aliado en la persecución de este fin. La idea de que la innovación tecnológica favorecería el desarrollo social no ha sido del todo cierta. Lo cierto es que hay una relación directa entre la ciencia y los intereses económicos y políticos (Citado en Carcaño, 2018).

Tanto la ecología de saberes como el diálogo de saberes tiene que ver con la lucha sobre la formación del *espíritu científico* como bien lo describió Bachelard en 1934, donde los *determinismos* como los *reduccionismos* pudieran ser para algunos menores y para otros son trágicamente de alta consecuencia. Por ejemplo: Castro (2020) se cuestiona ¿Cuál es el valor del agua? no solo el agua de lluvia, sino el agua, ¿De dónde viene este valor? ¿Qué le

da valor? ¿Qué valor tiene? lo cual nos lleva a encontrarnos con confrontaciones a partir de miradas epistémicas muy diferentes, pero también de posiciones políticas muy desiguales, entonces en el caso del agua ha habido un reduccionismo grande a la dimensión de la crematística de la economía, ni si quiera a lo económico, sino a lo crematístico.

Estos saberes se transmiten de generación en generación en los diversos ámbitos de la organización comunitaria; se enriquecen a través de la práctica de varias formas de trabajo y refleja un concepto del mundo que nos obliga a reflexionar sobre miradas distintas en la comprensión de un mismo fenómeno en el cual los actores tienen una participación fundamental en el ejercicio de resolución del problema” [...] “Es necesario volver la mirada hacia la adopción con conciencia ambiental y social, que contribuya a generar vías de emancipación. Es preciso dar mayor relevancia a proponer y generar modelos tecnológicos alternativos, que tomen en cuenta la preservación de los ecosistemas y que estén en función de que prevalezca el valor de uso sobre el valor de cambio (Carcaño, 2018: 42-45).

Durante el 1er Seminario Internacional de Captación de Agua de Lluvia: *Perspectiva y reflexiones desde la academia*, realizado en línea con fecha del 03 de septiembre de 2020, Castro (2020) mencionó:

Al momento de impulsar la consideración del agua, como un bien crematístico, como un bien económico en el mejor de los casos, se ha tornado en algo dominante donde los grandes actores de los mercados financieros hablan desde hace tiempo, que el agua es la mercancía del siglo XXI, creando productos donde se puede invertir en la bolsa de valores; a las empresas privadas *no les gusta* que la gente tenga su sistema de agua de lluvia, lo ven como algo que les va a quitar ingresos, usuarios y por supuesto esta visión también la tienen los sistemas operadores públicos (Castro, 2020).

Para (WSP-PPIAF) “el público se ha acostumbrado [a la prestación de los servicios de agua y saneamiento por empresas públicas] y percibe a estos servicios como un *servicio público* o inclusive como un *bien social*” (Citado en Castro, 2011: 74).

Otra forma de ver este tema es hablando de lo que son los *sujetos epistémicos*, estos sujetos no son personas, la misma persona puede representar varios sujetos epistémicos al mismo tiempo. Cuando se habla con los ingenieros, los políticos, los funcionarios y los ambientalistas sobre el tema del agua, es donde surge los diferentes sujetos epistémicos, el mismo objeto empírico *Conflicto por el Agua*, transformado en distintos objetos de conocimiento y además de acción concreta, ya el conocimiento trasladado a la acción (Castro, 2020).

Un obstáculo importante que seguimos enfrentando es el hecho de que la producción de conocimiento científico sobre el agua en general, y sobre los conflictos relacionados con este elemento en particular es sumamente fragmentada por divisiones epistémicas artificiales tales como la confrontación entre disciplinas *suaves* y *duras* o entre disciplinas de la *ingeniería* y *sociales*, evitando hablar de *ciencias* justamente para detonar el hecho de que esos atrincheramientos, separaciones y oposiciones, en gran medida artificiales, son precisamente un *obstáculo epistemológico* (Castro, 2007).

Por otro lado, la problemática del agua vista desde la gestión democrática de los servicios de agua en su forma moderna y occidentalizada, principalmente en el sector urbano, está estrechamente ligada a los procesos de ciudadanización y mercantilización (Castro, 2011). Esto a que el modelo civilizatorio ha ido delineando el rumbo a través de la supremacía del mercado. Para Toledo (2015), el consumo desmedido y el optimismo tecnocientífico ha ido socavando el tejido social y la relación con la naturaleza, ya que esta es vista simplemente como un *recurso* que tiene que ser explotado (Citado en Carcaño, 2018).

Esa fragmentación significa que el mismo problema empírico puede ser construido como un objeto de conocimiento de múltiples formas a partir de muchas cuestiones. Esto tiene que ver con un orden de conocimiento que dominan el mundo occidental, organizado en torno a disciplinas (la ingeniería y sus sub-ingenierías, la sociología, la antropología y todas aquellas disciplinas que se interesan en el tema del agua); tienen sus epistemologías,

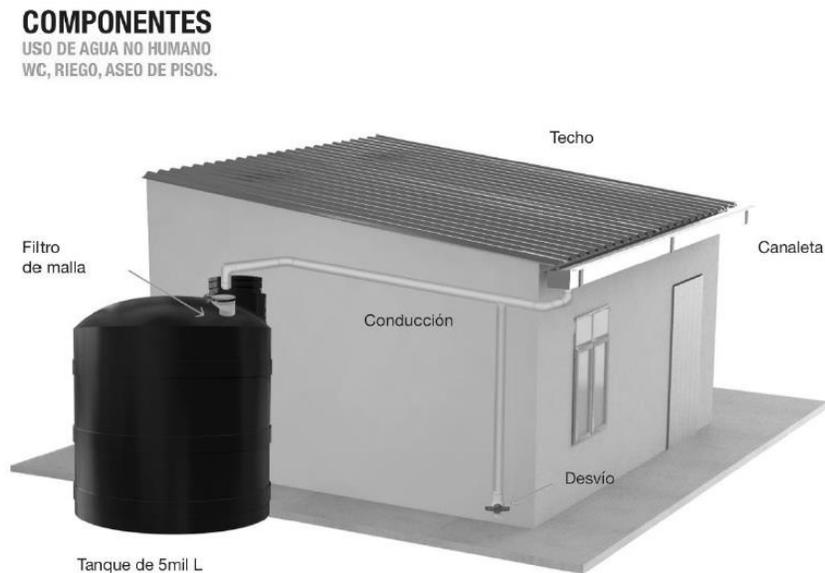
tienen sus métodos, y a partir de esto construyen sus objetos y sus problemas de conocimiento (Castro, 2020).

4.3. LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA COMO UN MODELO INTEGRAL PARA EL SUMINISTRO DE AGUA EN LAS CIUDADES: LAS EXPERIENCIAS

Para Lee *et al.*, (2016); Karim *et al.*, (2015) “los sistemas de Captación de agua de lluvia SCALL aparecen como alternativa innovadora para el suministro de agua que atiende directamente la problemática de escasez de agua, además de tener un amplio potencial para ayudar en la disminución de gasto familiar” (Citado por Tellman, 2019: 6).

“Los SCALL son una tecnología adaptable a zonas urbanas y rurales; hay opciones rústicas, sofisticadas, de alto costo, domiciliarias, comunitarias, etc.” (Ortiz *et al.*, 2014: 59). De manera general, estos sistemas interceptan y capturan agua de lluvia para posteriormente emplearse en labores de la vivienda. Se componen de varios elementos que tienen como función: captar, conducir, filtrar y almacenar. Sin embargo, bajo determinadas circunstancias, como en edificios, se agregan dispositivos dedicados al bombeo y distribución (Torres, 2019).

Imagen. Sistema de captación de agua de lluvia en vivienda



Fuente: Lomnitz, Sotomayor, Vargas, Revollo y Hernández (2018)

También, “se han promovido diferentes arreglos de diferentes materiales, con diferentes métodos de captación e incluso con diferentes métodos de construcción y mantenimiento, adaptados de acuerdo con la calidad y a la cantidad de agua que se pretende captar, así como a las condiciones climáticas” (Ortiz et al, 2014: 59). Asimismo, (Anaya, 1998) nos menciona que los materiales que se han usado para los sistemas de almacenamiento como cisternas “han sido polietileno, ferrocemento, cal, placas de cemento, tela-cemento, bambú y materiales locales (Citado en Torres, 2019: 132)

Los SCALL son artefactos que no son sencillos de instaurar en las viviendas debido al componente social de las dinámicas familiares, para ello se requiere de seguimiento y supervisión que permita en el mediano-largo plazo que las familias normalicen el uso y la aplicación de estas ecotecnias, y que también tenga impactos a nivel de cuenca, principalmente en la recuperación ambiental de éstas y como apoyo a la economía familiar (Tagle y Caldera, 2020).

Al hablar de SCALL como ecotecnología, se tiene que poner en discusión los procesos de *adopción social y no de apropiación*, donde la adopción incorporando las cuestiones culturales sobre el *cuidado, mantenimiento y sostén*, para que en escenarios en que se pueda venir abajo la ecotecnia se cuente con los elementos para resolver cualquier tipo de problemática que se puedan presentar, y en este sentido, el paradigma en vez de tener, recibir y poseer, se cambie por el paradigma de haber, saber y conservar, como un punto fundamental en el tema ecotecnológico (Tagle y Caldera, 2020).

Sin duda la ecotecnología, y en especial los sistemas de captación de agua de lluvia, pueden tener sus primacías, sus perjuicios, y sus prejuicios; sin embargo, la gestión del agua debe ir más encaminada a crear ciudades más consientes y propositivas ante la problemática del agua <<*Ciudades Sensibles*>>, donde los sistemas de captación deben de ser considerados dentro de las políticas y normatividades como una centrifuga que impulse el cuidado y la cultura del buen uso del agua a través del aprovechamiento del agua de lluvia.

Una *ciudad sensible al agua* sería aquella en que se implemente las mejores prácticas de manejo urbano del agua de acuerdo a las características particulares de cada sitio, permitiendo alcanzar los beneficios que un ciclo del agua sano y correctamente manejado puede proveer: seguridad en el suministro, sanidad pública, protección contra inundaciones, protección y restauración ambiental, espacios de recreación, neutralidad climática, asegurando al mismo tiempo, que las futuras generaciones puedan gozar de estos beneficios. Así también, sería aquellas ciudades donde en los procesos de planeación urbana se otorga prioridad al manejo de los recursos hídricos integrado todas las partes del ciclo del agua (Gleason, 2020: 74).

Debido a la posibilidad de su captación y disponibilidad, en las últimas décadas se han llevado a cabo acciones que se extienden por todo el planeta. Algunas de estas acciones se mencionan a continuación.

El camino hacia la sustentabilidad en la concepción, diseño y construcción de las ciudades en cuanto al manejo de los recursos hídricos ha transitado por diversas etapas dictadas, así como por diferentes motivaciones sociales y políticas (Gleason, 2020: 71).

Uno de los países que más aprovecha el uso de agua de lluvia es Australia, esto derivado de una aguda sequía que indujo al gobierno australiano a invertir la mayor parte de sus recursos económicos durante los años 2005 al 2015 para crear un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, mismo que contempló el modelo de *urbanismo disperso* [urbanismo de baja densidad] (Saurí, 2020). Asimismo, desde “la experiencia australiana, aunque las particularidades sociales, económicas, políticas, bióticas y físicas de las ciudades definen la individualidad de cada situación, propiciando que la transición entre las etapas no necesariamente deba ser lineal ni que etapas sean mutuamente excluyentes” (Brown, Keath y Wong, (2009) citado por Gleason, 2020: 71).

Igualmente, los “Estados Unidos de América los SCALL se comenzaron a emplear en 15 estados de este país, siendo Texas el estado donde más se utilizaba, y se contaba con alrededor de 50 compañías especializadas en diseño de SCALL” (Duran *et al.*, 2010, citado por Torres, 2019: 133). También, se indica que actualmente en los Estados Unidos de América existen más de 100 000 mil hogares que usan agua de lluvia para uso no potable, especialmente en California, donde sufren sequias y se aprecia un urbanismo disperso (urbanismo de baja densidad), lo que facilita la instalación de sistemas de captación (Saurí, 2020).

De la misma forma, se muestra que “Alemania ha venido incorporando cada año 50 000 mil SCALL como parte de su política pública, ya que la oferta del agua no crece al ritmo de las aglomeraciones urbanas, utilizando cubiertas de edificios, calles y vías peatonales” (Duran *et al.*, 2010, citado por Torres, 2019: 132). En Europa, Alemania es el país con mayor número de instalación para uso no potable, donde no existen casi problemas de suministro y abastecimiento de agua. Sin embargo, en el área mediterránea donde se localiza España, Italia y Grecia la implementación es menor en la actualidad (Saurí, 2020). “Alemania tiene agua suficiente para todos los usuarios, el estrés hídrico es raro, el control de la contaminación del agua, así como su protección es relativamente efectivo, cuenta con excelente protección de acuíferos y vigila la calidad de agua que se filtra al subsuelo” (Gleason, 2016: 239).

Alemania actualmente cuenta con más de 1.5 millones de sistemas integrados de agua de lluvia para descargas de inodoros, limpieza, riego y lavandería. El 35% de los edificios nuevos están equipados con un sistema de captación de agua de lluvia y cada año se instalan entre 50 000 mil y 80 000 mil nuevos sistemas. También, se cuenta con bastante apoyo público hacia el agua de lluvia especialmente en la gestión de inundaciones urbanas: los nuevos proyectos urbanos son requeridos por la ley para retener/ infiltrar el agua de lluvia en el sitio y cada vez más las regulaciones nacionales y multinacionales requieren que la cantidad y calidad de la escorrentía de aguas pluviales se aborden en el diseño urbano (Gleason, 2016).

La responsabilidad de promover los servicios del agua reside en los municipios. No son entidades ni del estado en los términos usuales, ni son emanaciones (o creaciones) del estado, ni subdivisiones que estén subordinadas a los estados. Ellos tienen su propia legitimidad democrática y autónoma plasmada en un auto-gobierno, garantizada por una constitución alemana o *Ley básica* (Gleason, 2016: 241).

En Alemania la lista de prioridades para medidas de gestión descentralizada del agua de lluvia es:

Prioridades	Medidas
1	Eliminar superficies pavimentadas en la ciudad mediante la creación de parques y jardines, espacios interiores verdes, arbolados de calles, etc.
2	Construir fachadas, balcones y terrazas verdes
3	Construir cuerpos de agua artificial (zonas húmedas, estanques, etc.)
4	Usar agua de lluvia para la refrigeración de edificios masas de agua urbanas
5	Usar agua de lluvia para riego de jardines, descarga de cisternas de inodoro

6	Promover instalación de pavimento poroso para la para favorecer la infiltración
7	Promover espacios de almacenamiento natural de agua (pequeñas deprecaciones del terreno) Para favorecer la infiltración

Fuente: Senado de Berlín, Departamento de Desarrollo Urbano, cuadro elaborado por Saurí (2020).

Desde otra perspectiva, en el caso de Guanajuato, México, se han implementado estrategias ecotecnológicas para tratar de armonizar los retos sociales y ambientales a través de programas gubernamentales y de la sociedad civil, para coadyuvar con el medio ambiente de las poblaciones más vulnerables; son estufas ecológicas, huertos de traspatio o comunitarios, cisternas de ferrocemento, baños secos, biofiltros, paneles solares y biogás (Monroy, 2018). En los últimos cuatro años, se notan esfuerzos importantes por parte del gobierno del estado, a través de Secretaría de Desarrollo Social y Humano y de la Secretaría de Ecología, para instalar ecotecnias entre las que se encuentra la tecnología para cosecha de agua de lluvia (Tagle, Álvarez y Caldera, 2018).

En el caso de Guanajuato, dado el escenario de estrés hídrico, han tratado de apostarle a un modelo gestión del agua que es influido por un modelo de desarrollo neoliberal que consiste en adquirir agua por medio de trasvase de otra cuenca como es el caso del proyecto El Zapotillo. (Tagle y Caldera, 2020).

Desde el caso práctico de Guanajuato, se analizaron cinco municipios donde se aplicaron programas del Gobierno del Estado (San Felipe, Tierra Blanca, Comonfort, A paseo el Alto y Pénjamo), siendo estos municipios los de mayor vulnerabilidad (Tagle y Caldera, 2020).

Tagle, Álvarez y Caldera (2018) nos mencionan que durante los trabajos de campo en los municipios de Pénjamo y Tierra Blanca se identificó que los usos más frecuentes que se da al agua captada, tanto la de los sistemas domésticos como la de los sistemas comunitarios de captación, son:

- Consumo humano, como si fuese agua potable.
- Consumo animal
- Para efectos de higiene personal.
- Para actividades de mantenimiento del hogar, como limpieza de la casa, lavado de ropa, riego de plantas y jardines.
- Para riego de los huertos de traspatio.
- Para descargas de baño, en caso de que la vivienda disponga de sanitarios.

En el estado de Guanajuato, se ha detectado que en el municipio de Pénjamo son las mujeres las que se han apropiado de las ecotecnias disponibles, pues las administran y operan dado que las consideran parte de los enseres del hogar. Asimismo, se pudo notar que la inserción en el uso de las ecotecnologías se motiva prioritariamente por la necesidad que existe por el acceso al agua, así como por el ahorro económicos y el alivio al esfuerzo que se tiene que realizar para acarrear agua a las viviendas (Herrera, Tagle y Rodríguez, 2018).

4.4. REPENSAR LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DESDE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Del mismo modo, el tema de las ecotecnias desde un marco analítico de las políticas públicas es que el Gobierno de Guanajuato ha evaluado y dado seguimiento a sus estrategias, en este caso en la revisión de ecotecnias en términos más generales, donde una de las ecotecnias más importantes son los captadores de agua de lluvia (Tagle y Caldera, 2020).

En la actualidad en Guanajuato no se ha expandido la propuesta para la construcción de políticas públicas alternativas ajenas a las del ambientalismo de mercado; sin embargo, las ha asumido como un componente de la política social (Tagle y Caldera, 2020).

Para Tagle y Caldera (2020), algunos rasgos que se han empezado a identificar para que se dé esta política pública en el estado, son que los bienes y servicios que se entreguen como programas sociales para el bienestar (ecotecnias) consideren:

- Que debe de ser accesible, especialmente para los sectores más pobres de la sociedad.
- Debe ser enfocada a las necesidades y contextos locales.
- Ser amigables con el ambiente, promoviendo el uso eficiente de recursos, el reciclado y el re-uso de los productos.
- Promover el uso de recursos locales y su control.
- Generar empleo en las economías regionales, especialmente en las áreas rurales y periurbanas, de las que la población ha tenido que migrar por falta de oportunidades.
- Ser producidas preferentemente a pequeña escala y de forma descentralizada.
- Ser diseñadas, adaptadas y difundidas mediante procesos participativos, con diálogo entre los saberes locales y los científicos.

Como parte de lo anterior, es necesario proponer *dos líneas de re-significación* para las políticas públicas; para ello se requiere el rescate de lo público, en este caso lo público como hegemonía, y donde la ciudadanía debe de participar, en lo cual se cree que a través de las políticas públicas esto se puede lograr, sobre todo cambiando el perfil de políticas verticales por políticas horizontales, es decir, re-significar lo público como un acuerdo democrático entre todos los actores, y en la que las ecotecnias formen parte de esa re-significación; en este caso la captación de agua de lluvia como factor importante para garantizar el acceso universal al agua (Tagle y Caldera, 2020).

CONCLUSIÓN

La captación de agua de lluvia es un tema que poco a poco va generando el interés tanto del mundo académico, institucional y civil, por qué aparece como una alternativa reformadora para el abastecimiento de agua, y que, a su vez, pudiera atender de forma directa la problemática de escasez de agua.

La captación de agua debe de ser considerada una opción seria y genuina para aquellas zonas que presentan estrés hídrico, y donde la escasez del agua restringe los dinamismos básicos de la población. Sin embargo, esta práctica puede ser también replicada en zonas que

no presentan problemas de abastecimiento de agua, sino que su contribución es más enfocada al cuidado y conservación del recurso hídrico. Por lo que, el proceso de recuperar, almacenar y aprovechar las precipitaciones es más atractivo, para aquellas zonas que no tienen complicaciones en cuanto al acceso y disponibilidad de agua de uso potable, ya que su inversión gira más al cuidado y conservación del recurso hídrico, lo cual, hace que sus políticas volteen hacia un estado de bienestar, al incrementar los depósitos disponibles, evitando la fatiga de los acuíferos y la sobreexplotación; asimismo, se encarga de promover una mayor cultura social y genera un espíritu de responsabilidad sobre el uso y cuidado del vital líquido.

Los sistemas de captación de agua de lluvia pueden tener sus primacías y sus perjuicios, sin embargo, la gestión del agua debe ser enderezada a crear paisaje urbano más compatible con el medio ambiente, donde el ordenamiento urbano sea más consiente y propositivo ante la problemática del agua. Por lo que, los sistemas de captación de agua de lluvia deben de ser incrustado como un elemento que sume y contribuya a satisfacer el acceso a agua de calidad, tanto en zonas urbanas, periurbanas y rurales, así, como a centros de población dispersas.

Capítulo 5

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS PRIORITARIAS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN LEÓN, GUANAJUATO

INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene por objetivo establecer un planteamiento para contribuir a la implementación de ecotecnias, en específico sistemas de captación de agua de lluvia en León, Guanajuato. Se propone usar la información disponible de INEGI (2015), en materia de vivienda a nivel de AGEB para establecer un sistema de mapeo que permita identificar aquellos AGEBs sobre la mancha urbana que sean susceptibles para desarrollar un proyecto de captación de agua de lluvia mediante SCALLs, considerando esencialmente la ausencia del servicio de agua potable por parte del organismo operador.

Los datos de INEGI ofrecen información nutrida en materia de vivienda que hace posible establecer zonas con falta de servicios públicos esenciales para la población y que afectan a su bienestar social, así como la ausencia de equipamiento de las propias viviendas. Con esta información disponible se tomó primordialmente el dato “Total de viviendas habitadas particulares que no disponen de agua entubada y no se abastecen del servicio público del agua” y se mapeó por AGEB identificando aquellos que presentan una mayor carencia del servicio estableciéndolos como prioritarios para la atención de un sistema de captación que les permita disponer de abasto en época de lluvias para atender varias de las múltiples necesidades que se dan dentro del hogar.

El capítulo está dividido en tres secciones. En el primero se da un acercamiento al contexto que presenta Guanajuato en materia socioeconómico, mismo que remarca la atención por identificar acciones que puedan contribuir a aliviar las ausencias dentro de la vivienda de aquellos servicios básicos que padece actualmente una parte de la población de Guanajuato. En el segundo apartado se describe al municipio de León, en términos de población y vivienda, en este mismo apartado aborda las condiciones físicas del agua que

actualmente representan un reto respecto a la crisis del agua que está enfrentando el municipio. En el tercer apartado se realiza el mapeo de aquellas zonas consideradas clave para la intervención mediante programas de captación de agua de lluvia. Finalmente se ofrecen las conclusiones.

5.1. EL CONTEXTO GUANAJUATENSE Y LA PERTINENCIA DE ECOTECNIAS

En el estado de Guanajuato, al igual que en el país, se optó por un modelo de crecimiento económico basado en la industrialización y modernización a partir de los años ochenta, mismo que ha provocado la degradación ambiental en el estado. El modelo económico aplicado en el estado ha contribuido sin duda a obtener un crecimiento, sin embargo, sus efectos no han sido benéficos en lo social y ambiental dentro del llamado corredor industrial y fuera del él, ha sido más notorio la línea de la desigualdad social y degradación del medio ambiente. El estado de Guanajuato, tienen una vasta diversidad biológica, importante y diversos recursos minerales, ríos, acuíferos y suelos. Sin embargo, el desarrollo económico y el acelerado crecimiento poblacional mantienen a la entidad en graves condiciones de daño ambiental. En este sentido, el reto para el estado consiste en detener y revertir los procesos históricos de deterioro ambiental con el objetivo de asegurar la conservación de la biodiversidad. Con el fin de diferenciar el territorio en áreas comunes para la planeación ambiental, el estado considera como criterio la regionalización ecogeográfica y divide a la entidad en cuatro grandes regiones ecológicas que pueden ser claramente identificadas que son: 1) Sierra y altiplanicie de la Mesa Central guanajuatense; 2) Sierra Gorda; 3) el Bajío; y, 4) Sierra Volcánica del sureste guanajuatense. La comprensión del medio físico es la base para el entendimiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales del estado, tanto en el contexto nacional como en lo local. Para entender la relación de la sociedad con su biodiversidad es necesario analizar el pasado y la actualidad de los pobladores de la entidad con respecto a la ocupación y el uso del territorio y sus recursos naturales. En el estado se presentan profundas contradicciones y desigualdades entre su población, que se expresa en las localidades en el nivel de marginación y los indicadores de rezago educativo y salud.

El uso intensivo de los recursos en el estado se documenta desde la época de la Colonia. Con la extracción de la minería, aumentado con la explotación de los bosques que

eran necesario para producir madera y leña suficiente para extraer el metal. En los años setenta la economía guanajuatense concentraba su fortaleza competitiva fundamentalmente en actividades tradicionales, dirigidas básicamente al mercado nacional. Actualmente destaca el peso económico de las actividades del sector secundario y terciario vinculadas con el mercado externo. De acuerdo con lo anterior, la evolución de la economía en Guanajuato, y sus implicaciones con relaciones en la sustentabilidad, requiere una profunda renovación a partir de una perspectiva compartida acerca del tipo de desarrollo deseado y necesario en el estado. Esto con base en una visión conjuntamente acordada entre la sociedad y el gobierno, en la que se describa las mejores vías para empatar los objetivos del crecimiento y la competitividad con los de equidad, justicia y el bienestar social, la conservación, en su caso, recuperación y aprovechamiento sustentable del capital natural¹² (CONABIO y IEE, 2015:19; 26).

La relación sociedad-naturaleza que impera en el Bajío guanajuatense, está mediada por las relaciones de poder vinculadas con el conjunto de instituciones del proyecto civilizatorio occidental, basado en la ideología del mercado, con su instrumento en políticas públicas orientadas al crecimiento económico. Tal modelo económico ha puesto al mercado como el eje organizador y rector de la sociedad y deja a la naturaleza a las órdenes de la acumulación de capital, cuyo ejemplo claro es la atracción de inversión extranjera directa (IED), con énfasis en la industria automotriz. La problemática que padece el Bajío guanajuatense en cuanto al medio ambiente, como el abastecimiento de mantos freáticos, la pérdida de la calidad del agua potable, el daño causado por las aguas residuales, el deterioro en la calidad del aire, la degradación del suelo, la deforestación, la pérdida de la biodiversidad y el cambio climático, entre otros, es considerado la gama amplia de la política de mercado de las últimas cuatro décadas. La presión constante que sufre el medio ambiente en el Bajío guanajuatense, al ser receptor de residuos del modelo de desarrollo, es el resultado de los acuerdos sobre la permisividad de la normatividad ambiental a favor de la lógica del crecimiento económico, lo que orilla peligrosamente a una ruptura de la capacidad de resiliencia de los ecosistemas de la región. Así, Guanajuato se encuentra sumergido en una

¹² Véase Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de ecología del Estado de Guanajuato (2015) Estrategias para la Conservación y el uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Guanajuato. CANABIO e IEE, ISBN 978-607-8328-37-6. México.

paradoja ambiental. El dominio de la ideología del crecimiento económico imposibilita colocar el tema de la crisis del medio ambiente en las prioridades del estado y de los municipios, ya que en la región el dogma del crecimiento económico se impone a la racionalidad ambiental¹³ (Tagle, Caldera y Rodríguez 2017). A nivel nacional, Guanajuato es de las principales economías de México, pero también figura como una de las entidades con más marcado contraste entre las grandes ciudades industrializadas, como León, y los municipios de Atarjea, Xichú, Ocampo, Santa Catarina y Victoria que subsisten en condiciones de marginación y pobreza. Las zonas rurales guanajuatenses registran anualmente más personas migrantes hacia el vecino país del norte. Bajo esta circunstancia la reorganización familiar exige diferentes estrategias de sobrevivencia (Rodríguez, 2018).

El Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social en el estado de Guanajuato y sus municipios destaca la reducción consistente de la población en condiciones de pobreza y de la población en condiciones de pobreza extrema en el periodo comprendido de 2010 y 2016.

Tabla. Indicadores de pobreza en Guanajuato

Indicador	Año			
	2010	2012	2014	2015
Población en pobreza	2,703,742	2,525,849	2,683,282	2,489,715
Coefficiente de Gini**	0.433	0.463	0.449	0.576

Fuente: Elaboración de la SEDESOL con datos de la CONEVAL.

Estimaciones del CONEVAL con base en el MEC 2016 del MECS-ENIG.

¹³ Véase a los autores Daniel Tagle, Alex Caldera y Antonio Rodríguez (2017) Complejidad ambiental en el Bajío mexicano: implicación del proyecto civilizatorio vinculado al crecimiento económico. Región y sociedad, Vol. 29 No. 68, ISSN 1870-3925. Hermosillo. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252017000100193

El coeficiente de Gini es una medida entre el 0 y 1 utilizada para medir la desigualdad en los ingresos dentro de un país, en donde 0 indica perfecta igualdad y 1 perfecta desigualdad.

La mejor focalización de los recursos FAIS en Guanajuato se reflejan en el impacto positivo de la inversión en el abatimiento de la pobreza. Entre 2010 y 2016, el número de personas en situación de pobreza se redujo en 214.03 miles, lo que representa una disminución en la incidencia de 6.2 puntos porcentuales. Por otra parte, el coeficiente de Gini ubicó en 0.576 lo que representa un aumento de 0.143 puntos con respecto a lo registrado en 2010 (SEDESOL 2018).

Los datos anteriormente señalados muestran que la brecha de la pobreza se ha ido cerrando. Sin embargo, la intención es de conocer cuáles son los elementos que ha determinado la disminución de la pobreza en Guanajuato y a su vez conocer si estos factores han influido de la misma forma en el medio ambiente, con el uso racional de los recursos naturales en los sectores más vulnerables o desprotegidos, en especial las áreas rurales o áreas naturales protegidas.

Tabla. Municipios con mayor y menor porcentaje de población en situación de pobreza 2010

Pobreza				Pobreza extrema		
Municipios	Porcentaj e	Persona s	carencia s	Porcentaj e	Persona s	Carenci a
Municipios con mayor porcentaje de población en pobreza						
Atarjea	77.9	3,484	2..6	27.9	1,248	3.6
Xichú	77.6	5,717	2.6	29.2	2,150	3.5
Ocampo	74.9	13,876	2.4	21.8	4,038	3.5

Santa Catarina	74.7	2,399	2.4		23.7	761	3.5
Victoria	74.3	10,276	2.7		28.2	3,895	3.6
Municipios con menor porcentaje de población en pobreza							
León	37.8	600,145	2.2		4.2	66,687	3.7
Guanajuato	38.3	72,003	2.2		5.1	9,507	3.7
Celaya	39.6	203,055	2.2		5.4	27,602	3.6
Salamanca	41.1	117,234	2.2		5	14,312	3.6
Irapuato	43.6	243,719	2.3		6.5	36,489	3.7

Fuente: CONEVAL disponible en:

https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Guanajuato/Paginas/pob_municipal.as

[px](#)

Para el año 2010 Guanajuato contaba con 5 de sus 46 municipios con un alto porcentaje e índices de “Pobreza” y “Pobreza extrema” lo cuales son: Atarjea, Xichú, Ocampo, Santa Catarina y Victoria); mientras que los municipios con menor población empobrecida son León, Guanajuato, Celaya, Salamanca e Irapuato (CONEVAL 2010).

El estado de Guanajuato concentra el 4.8% de la población total del país y su territorio representa el 1.6% del total nacional. Es el sexto Estado más poblado y vigésimo segundo respecto a la magnitud de su territorio. Su población es eminente urbana, con casi dos terceras partes en zonas urbanas y el resto en las zonas rurales (RO SEMAOT, 2019: 1).

El plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040”, en su dimensión 3. Medio Ambiente y Territorio, Línea estratégica 3.1 Medio Ambiente. Transitar decisivamente hacia un balance hídrico y equilibrio ambiental que asegure la

sostenibilidad del desarrollo en Guanajuato en todos sus ámbitos, Objetivo 3.1.2 Lograr una adecuada gestión del medio ambiente que favorezca el aprovechamiento racional sustentable de los recursos naturales. Estrategias 3.1.2.2 Protección y conservación de la biodiversidad y en los ecosistemas en el territorio estatal, Objetivo 3.1.3 Desarrollar entre diferentes sectores de la sociedad las capacidades para la mitigación y adaptación al cambio climático, Estrategia 3.1.3.2 Conservación y restauración del suelo y de la vegetación Nativa (RO SEMAOT, 2019: 3).

En esta línea, el estado de Guanajuato (a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial) cuenta con once programas enfocados al cuidado del medio ambiente, por lo que es de interés analizar el *Programa Protección Ambiental para las Futuras Generaciones*, que tiene como objetivo fortalecer la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las áreas naturales protegidas estatales, para reducir la erosión del suelo e incrementar la infiltración del agua de lluvia en zonas degradadas, fortalecer la gestión, incrementar las capacidades de manejo de las áreas naturales protegidas, promover un mayor conocimiento de la importancia de cada área natural protegida, sanear árboles plagados, reducir el impacto de incendios forestales en áreas naturales protegidas y mejorar la infraestructura de las zonas de uso público de las áreas naturales protegidas (RO SEMAOT, 2019 pp. 6;7).

De acuerdo con la secretaria de Desarrollo Social y Humano del estado de Guanajuato SEDESHU, (2015) El Gobierno de Guanajuato ha implementado programas y proyectos para impulsar el desarrollo de sus municipios, cuyo objetivo es mejorar y equipar la vivienda de la población en situaciones en desventaja social; es decir, hogares que no tienen la posibilidad de satisfacer una línea básica de bienestar. La instalación de pisos firme, techo digno, ecotecnias, entre otras, son algunas de sus estrategias. Es de interés ahondar en la estrategia de instalación de ecotecnias, ya que es una acción del Gobierno para tratar de armonizar los retos sociales y ambientales en las localidades. Las ecotecnias son tecnologías ecológicamente racionales diseñadas para proteger el medio ambiente, ya que son menos contaminantes y optimizar los recursos utilizados. La tecnología es un asunto social que involucra y relaciona a la infraestructura con talento humano. En esta tesitura, Lichtenthaler

(2009) define la tecnología como la capacidad de un individuo u organización para hacer productivo el conocimiento y la información, ligada a un conjunto de tecnologías específicas y al desarrollo de estrategias para el desarrollo. Puranam (2007) plantea que consiste en el uso eficaz de los conocimientos técnicos y habilidades para mejorar una situación determinada (En Tagle y Herrera, 2018: 53; 55).

Se pretende revisar el programa gubernamental *Protección Ambiental para las Futuras Generaciones* en el estado de Guanajuato, y saber si este colabora con el bienestar de las poblaciones más vulnerables, así como el cuidado del medio ambiente a través de la implementación de ecotecnias como son: estufas ecológicas, huerto de traspatio o comunitario, cisternas de ferrocemento, baños secos, paneles solares entre otros. Lo cual les ayudará a la población alcanzar un beneficio económico y les permitirá tener un acceso constante a agua potable y saneamiento, a una vivienda digna y alimentación adecuada. La intención de analizar el *Programa*, nos permitirá introducirnos a la realidad de la población que habita en las zonas rurales y áreas protegidas guanajuatenses a través del enfoque del desarrollo sustentable, para efecto conocer las estrategias comunitarias y su vinculación con la política pública a través de acción gubernamental para combatir la desigualdad social, así como para disminuir el uso irresponsable de los recursos naturales como satisfactor de las necesidades básicas del hogar (Agua, salud, vivienda y saneamiento...). Igualmente, se busca aportar con una forma de implementar ecotecnias y darles viabilidad para reducir la brecha de la pobreza y vulnerabilidad de las familias que habitan en zonas rurales del Estado, y que esta pueda ser una alternativa de desarrollo, que a su vez contribuyan a mitigar el cambio climático por medio del uso responsable de los recursos naturales, y que nos acceda a recopilar las experiencias de la población beneficiada de los proyectos adscritos a programas del gobierno municipal y estatal que decidan implementar ecotecnias, mismas que sirvan como principal sustento del análisis socioambiental permitiéndonos conocer el impacto de la ecotecnología en las zonas urbana y rural como satisfactor de servicios básicos del hogar.

5.2. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO DE LEÓN

León conforma uno más de los 46 municipios del Estado de Guanajuato en México. Con los últimos datos de Población y Vivienda del INEGI (2020), el municipio contó 1,721,215

habitantes, lo que lo hace el municipio más poblado del estado de Guanajuato. Nos obstante, para el presente ejercicio se utiliza la información de 2015 ya que la 2020 no está desglosada por AGEB.

Mapa. León Guanajuato



Fuente: (Tagle y Caldera, 2021)

Entre 2000 y 2015 la población creció 38.9%, mientras entre 2010 y 2015 el crecimiento fue de 9.8%, este último dato destaca una desaceleración en el crecimiento poblacional el registró entre 2000 y el 2010. Respecto al dato de las viviendas León mostró un crecimiento significativo de 77.6% entre el 2000 y el 2015 (INEI, 2015).

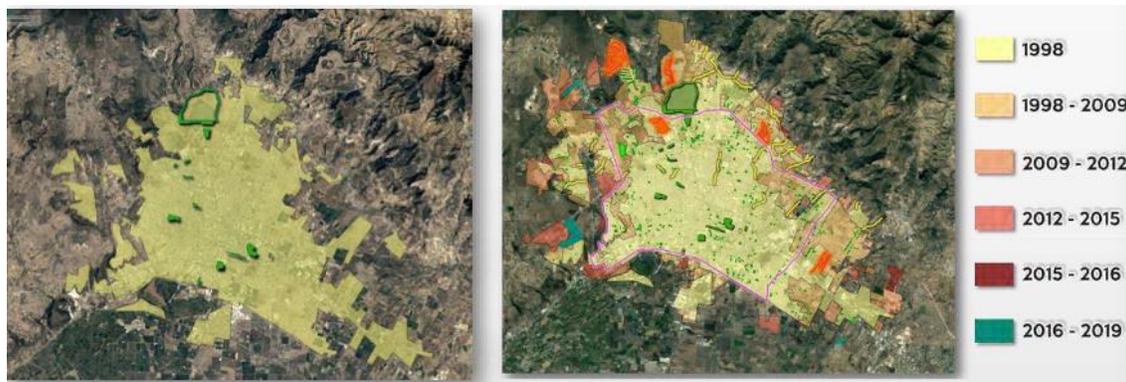
Tabla. Dinámica poblacional del municipio de León, Guanajuato

Año	Población	Viviendas
2000	1,135,798	217,874
2005	1,294,127	268,717
2010	1,436,480	329,952
2015	1,578,626	386,977

Fuente: INEGI (2015)

En 2015 León era el cuarto municipio más poblado del país, no obstante, para el censo INEGI (2020) León se convirtió en el tercer municipio más poblado a nivel nacional, solo por debajo de Tijuana e Iztapalapa. A nivel de zonas metropolitanas, la Zona Metropolitana de León (ZML) es la sexta más poblada del país integrando 1.96 millones de habitantes (IMPLAN, 2017).

Mapa. Crecimiento urbano del municipio de León



Fuente: IMPLAN (2019:11)

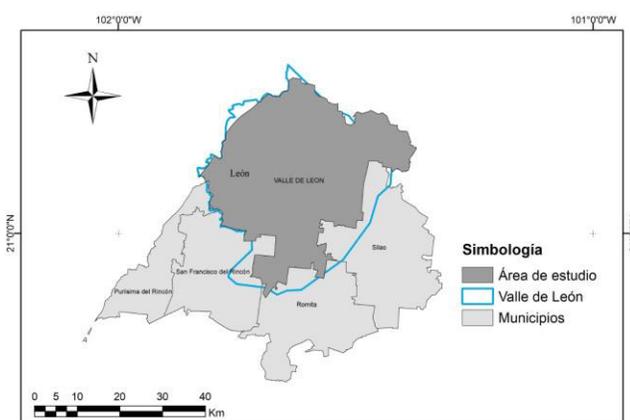
De acuerdo con IMPLAN (2019) de 1998 a 2019 la zona urbana de León se expandió 72.5%, es decir, el equivalente a 9 mil 662 hectáreas, pasando de 13 mil 374 hectáreas en 1998 a 23 mil 018 hectáreas en 2019, aspecto que “ha requerido de fuertes esfuerzos institucionales para equipar y dotar a la ciudad de los diversos servicios públicos que son requeridos por los leoneses” (Tagle, Caldera y Rodríguez (2021).

5.2.1. El agua en León

En León mayoritariamente el agua que abastece a la ciudad proviene del acuífero del Valle de León. El agua subterránea atiende múltiples usos que van de lo público urbano a lo agrícola, industrial y comercial. Tiene una extensión de 1 337 km² (IMPLAN, 2018). Su

recarga total media anual es de 124 millones de metros cúbicos (mm^3), pero presenta una sobreconcesión de 178 mm^3 dando como resultado una sobreexplotación con 54 mm^3 (Conagua, 2020). Actualmente se tiene identificado que las principales zonas de recargar del acuífero se presentan en la Zona Sur y en Sierra de Lobos, estas zonas aportan bajo potencial de infiltración, pero son fundamentales en el rol de la captación hídrica que se infiltra entre las líneas de las zonas de recarga; no obstante, se encuentran en riesgo por el crecimiento de la mancha urbana (IMPLAN, 2020).

Mapa. Acuífero del Valle de León



Fuente. Tagle y Caldera (2021)

5.2.2. Los problemas del agua en León y las respuestas institucionales

La tabla abajo sintetiza los principales problemas identificados institucionalmente que presentan León en materia del manejo de agua. Los retos se centran en la sobreexplotación del acuífero debido a múltiples prácticas nocivas que afectan la condición medio ambiental, en cantidad y calidad, del acuífero del Valle de León. Sin embargo, es notorio que la parte oficial plantea a los usuarios del acuífero (agrícolas, domésticos, industriales y comerciales) como los de mayor incidencia en dicho deterioro de la principal fuente de abastecimiento de la ciudad de León omitiendo la afectación del SAPAL en la gestión del agua, el cual se relaciona con la eficiencia física del organismo operador (65 % en 2018); así como con el tardío proceso del saneamiento de las aguas residuales de la ciudad (Tagle y Caldera, 2021).

Tabla. Problemáticas constantes entorno al agua planteadas institucionalmente

Problemática	Reto	Datos actualizados
Sobreexplotación del acuífero	Optimizar el uso del recurso hídrico para asegurar el abastecimiento de agua potable asequible en cantidad y calidad en el municipio	53.8 millones de m ³ de sobreexplotación del acuífero Año 2018 Diario Oficial de la Federación de fecha 4 de enero de 2018
Pérdida del recurso hídrico por riego no tecnificado en el sector agrícola	Incrementar la tecnificación de los sistemas de riego en el sector agrícola	No disponible
Incremento de la demanda del volumen del recurso hídrico para uso doméstico industrial	Garantizar el acceso universal al agua en el municipio de León a través de infraestructura hidráulica y fomento de las buenas prácticas para el uso del recurso	49 millones 819 mil 540 m ³ atendida doméstica 2 millones 576 mil 331 m ³ demanda atendida industrial Año 2019 SAPAL
Falta de tratamiento de aguas residuales domésticas	Dar tratamiento al 100% de las aguas residuales de	50 millones 816 mil 809 m ³ volumen de aguas residuales

e industriales en algunas zonas del municipio	origen doméstico e industrial que se vierte en cauces o cuerpos de agua en todo el municipio	tratadas por las diferentes plantas. Año 2019 SAPAL
---	--	---

Fuente: IMPLAN (2020:11)

La definición de las problemáticas del agua en León, formuladas institucionalmente, dieron paso a las autoridades locales, estatales y federales a coordinarse en diferentes momentos de este milenio para generar una serie de proyectos prioritarios albergados dentro de los Programas Estratégicos del municipio, esto bajo el eje de *Sustentabilidad del agua*. El cual establece las responsabilidades del SAPAL para atender dichas problemáticas de acuerdo con el Plan Maestro de Desarrollo Hidráulico Municipal.

Tabla. Programa de Sustentabilidad del Agua

Programa	Responsable	Problemática por atender
Conservación, reserva y recarga del acuífero.	Conagua, CEAG	Sobreexplotación del acuífero
Realizar estudios de donde se deriven y medidas para proteger las zonas de recarga de mantos acuíferos.	SAPAL	Sobreexplotación del acuífero

Proponer derivado de los estudios correspondientes la declaratoria de las zonas de recarga de mantos acuíferos al H. Ayuntamiento.	SAPAL	Sobreexplotación del acuífero
Tratamiento y reúso: líneas de conducción, plantas de tratamiento, líneas de distribución.	SAPAL	Falta de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales en algunas zonas del municipio
Garantizar agua asequible y accesible para la ciudad de León, mediante el seguimiento del proyecto y la construcción de un acueducto que consta de unas líneas de conducción desde la presa Zapotillo hasta la ciudad de León, asegurando el aprovechamiento del recurso hídrico.	Conagua/CEAG	Incremento de la demanda del volumen hídrico para uso doméstico e industrial.

Fuente: IMPLAN (2020:252-253)

Como se puede apreciar, los programas se enfocan en la línea entre la rehabilitación hídrica de las principales fuentes de abastecimiento y una política de oferta centrada en sostener el

abasto de agua para una ciudad que crece desordenadamente. No obstante, estos programas son omisos de incorporar programas que contemplen el ordenamiento territorial, regulando especialmente a desarrolladores urbanos, industriales y comerciales; remisos para la inclusión de programas de educación ambiental (hídrica) para todos los usuarios del agua; ajenos de atender como prioritario la eficiencia física del SAPAL, la cual representa un derroche en medio de la escasez física, y especialmente miopes para contemplar programas de captación de agua de lluvia, siendo relegando este tipo de programa (de captación) a las direcciones de Desarrollo Social y a la Dirección General de Medio Ambiente, las cuales reciben apoyo desde la SEDESHU y de la SMAOT de gobierno del estado respectivamente para financiar a nivel de vivienda los sistemas de captación, pero la captación no se ha querido ver como un programa serio y de interés por parte de SAPAL. De hecho, SAPAL presentó únicamente como forma de exposición durante la feria de verano de León de 2021 un prototipo de un sistema de captación de agua de lluvia para exponer a la población que se acercase a su stand los beneficios de realizar captación de agua de lluvia; sin embargo, el prototipo mostrado por SAPAL escapa a los modelos implementados en áreas urbanas/rurales en donde son sistemas sencillos para captar el agua, la propuesta de SAPAL se centra en la innovación tecnológica a través del Lotus Water, que es un recolector de agua de lluvia en forma de flor de loto, mismo que extiende sus pétalos a través de sensores cuando detecta el contacto del agua de lluvia para proceder a almacenarla y potabilizarla para el consumo humano, tecnología que puede resultar costosa y ajena para una gran mayoría de la población como se puede apreciar abajo.

Imagen. Lotus Water: sistema de recolección de agua de lluvia presentado por SAPAL



Fuente. SAPAL sitio web

5.3. MAPEO DE ZONAS DE PERTINENCIA PARA APLICAR CAPTACIÓN EN LEÓN

Se propone emplear el sistema de información de población y vivienda de INEGI (2015) desglosado en AGEBs para identificar mediante mapeo de la mancha urbana de León aquellos AGEBs que presentan retos en materia del abasto de agua y que pueden ser susceptibles de intervención indicados mediante una propuesta de semaforización. A continuación, se enlistan los indicadores con los que se trabajó para elaborar los mapas de zonas prioritarias por AGEB.

Tabla. Indicadores y semaforización para mapear AGEBs prioritarias de intervención

Indicador	Semaforización
-----------	----------------

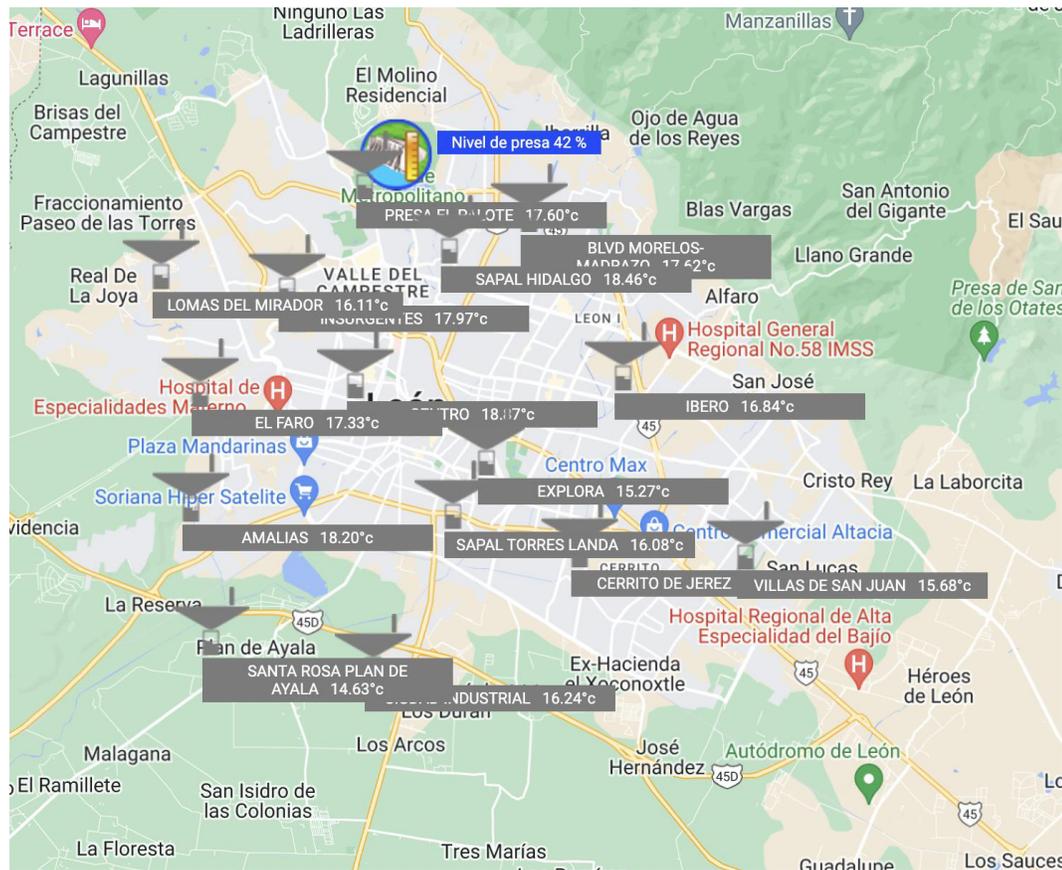
<ul style="list-style-type: none"> Total de viviendas habitadas particulares que no disponen de agua entubada y no se abastecen del servicio público del agua. 	<p>Color rojo: 0-25% muy poca prioridad de intervención con SCALLs.</p> <p>Color naranja: 26-50% poca prioridad de intervención con SCALLs</p> <p>Color amarillo: 51-75% media prioridad de intervención con SCALLs</p> <p>Color verde: 76-100% alta prioridad para intervenir con SCALLs</p>
---	---

Fuente. Elaboración propia

Con esta propuesta se pretende obtener como resultado un mapeo de la mancha urbana de León que permita identificar por AGEB aquellas zonas en las cuales, por ausencia del servicio de agua potable municipal podría resultar pertinente realizar proyectos de abasto de agua mediante SCALL, mismos que puedan aliviar las necesidades de la población en época de lluvias.

Previo a la realización del mapeo se consideró revisar el histórico de la precipitación pluvial en el municipio de León y conocer la pertinencia de considerar una estrategia de SCALLs, para ello se recurrió a la información proporcionada por el SAPAL que cuenta actualmente a 2020, con 15 estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo de la mancha urbana de León.

Mapa. Estaciones meteorológicas de SAPAL



Fuente. SAPAL sitio web

De dichas estaciones meteorológicas se realizó el promedio de precipitación pluvial considerando el año 2010 como año base, dado que fue cuando se iniciaron a instalar por parte de SAPAL dicha infraestructura a lo largo de la ciudad.

Tabla. Promedio de precipitación anual de León

Año	Precipitación anual Promedio meteorológico de las estaciones de SAPAL (mm)
2010	187*
2011	232

2012	493
2013	699
2014	595
2015	706
2016	648
2017	573
2018	867
2019	673

Fuente. Elaboración propia con información de SAPAL sitio web

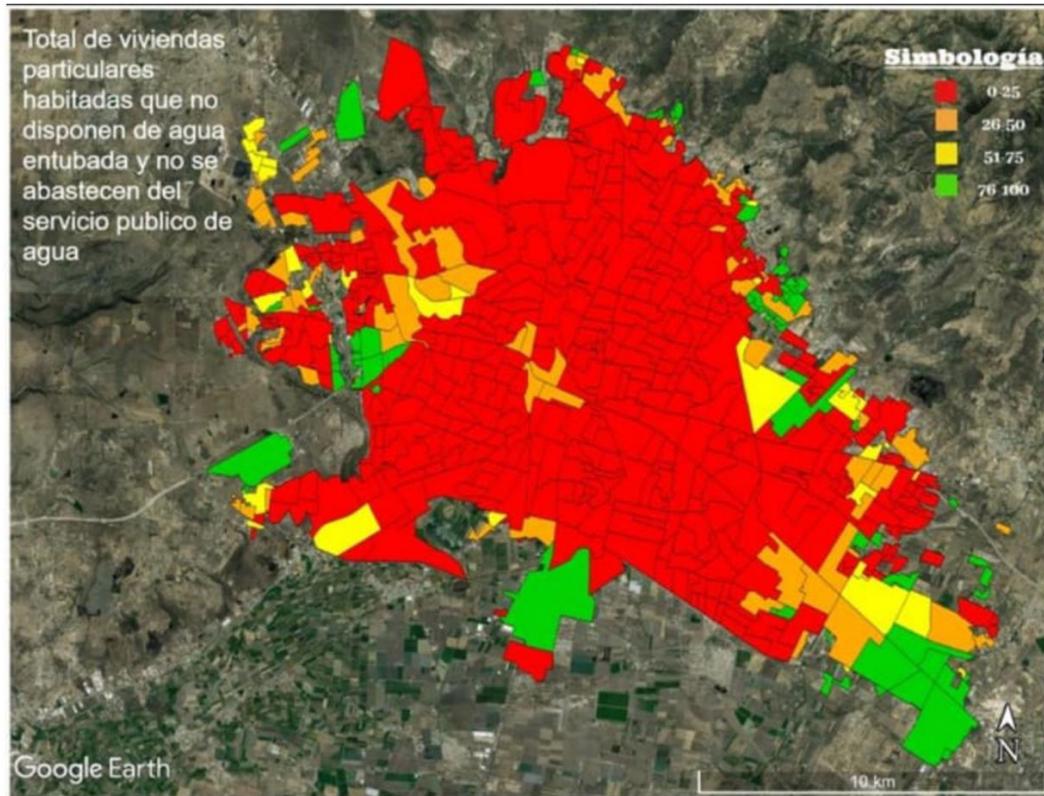
La revisión de la precipitación anual de los 10 años previos (2010-2019) obtenida con el sistema meteorológico de SAPAL determinó que no todos los datos se encontraban dentro del rango 500-1,000 mm que indica la clasificación del nivel de precipitación de lluvia de la Organización Mundial Meteorológica para realizar proyectos de captación de agua de lluvia (OMM) (Gleason, 2014), siendo 2010 y 2011 años con precipitación que no dio elementos de pertinencia de captación; sin embargo, de 2012 a 2019 se identificaron datos cercanos (2012) o en un nivel suficiente (2013-2019) de pertinencia de captación.

Retomando la revisión por AGEB, se tiene que León está fraccionado en 651 AGEBs en lo que corresponde a la mancha urbana del municipio. La información INEGI (2015) señala 1 579803 habitantes y 473 075 viviendas, lo que promedia 3.3 habitantes por vivienda.

Abordando el análisis por AGEB se tiene que en León del total de AGEBs (651), únicamente 32 AGEBs no presentaron casos de viviendas que “no dispongan de agua entubada y no se abastecen del servicio de agua público”, es decir, el 4.9% de los AGEBs, lo que representa 20 viviendas y una población de 100 habitantes. El resto de los AGEBs presentó por lo menos un caso de vivienda que “no dispone de agua entubada y no se abastecen del servicio de agua público.”

En el otro extremo, se identificaron 76 AGEBs con un rango elevado de viviendas, entre 76-100 %, que no disponen de agua entubada y no se abastecen del servicio de agua público. El número total de viviendas con esta carencia fue de 10 437, lo que representa el 1.98% de viviendas con respecto al total de viviendas en León y una población afectada de 34 758, es decir, el 2.2% de la población total con ausencia del servicio básico de agua potable. El mapa siguiente los identifica con los polígonos por AGEB en color verde.

Mapa. AGEBS identificados en color verde con elevado rango de viviendas que no disponen de agua entubada y no se abastecen del servicio de agua público (entre 76-100 %)



Fuente. Documento propiedad de Daniel Tagle CAC Agua, Energía y Cambio Climático

Los AGEBS identificados en color verde como prioritarios para implementar proyectos de captación de agua de lluvia, a través de SCALL, se identificaron mayoritariamente sobre los perímetros de la frontera de la mancha urbana de León.

Como se puede visualizar en el mapa, los AGEBS hacia el centro de la mancha urbana de León son los que presentan los menores problemas de abasto de agua potable provisto por el organismo operador SAPAL. Alejarse del centro muestra un aumento en el porcentaje de viviendas que presentan problemas para el abasto de agua; sin embargo, los AGEBS prioritarios de intervención se podrían identificar en color amarillo y verde.

Tabla. AGEBs susceptibles para intervención con programas de captación de agua de lluvia mediante SCALLs en León

AGBs	Total de Población	Total de viviendas	Total de Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada y no se abastecen del servicio público de agua	%
0162	0	172	172	100
0213	0	72	72	100
0340	0	36	36	100
0425	1414	497	381	77
0783	383	198	189	95
3345	808	255	251	98
3364	475	216	209	97
3379	50	15	15	100
3383	724	212	211	100
3398	120	65	65	100
3400	2208	623	616	99
3504	179	44	43	98
374A	14	4	4	100
3862	175	36	35	97
3928	618	154	119	77
4061	807	181	159	88
4108	1232	290	222	77
4131	29	12	12	100
4146	141	32	31	97
4150	2082	538	448	83

4305	546	149	114	77
431A	1092	264	263	100
4324	196	58	57	98
4428	883	188	188	100
4432	2053	467	451	97
4447	709	177	177	100
4451	1459	394	370	94
4466	735	192	192	100
4502	42	11	10	91
4682	0	1	1	100
4697	20	8	8	100
4714	4	6	5	83
4767	243	90	72	80
5002	585	132	132	100
5017	66	14	14	100
5021	0	1	1	100
5055	62	14	13	93
5159	348	96	96	100
5163	732	176	171	97
5375	2578	632	503	80
538A	1108	294	282	96
5407	2436	674	545	81
5623	186	63	63	100
5638	220	54	54	100
5642	54	15	15	100
5657	486	105	81	77
5676	177	49	49	100
5708	246	62	55	89
5784	88	28	28	100
5869	438	106	105	99

591A	388	102	102	100
5939	984	252	251	100
5943	1375	427	364	85
6049	40	9	9	100
6161	28	6	6	100
6176	146	35	34	97
6180	433	121	120	99
6195	112	42	42	100
6509	320	101	90	89
6566	37	9	9	100
6621	190	44	44	100
6674	36	13	12	92
6689	91	27	26	96
6890	104	27	27	100
6903	142	37	37	100
7009	15	6	6	100
7013	56	16	15	94
7028	0	2	2	100
7047	219	64	63	98
709A	119	45	45	100
7475	0	38	38	100
7583	7	3	3	100
7653	213	112	97	87
7738	266	429	334	78
7742	181	262	198	76
7761	5	36	35	97

Fuente. Elaboración propia

De este total de AGEBS identificados como prioritarios de intervención destacan 37 de ellos que presentan un nivel extremadamente alto de viviendas (100%) con la ausencia del servicio de agua potable y que no se abastecen por el municipio. El número de viviendas en estos 37 AGEBS es de 2 492 y una población de 8 266, sector poblacional que requiere de una elevada atención por parte del municipio para desarrollar estrategias de intervención para mejorar multidimensionalmente las condiciones de dicha población.

CONCLUSIONES

El presente capítulo se centró en identificar aquellas zonas prioritarias con ausencia del servicio de abasto de agua potable. Mediante el empleo de la información de INEGI (2015) y con el trabajo por AGEBS se pudieron identificar aquellos polígonos pertinentes como urgentes para intervenir con proyectos como la captación de agua de lluvia para atender el abasto en época de lluvias a aquella población que se encuentran ausentes del vital líquido.

El estudio identificó una semaforización de intervención en donde se identificaron 76 AGEBS con 10 437 viviendas y 34 758 habitantes en condiciones de alta intervención. Este mapeo puede facilitar a la administración pública del municipio para dirigir y focalizar proyectos de intervención.

La captación de agua de lluvia se plantea como una forma alternativa y adicional para el abasto de agua a nivel de vivienda, si bien no resolverá la problemática que enfrentan las personas en estos polígonos si se pretende pueda resolver parte del estrés en los meses de lluvia, por lo cual resulta pertinente discutir este tipo de estrategias de forma seria para la urbe que sigue creciendo en las zonas de los límites de la mancha urbana.

CONCLUSIONES GENERALES

Como se vio a lo largo del recorrido de la presente investigación la captación de agua de lluvia ha sido parte del interés de las ciencias duras, en especial desde el lado de las ingenierías, área que ha centrado el estudio en la parte y mejora ingenieril de los sistemas de captación de agua de lluvia para lograr mayor diversificación y eficiencia en la parte de la captación, estableciendo de igual manera metodologías que permitan establecer rangos de pertinencia para incorporar este tipo de mecanismos.

Desde las ciencias ambientales la captación de agua de lluvia muestra la relevancia que ésta tiene como mecanismo para armonizar la parte social con su entorno contribuyendo como fuente alternativa de abasto respetando el medio ambiente. Es importante señalar que la captación de agua de lluvia apenas está encontrando cabida en el estudio desde las ciencias sociales, partiendo de estudiar la relación que se da entre los usuarios con estos artefactos ecotecnológicos, en esencia el concepto de adopción social de ecotecnias resulta crucial para comprender aquellos aspectos que desde los poseedores pueden lograr el sostén y mantenimiento de sus ecotecnias en el mediano y largo plazo.

Tal como se revisó en la parte referente al marco teórico el poseer las ecotecnias no son el elemento suficiente para que estas contribuyan en la mejora de las condiciones socioeconómicas de la población que enfrenta alguna carencia dentro de la vivienda, ya sea en el ámbito urbano o rural.

La adopción social de ecotecnias implica todo un análisis de los factores sociales, económicos, culturales y ambientales que pueden motivar en los usuarios de ecotecnias la normalización de su uso, de manera que realmente se vea una contribución en las condiciones de las familias con carencias sociales y que dicho empleo de la ecotecnia se dé en un proceso

de bajo impacto ambiental, es decir, satisfacer necesidades sociales que dependen en menor medida del uso de hidrocarburos que genera elevada huella ambiental. Las ecotecias, por tanto, establecen la satisfacción de necesidades de forma más orgánica a diferencias de las formas tradicionales.

La presente investigación centro su atención en las ecotecias y en plantear una forma para identificar aquellas zonas que pueden ser altamente susceptibles de desarrollar programas sociales de captación de agua de lluvia, esto mediante la inclusión de la ecotecia conocida como: Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en la zona urbana de León.

La propuesta que se planteó consistió fue realizar una revisión por AGEBS de las principales carencias sociales, en este caso aquellas carencias asociadas con el problema que enfrenta una parte de la población en materia de abasto de agua por parte del organismo operador. Para ello se propuso la elaboración de un mapeo que mediante una semaforización se identificarán aquellos AGEBS con elevada pertinencia de realizar proyectos de captación de agua de lluvia considerando la ausencia del servicio de agua potable. Los datos utilizados para desarrollar el mapeo fue la proporcionada por el sistema de información de población y vivienda de INEGI (2015), desglosado en AGEBS, para identificar mediante mapeo de la mancha urbana de León aquellos AGEBS que presentan retos en materia del abasto de agua.

Dentro de los resultados se pudo identificar bajo esta estrategia que hay 76 AGEBS con un rango elevado de viviendas, entre 76-100 %, que no tienen el servicio de agua entubada y no se abastecen del servicio de agua público. El número total de viviendas resultó elevado con esta carencia alcanzando a una población de 10 437, es decir, 1.98% de viviendas con respecto al total de viviendas en León y una población afectada de 34 758, es decir, el 2.2% de la población total con ausencia del servicio básico de agua potable que ve afectada su calidad de vida. El mapa desarrollado en el capítulo 5, junto con la tabla por AGEBS de las viviendas identificadas como prioritarias de intervención, pueden representar un insumo importante de información para la realización de programas y proyectos sociales orientado a la mejora de las condiciones de vida de la población. Este mapa y la tabla ubican mediante semaforización donde se puede canalizar los recursos incidiendo en modificar las condiciones para el abasto de agua en viviendas vulnerables de la mancha urbana de León.

La presente tesis se enfocó en ver las virtudes de la captación de agua de lluvia y una forma de plantearse mediante mapeo en viviendas que padecen de la ausencia de este servicio básico de agua potable. La investigación, indirectamente, cuestiona la necesidad de desarrollar proyectos de mega-infraestructuras para abastecer de agua a la población, se plantea en la presente que los pequeños proyectos a gran escala pueden tener una incidencia positiva en la calidad de vida de las personas que no disponen de agua, a diferencia de los megaproyectos que no garantizan el acceso dado que plantea barreras de acceso, como son la regularización de las viviendas y la capacidad de pago de las familias, barrera que se puede sortear desde la implementación de la captación de agua de lluvia.

Se concluye que la captación de agua de lluvia actualmente ya cuenta con una elevada promoción y requiere consolidarse como forma alternativa y adicional para el abasto de agua a nivel de vivienda, si bien no resolverá la problemática que enfrentan las personas en estos polígonos si se pretende pueda resolver parte del estrés en los meses de lluvia, por lo cual resulta pertinente discutir este tipo de estrategias de forma seria para el acceso al agua en la urbe de León que sigue creciendo en las zonas de los límites de la mancha urbana donde se encuentra mayoritariamente la población con mayores problemáticas sociales y económicas.

REFERENCIAS

- Accinelli, Elvio, & Salas, Osvaldo. (2019). El estado de bienestar como un bien público no excluible. *Estudios Económicos (México, D.F.)*, 34(2), 243-273. Recuperado en 11 de mayo de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72022019000200243&lng=es&tlng=es.
- Agua Potable: Acuífero del Valle de León. (2018) León, Gto. SAPAL: servicios. Recuperado 15 de julio de 2020 de: <https://www.sapal.gob.mx/servicios/aguapotable>
- Agua.org.mx (2011) *Guanajuato: Agua, amenaza de escasez*, agua.org.mx. Recuperado de: <https://agua.org.mx/guanajuato-agua-amenaza-de-escasez/>.
- Agua.org.mx(s/f) Agua en el Planeta, agua.org.mx. Recuperado de: <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>
- Aguilar, L. (2015) *Gobernanza y gestión pública*. FCE- Fondo de cultura económica.
- Arce, R. (2020) *Convergencias y diferencias entre el pensamiento complejo y la ecología de saberes*. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/sophia/n29/1390-3861-soph-29-00069.pdf>
- Azamar, A. (2018) *Distribución de agua en México y participación ciudadana*. Paradigma económico. Disponible en: <https://paradigmaeconomico.uaemex.mx/article/view/11008/8900>
- Barkin, D. (Coord) (2006) *La gestión del agua urbana en México: retos, debates y bienestar*. México, Universidad de Guadalajara.
- Barlow, M. (s/f) *El Agua Nuestro Bien Común* Hacia una nueva narrativa del agua. Heinrich Böll Stiftung. Disponible en: <https://www.onthecommons.org/sites/default/file>

- Becerra, A. (2006) *Movimientos Sociales y Lucha por el Derecho Humano al Agua en América Latina*. Polis, Revista de la Universidad Bolivariana. Santiago, Chile. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/305/30551424.pdf>
- Burgos, A. y Bocco, G. (2014) La gestión del Agua y el aporte de la geografía al enfoque de cuenca hidrográfica en México. *Gestión pública y social del agua en México*. México, D.F., UNAM.
- Cálix, J. (2016) “Los Enfoques de Desarrollo en América Latina-hacia una transformación”, *Proyecto Regional de Transformación Social Ecológica FES*, Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Carcaño, E. (2018) Las ecotecnologías como vías de emancipación social. *Análisis Multidimensional en la implementación de ecotecnias Reflexiones Teórico-Prácticas*. México, Fontamara pp. 39-51.
- Castro (2011) *El proceso de democratización de la gestión de servicios públicos esenciales de agua y saneamiento*. *Habitad y Sociedad*, No 2 pp. 49-85 Disponible en: <file:///C:/Users/BBY/Downloads/3938-11444-1-SM.pdf>
- Castro, E. (03 septiembre de 2020) X disciplinamiento en torno a la captación de agua de lluvia, *1er Seminario Internacional de Captación de Agua de Lluvia*. Seminario llevado en línea desde León, Guanajuato, Mex.
- Castro, E. (2007) *Estudios interdisciplinarios de los conflictos por agua en el medio ambiente urbano: una construcción desde la sociología*. Caracas, CDC v.24 Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1012-25082007000300003&script=sci_arttext
- CONAGUA (2018b) *Atlas del Agua en México*, México. Disponible en: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf
- CONAGUA (2020) *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de León (1113)*, Estado de Guanajuato. México. Disponible en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/guanajuato/DR_1113.pdf

CONAGUA (31 de enero de 2017) *¿Qué es el gobierno? ¿Qué es el agua renovable? La mayor parte del agua de lluvia en México se evapora y sólo una mínima cantidad recarga los mantos. Recuperado el día 10 de diciembre de 2020 de <https://www.gob.mx/conagua/es/articulos/que-es-el-agua-renovable?idiom=es>*

Consejo Consultivo del Agua (2018) *Situación y contexto de la problemática del agua en México. Consejo Consultivo del Agua diagnóstico del agua perspectiva a futuro para 2030. Recuperado de: <https://www.aguas.org.mx/sitio/panorama-del-agua/diagnosticos-del-agua.html#startOfPageId66>*

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2017). México, Editorial Porrúa.

Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit Giz, Jaimes, B. y CONAGUA (s/f) *Nuestra Agua: Te encuentras en: Lerma Chapala. Disponible en: <https://app.agua.org.mx/?zone=5a32d1abba753c35924b754f>*

Domínguez, J. (2010). El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local. Análisis en el estado de Veracruz. *Gestión y política pública*, vol. 19 no. 2 pp. 311-350 Ciudad de México ISSN 1405-1079 Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792010000200004

FAO (2013) *Captación y almacenamiento de agua de lluvia: Opciones Técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. FAO*

Fuenmayor, J. (2014) *Política pública en América Latina en un contexto neoliberal: una revisión crítica de sus enfoques, teorías y modelos, Cinta moebio*, 50: 39-52

García (2010) *Transformación urbana de León. Siglo XX. México, Tlacuilo Ediciones.*

Gleason, A. (2016) Análisis sobre la gestión de agua en Alemania y su aporte a México: el caso de agua de lluvia. pp. 237-249. *Visión iberoamericana hacia el hábitat sustentable. México, Universidad Autónoma de Chiapas.*

Gleason, A. (2021) *México Sensible al Agua: Un Enfoque Innovador para la Gestión del Agua en las Ciudades Mexicanas.*

Gobierno del Estado de Guanajuato (Octubre del 2014) *Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial*. IMPLANEG. Disponible en: http://seieg.iplane.g.net/pmd/doc/todos/iv.planes_programas/pe_duoet.pdf

Gutiérrez, R. (2006) *Derecho fundamental al agua en México*, Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM.

Gutiérrez, R. (2008) *El derecho fundamental al agua en México; Un instrumento de protección para las personas y ecosistemas*. Cuestiones Constitucionales Revista Mexicana de Derecho Constitucional. Disponible en: <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/cuestiones-constitucionales/article/view/5828/7705>

Gutiérrez, R., (2008) *EL DERECHO FUNDAMENTAL AL AGUA EN MÉXICO: UN INSTRUMENTO DE PROTECCIÓN PARA LAS PERSONAS Y LOS ECOSISTEMAS*. México. Recuperado 27 de julio de 2020 de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-91932008000100003&script=sci_arttext

Guzmán, E., Hernández, J., García, J., Rebollar, S. Garza M. y Hernández, D. (2009) *Consumo de Agua Subterránea en Guanajuato, México*. Artículo en *Agrociencia*, pp. 749-761.

Hernández, R., Martínez, L., Peñuelas, L. y Rivera, S, (2019) *Gestión del agua subterránea en los acuíferos de la cuenca del río Ayuquila-Armería en Jalisco y Colima, México*. Región y sociedad disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v31/1870-3925-regsoc-31-e1093.pdf>

Herrera, Tagle y Rodríguez, (2018) La adopción de ecotecnologías: una revisión desde la economía conductual. *Análisis Multidimensional en la implementación de ecotecnias Reflexiones Teórico-Prácticas*. México, Fontamara pp. 79-86

INEGI (2015) *Tabulador de encuesta intercensal: Encuesta de vivienda. Estimadores de los ocupantes de las viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada según fuente de abastecimiento del agua entubada por entidad federativa y ámbito*

de disponibilidad. Disponible en:
<https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>

Lautouche, Serge y Harpagés, Didier (2011) *La hora del decrecimiento*. España, Octaedro.

Lautouche, Serge y Harpagés, Didier (2011) *La hora del decrecimiento*. España, Octaedro.

López, C.D., López-Hernández, E., y Ancona, I., (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario*, 4(2), ISSN: 1665-3262 Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457845044002>

Marín, Sebastián (2012) *Apropiación social del conocimiento: una nueva dimensión de los archivos* Revista Interamericana, No.1 pp. 55-62.

Marín, Sebastián (2012) *Apropiación social del conocimiento: una nueva dimensión de los archivos* Revista Interamericana, No.1 pp. 55-62.

Márquez, J. (08 de noviembre de 2020) Denuncian constante falta de agua en colonia San Juan de Abajo. *Milenio*. Recuperado el 15 de diciembre de 2020 de: <https://www.milenio.com/politica/comunidad/denuncian-constante-falta-agua-colonia-san-juan-abajo>

Ochoa, H. (2012) *Gestión del Agua en la periferia urbana: Tlajomulco de Zúñiga. Gobernanza y Gestión del Agua en el Occidente de México: La metrópoli de Guadalajara*. México. ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara, pp. 245-284.

Ortiz, J., Masera, O. y Fuentes, A. (2014) *La ecotecnología en México*. México, Unidad de Ecotecnologías del Centro en Ecosistemas de la UNAM, campus Morelia.

Pacheco, M. (2008) *Avances en la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de "Lluviatl" en México*. Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo, No. 3

Pedroza, A., Chávez, J., y Trejo, R. (2016) *Sistemas de Captación Agua de Lluvia (SCALL) en Zonas Áridas*. Universidad Autónoma Chapingo. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Aurelio-Pedroza-Sandoval/publication/295255665_II_SISTEMAS_DE_CAPTACION_AGUA_DE

[LLUVIA SCALL EN ZONAS ARIDAS/links/56c89fe008ae5488f0d6f559/II-SISTEMAS-DE-CAPTACION-AGUA-DE-LLUVIA-SCALL-EN-ZONAS-ARIDAS.pdf](#)

Perevochtchikova, M. y Arrellano, J. (2008) *Gestión de cuenca hidrográfica: experiencias y desafíos en México y Rusia*. México DF, Centro de Estudios Demográficos y Ambientales (CEDUA), El colegio de México A.C.

Podestá, J. (2000) *Políticas públicas y regiones: un análisis crítico*. Tarapacá, Chile. *Revista de Ciencias Sociales*, núm. 10., pp. 69-80

POPLAB (7 de agosto de 2019) *Periodismo y Opinión Pública. Se equivoca Diego, gestión integral del agua sería más eficiente que Zapotillo: activistas*. Recuperado el 13 de diciembre 2020 de: <https://poplab.mx/article/SeequivocaDiegogestionintegraldelaguaseriamaseficientequeZapotilloactivistas>

Quirós, J. (2017) Los SCALL como sistemas alternativos para el aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano. *Centroamérica Agua, Cultura y Territorio*. Sevilla, España. Hacer-VOS Patrimonio Cultural Iberoamericano pp.33-45

Romero, H. y Sasso, J. (2014) Proyectos hídricos y ecología política del desarrollo en Latinoamérica: Hacia un marco analítico. *European Review of Latin American and Caribbean Studie*. Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe. pp. 55-74

[Sanabria, S. y Hurtado, E. \(2018\) *Emprendimiento Verde en Torno a la Conservación y Recuperación del Agua y sus Espacios en Bogotá*. Bogotá, Colombia, Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, Vol XX, núm 1.](#)

Sapal (09 de febrero del 2020) Implementará Sapal energías limpias. *Sala de Prensa* Disponible en: <https://www.sapal.gob.mx/noticia/615/>

Sapal (2018a) Acuífero del Valle de León. Servicios, *Agua Potable*. Disponible en: <https://www.sapal.gob.mx/servicios/aguapotable>

Sapal (2018b) Agua Tratada. *Proyectos Prioritarios* Disponible en: <https://www.sapal.gob.mx/proyectosprioritarios/aguatratada>

Sapal (29 de octubre del 2020) Sapal impulsa la venta de agua tratada en el municipio energías limpias. *Sala de Prensa* Disponible en: <https://www.sapal.gob.mx/noticia/602/15>

Saurí, D., (Septiembre de 2020) Escalamiento de la Captación de Agua de Lluvia en Ciudades Europeas, *1er Seminario Internacional de Captación de Agua de Lluvia*. Seminario llevado en línea desde León, Guanajuato, Mex.

Silva, F. (2020) *El Agua como Derecho Humano*. Revista Inclusiones Vol: 7 núm. Especial

Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (2009) *El agua en León; un encuentro con el futuro*. México. SAPAL.

SMAOT (2019) *Proyecto Integral de Sustentabilidad Comunitaria (PISC)*. Guanajuato, México. Disponible en: [https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/cambio-climatico/179/Proyecto-Integral-de-Sustentabilidad-Comunitaria-\(PISC\)](https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/cambio-climatico/179/Proyecto-Integral-de-Sustentabilidad-Comunitaria-(PISC))

Smets, H. (2006) *El derecho al agua en las legislaciones nacionales*. Bogotá, Universidad del Rosario.

Tagle, D. (2011) *Economía Ecológica: Un paradigma alternativo para analizar la gestión del agua. El caso del uso y manejo del agua en la zona metropolitana de San Luis Potosí (Tesis Doctoral)*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F.

Tagle, D., Álvarez, L. y Caldera, A. (2018) La cosecha de agua de lluvia en Guanajuato, México: usos impactos y resistencias. *Análisis Multidimensional en la implementación de ecotecnias Reflexiones Teórico-Prácticas*. México, Fontamara pp. 105-111.

Tagle, D., Azamar, A. y Caldera, A. (2018a) *Cosecha de agua de lluvia como alternativa para la resiliencia hídrica en León, Guanajuato: Una reflexión desde la nueva cultura del agua*. Revista expresión económica, No. 40.

- Tagle, D., Azamar, A. y Caldera, A. (2018b) La cosecha de agua de lluvia como ecopráctica para León, Guanajuato. *Análisis Multidimensional en la implementación de ecotecnias Reflexiones Teórico-Prácticas*. México, Fontamara pp. 17-25.
- Tagle, Daniel., Azamar, Aleida., y Caldera, Alex. (2018). La cosecha de agua de lluvia como ecopráctica en León, Guanajuato, *Análisis Multidimensional en la Implementación de ecotecnias reflexiones Teórico-Prácticas*. Ciudad de México, México, Fontamara, pp. 17-25.
- Tiburcio, A., (2016). Pertinencia del enfoque de la transición en la gestión del agua urbana en Latinoamérica. *Atelie Geográfico*, v. 10, n. 2, p. 7-20 ISSN: 1982-1956
- Torres, R. (2019) *La Captación de agua de lluvia como solución en el pasado y el presente*. La Habana, Cuba. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Vol. XL, No. 2 pp. 125-139.
- Velázquez, I. (19 de agosto de 2019) *El Herald de León*. Preocupante la falta de agua. Disponible el 15 de diciembre de 2020 de <https://www.heraldoleon.mx/preocupante-la-falta-de-agua/>