



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

ESTRATEGIAS DE ACCESO Y DERECHO HUMANO AL AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL MUNICIPIO DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA

MAYELY SÁNCHEZ GARCÍA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2019



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

REGIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

CAMPUE- 43-2-03

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, la que suscribe **Mayely Sánchez García**, alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Ignacio Ocampo Fletes**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **Estrategias de acceso y derecho humano al agua de uso doméstico en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla**, y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y la que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla, 16 de mayo del 2019.

Mayely Sánchez García
Nombre y Firma

Vo. Bo. Profesor Consejero o Director de Tesis
Dr. Ignacio Ocampo Fletes

La presente tesis, titulada: **Estrategias de acceso y derecho humano al agua de uso doméstico en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla**, realizada por la alumna: **Mayely Sánchez García**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:


DR. IGNACIO OCAMPO FLETES

ASESOR:


DR. LUIS ALBERTO VILLARREAL MANZO

ASESOR:


DR. JOSÉ ARTURO MÉNDEZ ESPINOZA

ASESORA:


DRA. MARÍA DE LOURDES HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

Puebla, Puebla, México, 16 de mayo del 2019

ESTRATEGIAS DE ACCESO Y DERECHO HUMANO AL AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL MUNICIPIO DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA

Mayely Sánchez García, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2019

El agua es un recurso esencial para todas las formas de vida del planeta, y es fundamental para el desarrollo sostenible de la sociedad. Tanto su disponibilidad, como su distribución son disímiles en cada espacio y grupo social debido a factores físicos, sociales, económicos y políticos. Se reporta que a nivel mundial 700 millones de personas tienen problemas con el acceso al agua, sobre todo de zonas rurales y periféricas de las ciudades, y se complica más en zonas áridas y semiáridas como lo muestra este estudio realizado en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla. Se aplicó una encuesta a 83 familias de las zonas rural y urbana, se realizaron mediciones sobre el volumen de agua de la red pública que reciben los hogares: 42 rurales y 39 urbanos, realizándose estudios fisicoquímicos y microbiológicos a 48 muestras de agua en 12 sitios, comparando los resultados con la NOM-127-SSA1-1994. Los resultados muestran que, ante el problema de escasez de agua para el uso doméstico, las familias de las zonas rurales y urbanas, realizan un conjunto de estrategias particulares y mixtas para apropiarse del volumen necesario; utilizan agua de la red pública, acarrear agua a pie, en burro y en camioneta, compran agua de camión cisterna y de garrafón. Para administrar al agua en la zona rural, las comunidades están organizadas en comités de agua, que a través de procesos autogestivos manejan el recurso en forma comunitaria y establecen relaciones externas con diferentes actores; mientras que, en la zona urbana, su administración es responsabilidad del municipio. Asimismo, en ambas poblaciones, no se cumple con el derecho humano al agua, respecto a la cantidad y a la calidad de la misma, este último aspecto muy delicado para la salud humana. Se concluye, que, para abastecerse de agua, las familias de las zonas rurales y urbanas combinan diferentes estrategias. En el medio rural existen instituciones autogestivas para administrar el agua, a diferencia de la zona urbana donde el municipio controla la administración. Finalmente, no se cumplen las garantías sobre el derecho humano al agua de acuerdo a los factores establecidos por las Naciones Unidas y en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Palabras clave: Agua de uso doméstico, estrategias familiares, gobernanza, comités de agua, derecho humano al agua, región semiárida.

STRATEGIES OF ACCESS AND HUMAN RIGHT TO DOMESTIC WATER IN THE MUNICIPALITY OF TECALI DE HERRERA, PUEBLA

Mayely Sánchez García, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2019

Water is an essential resource for all forms of life on the planet, and is essential for the sustainable development of society. Both its availability and its distribution are dissimilar in each space and social group due to physical, social, economic and political factors. It is reported that worldwide 700 million people have problems with access to water, especially in rural and peripheral areas of cities, and is more complicated in arid and semi-arid areas as shown by this study conducted in the municipality of Tecali de Herrera, Puebla. A survey was applied to 83 families in rural and urban areas, measurements were made on the volume of water in the public network received by households: 42 rural and 39 urban, and carried out physicochemical and microbiological studies on 48 water samples in 12 sites, comparing the results with the NOM-127-SSA1-1994. Results show that in the face of the problem of water scarcity for domestic use, families in rural and urban areas carry out a set of specific and mixed strategies to appropriate the necessary volume; they use water from the public network, carrying water on foot, on donkey and by truck, they buy water from a tanker and a water jug. To manage water in rural areas, communities are organized in water committees, which through self-management processes manage the resource in community form and establish external relations with different actors; while in the urban area, it is the responsibility of the municipality. Likewise; in both populations, the human right to water is not fulfilled, with respect to quantity and quality, this last aspect is very delicate for human health. It is concluded that to supply water the families of rural and urban areas combine different strategies. In rural areas there are self-managing institutions to manage water, unlike the urban area where the municipality controls the administration. Finally, the guarantees on the human right to water are not fulfilled according to the factors established by the United Nations and in the Political Constitution of the United Mexican States.

Keywords: Water for household use, family strategies, governance, water committees, water human right, semi-arid region.

DEDICATORIA

A mis padres María Crecencia y Navor que son mi fortaleza, mi guía y ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado para concluir el presente postgrado.

A los mexicanos que aportan sus recursos económicos con fines de investigación.

A todos los que integran el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, porque me permitieron tener una buena experiencia en la vida estudiantil.

A cada uno de los integrantes de mi Consejo Particular:

Dr. Ignacio Ocampo Fletes. Por ser mí guía académico, por su disposición total para llevar a cabo esta investigación, por los consejos y recomendaciones pertinentes que me permitieron dar pasos seguros en el desarrollo de mi tesis.

Dr. Luis Alberto Villarreal Manzo. Por su contribución académica para el enriquecimiento de la presente investigación.

Dr. José Arturo Méndez Espinoza. Por el conocimiento compartido en el aula y por las recomendaciones otorgadas a esta investigación.

Dra. María de Lourdes Hernández Rodríguez. Por las críticas constructivas y la asesoría recibida que contribuyeron a dar sustento a mi tesis.

A cada uno de mis asesores les agradezco su tiempo dedicado a la revisión de la tesis y su contribución otorgada para el enriquecimiento de la misma.

A la M.C. Ma. Noemi Bonilla y Fernández por su apoyo incondicional como amiga y profesional.

A las autoridades auxiliares y municipales de Tecali de Herrera por las facilidades otorgadas para trabajar en cada comunidad y por el interés mostrado en el tema del agua.

Asimismo, le agradezco a cada una de las familias del municipio de Tecali de Herrera que me aportaron información proveniente de sus experiencias la cual fortaleció mi investigación.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2. OBJETIVOS	7
2.1 Objetivo general	7
2.2 Objetivos específicos	7
3. HIPÓTESIS	7
3.1 Hipótesis general.....	7
3.2 Hipótesis específicas	8
4. MARCO TEÓRICO	8
4.1 Gestión del agua.....	8
4.1.1 Modelos de gestión pública y gestión privada.....	9
4.1.2 Modelos de gestión con autogobierno y con política pública.....	10
4.2 Gobernanza del agua	12
4.3 Derechos humanos y derecho humano al agua (DHA).....	14
4.4 Agua de uso doméstico y agua potable	18
4.4.1 Características físicas y organolépticas	19
4.4.2 Características químicas	20
4.4.3 Características microbiológicas	21
4.5 Agua de uso público.....	22
4.6 Política hidráulica en México y órganos de gestión del agua	22
LITERATURA CITADA	24
CAPÍTULO I. METODOLOGÍA	30
1.1 Características del municipio en estudio.....	30
1.1.1 Comunidades de estudio.....	32

1.1.2 Unidad de análisis.....	36
1.2 Técnicas de investigación	36
1.2.1 Técnicas cuantitativas.....	36
1.2.1.1 Encuesta	36
1.2.1.2 Muestreos de agua.....	39
1.2.1.3 Parámetros determinados en agua.....	42
1.2.2 Técnicas cualitativas.....	44
1.2.2.1 Entrevistas en profundidad.....	44
1.2.2.2 Transectos	44
1.2.3 Técnicas para el análisis de la información	44
LITERATURA CITADA	45
CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS Y DE LAS FUENTES DE AGUA DE USO DOMÉSTICO, EN TECALI DE HERRERA, PUEBLA.....	49
2.1. Características generales de la población de estudio	49
2.1.1 Género.....	49
2.1.2 Escolaridad	49
2.1.3 Ocupación.....	50
2.2 Características de las fuentes de agua para abastecimiento público	51
LITERATURA CITADA	54
CAPÍTULO III. GESTIÓN DEL AGUA PARA USO DOMÉSTICO: ESTRATEGIAS FAMILIARES EN LOS ENTORNOS RURAL Y URBANO DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA, MÉXICO	56
RESUMEN.....	56
ABSTRACT.....	57

INTRODUCCIÓN	57
METODOLOGÍA.....	60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
CONCLUSIONES	75
LITERATURA CITADA	77

CAPÍTULO IV. GOBERNANZA LOCAL PARA LA GESTIÓN DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO EN COMUNIDADES RURALES Y URBANAS, EN EL MUNICIPIO DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA

RESUMEN.....	83
ABSTRACT.....	84
INTRODUCCIÓN	84
METODOLOGÍA.....	88
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	93
CONCLUSIONES	107
LITERATURA CITADA	108

CAPÍTULO V. EL DERECHO HUMANO AL AGUA EN COMUNIDADES RURALES Y URBANAS DEL MUNICIPIO DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA

.....	113
RESUMEN.....	113
ABSTRACT.....	114
INTRODUCCIÓN	115
METODOLOGÍA.....	119
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	122
CONCLUSIONES	135

LITERATURA CITADA	137
CONCLUSIONES GENERALES	141
RECOMENDACIONES GENERALES	144
ANEXOS	147

LISTA DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Usos y volúmenes de agua concesionados en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	5
Cuadro 2	Características de las localidades de estudio del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	34
Cuadro 3	Tamaño de muestra por localidad de estudio.....	38
Cuadro 4	Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo de agua en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	40
Cuadro 5	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos realizados, nmx-aa y método.....	42
Cuadro 6	Grado de escolaridad de las familias rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	50
Cuadro 7	Ocupación de las personas participantes de las comunidades rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	50
Cuadro 8	Fuentes de agua que abastecen a las comunidades del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	54
Cuadro 9	Estrategias particulares para la gestión de agua de uso doméstico de la población rural y urbana del municipio Tecali de Herrera, Puebla, México.....	70
Cuadro 10	Estrategias mixtas para la gestión de agua de uso doméstico de la población rural y urbana del municipio Tecali de Herrera, Puebla, México.....	72
Cuadro 11	Resultados referentes al DHA de las comunidades rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	122
Cuadro 12	Resultados de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos determinados en las muestras de agua.....	127

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Ubicación geográfica de las comunidades de estudio dentro del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	32
Figura 2	Ubicación geográfica del municipio Tecali de Herrera y localidades de estudio	61
Figura 3	Estrategias de apropiación del agua: red de abastecimiento, a pie, en burro, en camioneta y camión cisterna, en el municipio Tecali de Herrera, Puebla, México	69
Figura 4	Ubicación geográfica del municipio Tecali de Herrera y localidades de estudio	89
Figura 5	Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de agua en el municipio Tecali de Herrera, Puebla.....	121

Figura 6	Volumen de agua per cápita al día disponible por familias rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	124
----------	---	-----

LISTA DE DIAGRAMAS

		Página
Diagrama 1	Representación de las relaciones entre los agentes sociales y la regiduría de hacienda en el servicio del sistema de agua potable de Tecali de Herrera, Puebla	97
Diagrama 2	Representación de las relaciones de los agentes sociales respecto a la junta rural de administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la comunidad de Concepción Cuautla, municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	99
Diagrama 3	Representación de las relaciones de los agentes sociales respecto a la junta rural de administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la comunidad de La Trinidad Tianguismanalco, municipio de Tecali de Herrera, Puebla.....	101

INTRODUCCIÓN GENERAL

Desde tiempos remotos, el agua ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de los seres vivos, de los ecosistemas y de las primeras civilizaciones (Rosegrant *et al.*, 2002). El agua no sólo es esencial para la vida, es también un recurso económico estratégico (Consoli *et al.*, 2007). En el contexto actual es un elemento básico del desarrollo sostenible desafío mundial fundamental (Naciones Unidas, 2012, p. 26). De acuerdo al Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1966) el agua es necesaria para diversas finalidades, aparte de los usos personales y domésticos, es también base de muchos otros derechos (Naciones Unidas, 2002).

En congruencia a los diversos pactos internacionales, regionales y estatales, la humanidad enfrenta una crisis del agua. La escasez mundial nace de la desigualdad y de la pobreza de la población, de la acumulación de poder de unos cuantos, de su disponibilidad física por su distribución de forma irregular, por su mal uso (desperdicio) y mal manejo (contaminación) y la gestión insostenible (PNUD, 2006, p. 2).

Cifras a nivel mundial indican que la escasez del agua afecta a cuatro de cada diez personas, y esta situación, se agudiza debido al crecimiento poblacional, urbanización, contaminación de los recursos hídricos y los efectos del cambio climático. Sin embargo, la escasez de agua no es inevitable; en gran medida depende del comportamiento humano, de las costumbres e instituciones sociales y de las políticas de los gobiernos (Naciones Unidas, 2018, p. 40). Al respecto, y para asegurar el agua a todas las personas, se pactó “El derecho humano al agua” (Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, Observación general No. 15, 2002) en el que “El derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico” (Naciones Unidas, 2002, p. 2). La observación establece los factores fundamentales para el ejercicio del derecho humano al agua (DHA), los cuales son: la disponibilidad, la calidad y la accesibilidad (accesibilidad física, accesibilidad económica, no discriminación y acceso a la información). Estos factores pueden variar en función de distintas condiciones, sin embargo, se aplican en cualquier circunstancia (Naciones Unidas, 2002).

En los Objetivos del Desarrollo Sostenible (Objetivo 6, agua limpia y saneamiento) se plantea garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos; en sus metas proyecta para 2030 el acceso universal y equitativo al agua potable para todos, mejorar la calidad, aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos e implementar la gestión integrada del agua (Naciones Unidas y la CEPAL, 2016, p. 9).

Para lograr el derecho humano al agua, los Estados Partes tienen la obligación especial de facilitar agua y garantizar el suministro necesario de agua a quienes no disponen de medios suficientes (Naciones Unidas, 2002, p. 7). Para el caso de México en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el Capítulo de los Derechos Humanos y sus Garantías, Artículo 4º se establece que “Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2019).

Como se ha señalado, la escasez del agua tiene varias causas, una de ellas es la escasez física por causas naturales, sobre todo, en regiones áridas y semiáridas, como el caso de México que dos terceras partes del territorio se considera árida o semiárida, con precipitaciones anuales menores a los 500 milímetros (SEMARNAT y CONAGUA, 2016, p. 14). En estas condiciones la disponibilidad de agua es más limitada, incluyendo el agua para uso doméstico y para beber. Aún con estas condiciones, el censo de población 2010 reportó que el 90.9% de la población nacional contaba con agua potable, 95.6% de la población urbana y 75.7% de la población rural (SEMARNAT y CONAGUA, 2015, p. 70).

Sin embargo, existen zonas urbanas y rurales asentadas en las regiones semiáridas que carecen de agua para uso doméstico, donde el municipio no ha logrado llevar agua a todas las familias, por lo que las comunidades urbanas y rurales han desarrollado sus capacidades locales para administrar y acceder al agua de uso doméstico. No obstante, se desconoce cuáles son las estrategias desarrolladas, las formas de gobernanza y si las familias gozan de los derechos establecidos por el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1966) y en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Cámara de

Diputados del H. Congreso de la Unión), en el Capítulo de los Derechos Humanos y sus Garantías, Artículo 4°.

El estudio se realizó en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla, México, en el que se seleccionaron dos comunidades rurales y la cabecera municipal considerada urbana, con el objetivo de conocer las estrategias de acceso y distribución del agua de uso doméstico, implementadas por las familias en las comunidades del medio rural y urbano, la forma de gobernanza y el cumplimiento de los factores establecidos por las Naciones Unidas y las garantías establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos respecto al derecho humano al agua.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo y bienestar de la población dependen de la disponibilidad y tangibilidad de los medios y servicios necesarios para llevar a cabo todas las actividades humanas, donde el agua es un elemento primordial para su desarrollo. Sin embargo, el volumen de agua disponible en cada región está condicionado por diversos factores, por lo que la cantidad de agua disponible no es igual para toda la población. En México el volumen total de agua disponible se ha asignado conforme a diversos rubros en los usos consuntivos y no consuntivos. El volumen de agua concesionado para el abastecimiento público es de 12,480 hectómetros cúbicos (hm^3), de este volumen solo se destinan 39 hm^3 para uso doméstico (SEMARNAT y CONAGUA, 2016, p. 70). Para el estado de Puebla ubicado en la Región Hidrológica Administrativa (RHA) IV Balsas, clasificado como de alto grado de presión de los recursos hídricos (CONAGUA, 2018, p. 92) con un volumen de agua disponible de 362.9 hm^3 para uso público (SINA, 2010) se han identificado problemas relacionados con la cantidad y calidad del agua (Breña, 2004), por lo que el volumen de agua para uso doméstico es insuficiente en algunos municipios del estado de Puebla.

Específicamente el municipio de Tecali de Herrera, se localiza sobre los acuíferos de Ixcaquixtla (2106) y el del Valle de Tecamachalco (2101); en estos acuíferos según la Ley de Aguas Nacionales reformada en el 2004 (LAN, 2016) define en su Título Quinto que, en

las zonas reglamentadas, de veda o de reserva, sólo son posibles las extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros (Jiménez *et al.*, 2010). Este panorama dificulta más la posibilidad de disponer del agua suficiente para uso doméstico. La limitación del recurso hídrico no solo está fundamentada en la escasez física, en ocasiones se debe al mal manejo y distribución que provocan problemas en la satisfacción de los requerimientos hídricos de la población.

El municipio de Tecali de Herrera se conforma de 35 localidades (INEGI, 2010), de las cuales la cabecera municipal sólo tiene control de su servicio de agua potable para las comunidades de Santiagotzingo, La Magdalena y de algunas familias de las comunidades de Los Laureles y de San Luís Ajajalpan. Las demás localidades son autónomas en su manejo y distribución del agua. Los volúmenes de agua extraídos para abastecer a la población son regulados y administrados por cada localidad; es decir, se basan en acuerdos internos de recursos hídricos, sustentados en el conjunto de acciones y relaciones entre los actores que influyen en la dinámica de la preservación, distribución, control y apropiación de los recursos hídricos, como lo señala Koberwein (2015).

Tecali de Herrera registra intervenciones específicas asociadas a la problemática local de escasez del recurso agua, entre las que destacan de acuerdo a información proporcionada por los encargados del área de gestión social del gobierno municipal actual, la Asociación Civil “Living Water” que se enfoca en construir bienes de agua y protección de manantiales, entre otros. Por parte de la SAGARPA se ha implementado el programa de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA), mismo que se enfoca a elaborar y poner en marcha proyectos integrales que contribuyen a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria (SAGARPA, 2015).

Aun con estos apoyos, no ha sido posible lograr un desarrollo social equilibrado para la población del municipio. En este sentido, los resultados obtenidos en el balance y prospectiva del desarrollo social para el municipio 2017, identifican la necesidad de reforzar la orientación del gasto al abatimiento de las carencias en las que el municipio aun presenta

rezagos respecto al promedio estatal, por ejemplo, la carencia por acceso al agua entubada en la vivienda (SEDESOL, 2017).

De acuerdo al cuadro 1, en el acuífero Valle de Tecamachalco (2101) se tienen concesiones de agua para Tecali de Herrera, para los usos: público urbano, agrícola e industrial (REPDA, 2017).

Cuadro 1. Usos y volúmenes de agua concesionados en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla

Usos	Número de títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes	Volumen de extracción de aguas nacionales que ampara el título (m ³ /año)
Público	Títulos de concesión para	Agua subterránea =
Urbano	aprovechamiento de agua subterránea =	601,438.00
	8	Agua superficial =
	Títulos de concesión para	626,961.85
	aprovechamiento de agua superficial =	Volumen total =
	11	1'228,399.85
	Total de títulos = 19	
Agrícola	36	6'099,510.00
Industrial	1	788,400.00

Volumen total de extracción por los diferentes usos = 8'116,309.85

Volumen anual de extracción del acuífero de Ixcaquixtla (2106), de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el REPDA, 2013 = 39'929,878.00 m³/año.

Volumen anual de extracción del acuífero Valle de Tecamachalco (2101), de acuerdo con los títulos de concesión inscritos REPDA, 2002 = 189'191,151. 00 m³/año.

Fuente: Información obtenida de la base de datos del REPDA con fecha de corte al 31 de diciembre de 2017.

El volumen de agua de uso doméstico y público urbano, se consideran en los usos consuntivos del agua. Los datos muestran que de acuerdo a los volúmenes anuales extraídos y a los datos de recargas naturales e inducidas, el acuífero Valle de Tecamachalco (2101) presenta un déficit de -49.102251 millones de metros cúbicos anuales, por lo que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Tecamachalco (CONAGUA, 2015a).

Con relación al acuífero de Ixcaquixtla (2106) según el decreto de Veda, la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros (CONAGUA, 2015b), con una disponibilidad anual media reportada de 68'528,305m³ (DOF, 2015). Todo esto evidencia el déficit de agua en los municipios que se asientan sobre el acuífero.

Relacionado al servicio de agua de uso doméstico, la situación anterior ha generado en el municipio de Tecali de Herrera, la siguiente problemática: i) aumento de la demanda del servicio de agua, ii) sobreexplotación de pozos y de fuentes superficiales (se reportan dos pozos secos en una misma comunidad), iii) conflictos por los recursos hídricos entre comunidades y particulares, iv) volumen insuficiente de agua por familia -distribución por tandeo-, por lo que las familias han optado por comprar agua de camiones cisterna (pipas) y en garrafones, v) altos costos de los equipos (bombas, válvulas, tuberías, etc.) utilizados para extraer agua, por lo que su reparación o sustitución suele ser impedimento para seguir abasteciendo de agua a la población, vi) altos costos de energía eléctrica, y vii) consumo de agua sin conocimiento de su calidad. Entre otros aspectos, Miranda *et al.* (2015) señalan la gestión inadecuada del agua: desperdicio, redes y sistemas de distribución en mal estado y fugas de agua. También refieren los aspectos físico-ambientales, como la topografía irregular y la escasez “natural”.

Ante la complejidad física, ambiental, social y política que enfrentan las familias para disponer de agua para el uso doméstico, el estudio realizado planteó las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué estrategias de gestión del agua de uso doméstico utilizan las familias rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla?

¿Existen diferencias en la gobernanza para la gestión del agua de uso doméstico en comunidades rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla?

¿Las familias de las comunidades rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla, gozan del derecho al agua para la satisfacción de sus necesidades básicas?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Conocer las estrategias de acceso y distribución del agua de uso doméstico implementadas por las familias en las comunidades del medio rural y urbano, la gobernanza, y el cumplimiento de los factores instituidos por las Naciones Unidas y las garantías establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos respecto al derecho humano al agua, en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

2.2 Objetivos específicos

1. Identificar las estrategias de gestión del agua de uso doméstico realizadas por familias rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.
2. Conocer la gobernanza para la gestión del agua de uso doméstico en comunidades rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.
3. Valorar el cumplimiento del derecho humano al agua en la población rural y urbana del municipio de Tecali de Herrera, Puebla, con base en los factores instituidos por las Naciones Unidas y las garantías establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

3. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis general

Las estrategias de acceso y distribución del agua de uso doméstico y la forma de gobernanza, son diferentes en el medio rural y urbano del municipio de Tecali de Herrera, Puebla, manifestándose que en ambos no se cumplen los factores instituidos por las Naciones Unidas y las garantías establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

3.2 Hipótesis específicas

1. Las familias de la zona rural diversifican más sus estrategias para la gestión del agua de uso doméstico, con relación a las utilizadas por las familias de la zona urbana, bajo la premisa que, en esta última, el agua se abastece por la red pública controlada por el municipio asegurando su accesibilidad física.
2. La gobernanza para la gestión del agua de uso doméstico en comunidades rurales tienen como base la participación social, mientras que en la zona urbana, la gestión está bajo el control administrativo del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.
3. Tanto las familias de la zona rural y de la zona urbana, no satisfacen sus necesidades básicas de agua, de acuerdo al derecho humano al agua, instituido por las Naciones Unidas y las garantías establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, incumpléndose así, las garantías en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

4. MARCO TEÓRICO

Para la interpretación teórica de este estudio de casos múltiples, se utilizaron dos enfoques teóricos: 1) la gestión del agua desde dos perspectivas: la pública y la de autogobierno, y 2) el derecho humano al agua. Con base en estos dos enfoques se discuten conceptos como: gestión de agua, gobernanza del agua, política pública, usos del agua y derecho humano al agua.

4.1 Gestión del agua

La gestión del agua tiene como premisa fundamental que los recursos de la tierra se utilizan para ganarse la vida, aun sin conocer, o comprender los umbrales ambientales aconsejables para ello, siendo necesarios un conjunto de actuaciones y medidas que corrijan los desequilibrios entre la oferta y la demanda de recursos hídricos, tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos (Mitchell, 1999, citado en Hernández-Rodríguez, 2005). La

importancia y el alcance de la gestión del agua se viene sustentando desde la Declaración de Dublín sobre el agua y el desarrollo sostenible, celebrada en Irlanda en enero de 1992; en el Principio Rector Número 2, se menciona que “el desarrollo y la gestión de aguas deberían ser basados en un enfoque participativo, involucrando usuarios, planificadores y gestores de políticas en todos los niveles...” en el cual se incluya una gestión integrada del agua técnicamente apropiada (Solanes y González, 1996).

Meses más tarde, en junio de 1992 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, se elaboró la Agenda 21, que en el capítulo 18 “Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce”, en el numeral 18.12 inciso e) señala: aplicar las decisiones relativas a la asignación de recursos mediante gestión de la demanda, mecanismos de fijación de precios y medidas de reglamentación (Naciones Unidas, 2012).

Sin embargo, la complejidad en la gestión y el manejo de las aguas ha generado grados de desconocimiento sobre la cantidad del recurso, su reserva y renovación, costos de operación, sobre quiénes son los tomadores de decisiones para el manejo del agua, entre otros. Por lo que en los diferentes países se han desarrollado modelos de gestión del agua, los cuales son aplicados de acuerdo a las circunstancias particulares.

4.1.1 Modelos de gestión pública y gestión privada

En los siguientes párrafos se describen cinco modelos de gestión pública y privada propuestos por Galindo (2012) para el manejo de agua entubada que son implementados en casi todos los países, a fin de alcanzar economías de escala o de aglomeración, y para que las organizaciones que manejan los sistemas de abasto sean eficientes en sus finanzas. Estos son: 1) gestión pública directa, 2) empresa de servicios corporativos, 3) gestión privada concesionada o modelo francés, 4) gestión privada directa no concesionada o modelo británico, y 5) empresa pública para el abastecimiento y tratamiento de agua.

La gestión pública directa se puede dar de dos formas denominadas de gestión pública local (departamentos estatales o provinciales que abastecen a municipios y distritos) y gestión

pública supralocal (comisiones, departamentos, o dirección municipal); para esta última el grado de autonomía varía considerablemente. En la empresa de servicios corporativos el servicio público de abasto de agua para uso doméstico es manejado como una cuasi-sociedad anónima (Galindo, 2012).

La gestión privada concesionada o *modelo francés* se basa en la contratación de empresas privadas para que realicen las tareas de gestión de los servicios de abastecimiento de agua, pero sin que sea necesario que la empresa privada adquiera los activos. En la gestión privada directa no concesionada o modelo británico, la empresa que proporciona el servicio y sus acciones son propiedad privada, y para que no abuse de su posición de monopolio se creó la Oficina de los Servicios del Agua, cuya función es regular las tarifas por el cobro del servicio mediante el *Price cap*, un mecanismo para el control de precios que pone un límite a los aumentos de tarifas establecido por el organismo regulador para un periodo de cinco años.

Y la empresa pública para el abastecimiento y tratamiento de agua está constituida como una sociedad anónima que se rige por el derecho mercantil, pero con la justificación de que las acciones de dicha empresa son propiedad de los representantes de la administración local, provincial o nacional (Galindo, 2012).

A pesar de que se han descrito cinco modelos de gestión para el manejo del agua entubada, los más comunes son dos: la que se sustenta en la política pública y la que se sustenta por las reglas establecidas por los mismos usuarios.

4.1.2 Modelos de gestión con autogobierno y con política pública

Se clasifican como sistemas con autogobierno los que son manejados por los usuarios con base en un sistema de conocimientos locales, y como sistemas con burocracia los que son dirigidos por direcciones municipales u organismos operadores diseñados a partir de la normatividad emanada del marco legal vigente en materia de agua potable (Galindo y Palerm, 2016).

En los sistemas autogestivos los usuarios conforman estructuras administrativas y operativas de tipo horizontal (Galindo y Palerm, 2016). En éstos se desarrollan capacidades de autogestión que se aprenden mediante procesos de ensayo y error a través del tiempo, y con base en el acceso y disponibilidad de los recursos compartidos (North, 1990 citado en Cervantes *et al.*, 2017); dicho proceso que tiene su base sobre la organización comunitaria ha permitido la construcción de los sistemas autosustentables principalmente en las comunidades rurales (Olmedo, 2005, citado en Cervantes *et al.*, 2017) debido a que sus bases surgen de las prácticas basadas en los usos y costumbres de cada comunidad, los hábitos, reglas y concepciones tácitas que orientan las interacciones humanas y las relaciones con el medio ambiente (Sandoval y Günther, 2013). Lo anterior ha permitido la creación del arreglo institucional diseñado por los mismos usuarios que demuestra ser de mayor legitimidad, traducándose en la eficiencia para aplicar las reglas de acceso y exclusión (Galindo y Palerm, 2016) donde el ciudadano al ser sujeto en el territorio y uno de los actores locales, queda inmerso al cumplimiento de lo convenido y en consecuencia se logra fortaleza y continuidad de este sistema local.

En cambio, los sistemas gobernados por ayuntamientos o juntas de gobierno, tienen una estructura administrativa y operativa de tipo vertical, en cuya toma de decisiones no participan los usuarios respectivos (Galindo y Palerm, 2016). Se imponen las leyes estatales las cuales se rigen bajo un esquema fuertemente centralizado que se aplica en todo el territorio mexicano; con esto se da la responsabilidad a cada uno de los estados de la república para regular el aprovechamiento, uso y vigilancia de aquellas aguas de jurisdicción estatal, localizadas en sus territorios y que no son consideradas propiedad de la Nación de acuerdo con el párrafo quinto del artículo 27 constitucional (García, 2011). En tanto el artículo 115 Constitucional ha facultado a los municipios para que presten el servicio público de suministro de agua potable y saneamiento, los poderes legislativos de los estados también tienen la obligación de desarrollar las normas correspondientes a estas responsabilidades. Asimismo, las autoridades estatales deben desempeñar aquellas funciones que, de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales, les confiera la CONAGUA (García, 2011). En este sistema, no se considera la participación de la ciudadanía, ni sus intereses, por lo que en las comunidades locales se dificulta el cumplimiento de dicho marco normativo vigente.

4.2 Gobernanza del agua

De acuerdo a la Real Academia Española, gobernanza se define como “arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía” (RAE, 2017).

En el ámbito internacional se ha conformado el concepto de gobernanza en torno a la gestión de los recursos hídricos para denotar que el problema del agua, o la crisis en torno al agua no es un problema de gestión exclusivamente, sino que lleva implícitos otros factores que son fundamentales para poder funcionar (Domínguez, 2006).

Para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2006) la gobernanza es la condición previa más importante para la gestión equitativa y eficaz de los recursos hídricos con el objetivo de reducir la pobreza. En el ámbito de la CEPAL (2002, citado en Domínguez, 2006) se entiende en forma más limitada y con una visión más economicista, se refiere a “la capacidad de insertar el agua en forma productiva en la economía y en la capacidad de ésta de afrontar y pagar por servicios que presta el agua”. Esta visión pragmática es restringida y excesivamente antropocéntrica dejando de lado valores y costumbres que influyen en el manejo del agua y se limita a ver el agua como un recurso natural más que un elemento ambiental (Domínguez, 2006).

Sin embargo, la gobernanza desde las comunidades, es el poder desarrollado por éstas y que están fortalecidas desde su estructura más interna, con un fuerte arraigo en su diversidad de costumbres, modos de vida de la población y de participación, por lo que se tiene un fuerte peso sobre las identidades colectivas, en esta dirección tienden a promover los valores de la solidaridad social y a movilizar recursos locales (Castro *et al.*, 2004).

Algunos casos empíricos que podemos citar son los estudiados por la Dra. Elinor Ostrom, que evidencia que los apropiadores de los recursos de uso común (RUC) como los de pastoreo y forestales de las montañas suizas y japonesas y los sistemas de irrigación de España y

Filipinas, no solo se han sostenido, sino, han mejorado por las capacidades de la población local que poseen una autonomía y han sido capaces de diseñar sus propias instituciones (Ostrom, 2000).

Ostrom (2000) explica que las reglas particulares usadas en los diferentes escenarios empíricos no pueden ser la base de una explicación de la fortaleza institucional y de la sustentabilidad de los recursos de uso común, sino que se basa en que las reglas particulares difieren en que toman en cuenta atributos específicos de los sistemas físicos relacionados, perspectivas culturales del mundo y relaciones políticas y económicas que existen en el escenario.

Ostrom formula siete principios de diseño característicos de instituciones de larga duración de los RUC, y plantea un octavo principio utilizado en los casos más amplios y complejos. Estos principios son (Ostrom, 2000):

1. Límites claramente definidos. Los individuos o familias con derechos para extraer unidades de recurso del RUC deben estar claramente definidos, al igual que los límites del recurso.
2. Coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales. Las reglas de apropiación que restringen el tiempo, el lugar, la tecnología y la cantidad de unidades de recurso se relacionan con las condiciones locales y con las reglas de provisión que exigen trabajo, material y dinero o ambos.
3. Arreglos de elección colectiva. La mayoría de los individuos afectados por las reglas operativas pueden participar en su modificación.
4. Supervisión. Los supervisores que vigilan de manera activa las condiciones del RUC y el comportamiento de los apropiadores, son responsables ante ellos o bien son apropiadores.

5. Sanciones graduadas. Los apropiadores que violan las reglas operativas reciben sanciones graduadas (dependiendo de la gravedad y del contexto de la infracción) por parte de otros apropiadores, funcionarios correspondientes, o de ambos.

6. Mecanismos para la resolución de conflictos. Los apropiadores y sus autoridades tienen un acceso rápido a instancias locales para resolver conflictos entre los apropiadores, o entre éstos y los funcionarios a bajo costo.

7. Reconocimiento mínimo de derechos de organización. Los derechos de los apropiadores a construir sus propias instituciones no son cuestionados por autoridades gubernamentales externas.

8. Para RUC que forman parte de los sistemas más amplios, entidades anidadas. Las actividades de apropiación, provisión, supervisión aplicación de las normas, resolución de los conflictos y gestión se organizan en múltiples niveles de entidades incrustadas.

4.3 Derechos humanos y derecho humano al agua (DHA)

Los derechos humanos admitidos en un contexto mundial, son aquellos derechos y libertades que han sido reconocidos por los estados, gobiernos y población en general, protegidos por instrumentos legales internacionales (Luis *et al.*, 2013; Bautista, 2013, citados en Aguilar *et al.*, 2015).

Los derechos humanos pueden ser clasificados desde diferentes enfoques (Aguilar, 2016): El enfoque historicista, toma en cuenta la protección progresiva de los derechos humanos; el enfoque basado en la jerarquía hace una distinción entre los derechos esenciales y los derechos complementarios, y el tercer enfoque basado en un dirección periódica, siendo la clasificación más conocida donde se hace distinción de las llamadas tres generaciones de los derechos humanos: La “primera generación” se encuentra integrada por los Derechos Civiles y Políticos; estos imponen al Estado respetar siempre los derechos fundamentales del ser humano (la vida, libertad, igualdad, etc.). Los de la “segunda generación” la constituyen los

Derechos de tipo Colectivo, los Derechos Sociales, Económicos y Culturales. Surgen como resultado de la Revolución Industrial, y en México los derechos sociales se incluyeron por primera vez en la Constitución de 1917. Constituyen una obligación de hacer del Estado y son de satisfacción progresiva de acuerdo a las posibilidades económicas del mismo. Los de la “tercera generación” son los llamados Derechos de los Pueblos o de Solidaridad. Surgen en nuestro tiempo como respuesta a la necesidad de cooperación entre las naciones, así como de los distintos grupos que las integran.

El Derecho Humano al Agua se encuentra incluido en la clasificación de la Segunda Generación: Derechos Sociales, Económicos y Culturales. El agua como base de la vida y desarrollo social ha sido manejado por las instituciones de los diferentes niveles de organización social de acuerdo a sus intereses. Para el caso del agua en el desarrollo del hombre, la comunidad internacional ha tenido que hacer conciencia que el acceso al agua potable y al saneamiento debe encuadrarse en el marco de los derechos humanos. Ese acceso se menciona expresamente, en la Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer, aprobada en 1979, el Convenio N° 161 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre los servicios de salud en el trabajo, aprobado en 1985, la Convención sobre los Derechos del Niño, aprobada en 1989 y la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, aprobada en 2006. En 2002, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas aprobó la Observación general N° 15 sobre el derecho al agua, en la que este derecho se definió como el derecho de todos “a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico” (Naciones Unidas, 2018).

A partir de la Observación general N° 15, las instituciones y Estados han planteado diferentes enfoques para el Derecho Humano al Agua. La recomendación número 14 del Comité de Ministros de los Estados Miembro de la Cartera de Recursos Hídricos de la Unión Europea (2001), establece que “Todas las personas tienen derecho al agua en cantidad suficiente para la satisfacción de sus necesidades básicas. Diversos instrumentos internacionales sobre derechos humanos reconocen el derecho fundamental de todos los seres humanos de estar

libre del hambre y a un adecuado estándar de vida para ellas y para sus familias” (Mora y Franco. s.f. p. 1).

La Observación General Número 15 del Pacto Internacional de los Derechos Económicos Sociales y Culturales (PIDESC) (Naciones Unidas, 2002) señala que “el DHA implica el derecho de todas las personas a contar con agua suficiente, segura, de calidad aceptable y accesible tanto en precio como físicamente, para usos personales y domésticos”.

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el Capítulo de los Derechos Humanos y sus Garantías, Artículo 4º establece 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, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2019).

En relación a lo anterior, el DHA se considera promotor de otros derechos humanos, con responsabilidad principal del Estado. Las instituciones sociales, así como también los movimientos ciudadanos, incluyen la participación democrática de la ciudadanía en toda la gestión y manejo del agua y reconocen el papel que desempeña la mujer sobre el recurso hídrico y el valor ambiental y cultural del agua.

Retomando el concepto de DHA del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC) en la Observación General N° 15 -en que se basa este estudio- considera los siguientes factores que se aplican en cualquier circunstancia de acuerdo a las Naciones Unidas (2002):

a) La disponibilidad. El abastecimiento de agua de cada persona debe ser continuo y suficiente para los usos personales y domésticos. Esos usos comprenden normalmente el consumo, el saneamiento, la colada, la preparación de alimentos, la higiene personal y

doméstica. La cantidad de agua disponible para cada persona debería corresponder a las directrices de la Organización Mundial de la Salud OMS (WHO, 2003, p. 13) (son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para garantizar que se cubren las necesidades más básicas y surjan pocas preocupaciones en materia de salud). También es posible que algunos individuos y grupos necesiten recursos de agua adicionales en razón de la salud, el clima y las condiciones de trabajo.

b) La calidad. El agua necesaria para cada uso personal o doméstico debe ser salubre, y por lo tanto, no ha de contener microorganismos o sustancias químicas o radiactivas que puedan constituir una amenaza para la salud de las personas. Además, el agua debería tener un color, un olor y un sabor aceptables para cada uso personal o doméstico. Las Naciones Unidas (2010), establecen que las medidas de seguridad del agua potable vienen normalmente definidas por estándares nacionales y/o locales de calidad del agua potable.

c) La accesibilidad. El agua y las instalaciones y servicios de agua deben ser accesibles para todos, sin discriminación alguna, dentro de la jurisdicción del Estado parte. La accesibilidad presenta cuatro dimensiones superpuestas:

i) Accesibilidad física. El agua, las instalaciones y servicios de agua deben estar al alcance físico de todos los sectores de la población. Se debe acceder a un suministro de agua suficiente, salubre y aceptable en cada hogar, institución educativa o lugar de trabajo o en sus cercanías inmediatas. Todos los servicios e instalaciones de agua deben ser de calidad suficiente y culturalmente adecuados, y deben tener en cuenta las necesidades relativas al género, el ciclo vital y la intimidad. La seguridad física no debe verse amenazada durante el acceso a los servicios e instalaciones de agua. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), la fuente de agua debe encontrarse a menos de 1000 metros del hogar y el tiempo de desplazamiento para la recogida no debería superar los 30 minutos.

ii) Accesibilidad económica. El agua y los servicios e instalaciones de agua deben estar al alcance de todos. Los costos y cargos directos e indirectos asociados con el abastecimiento de agua deben ser asequibles y no deben comprometer ni poner en peligro el ejercicio de

otros derechos reconocidos en el Pacto. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sugiere que el costo del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar.

iii) No discriminación. El agua y los servicios e instalaciones de agua deben ser accesibles a todos de hecho y de derecho, incluso a los sectores más vulnerables y marginados de la población, sin discriminación alguna por cualquiera de los motivos prohibidos.

iv) Acceso a la información. La accesibilidad comprende el derecho de solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua.

4.4 Agua de uso doméstico y agua potable

La bibliografía revisada refiere dos conceptos que en ocasiones parecieran sinónimos: agua de uso doméstico y agua potable. Es necesario aclarar las diferencias. Naciones Unidas (2002) señala que el agua de uso doméstico es “para el consumo (ingesta), el saneamiento, la preparación de alimentos y la higiene personal y doméstica”. De acuerdo a la OMS (2006) el agua de uso doméstico es “para la elaboración de alimentos, el lavado de ropa y la higiene personal y doméstica que también son importantes para la salud. Es decir, para beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar”.

La Ley de Aguas Nacionales Mexicana en referencia al concepto señala que “la aplicación de agua nacional para el uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de animales domésticos que no constituyan una actividad lucrativa, en términos del Artículo 115° de la CPEUM” (LAN, 2016).

La USGS (2017) considera que “los usos domésticos incluyen agua para todas las cosas que se hacen en casa: tomar agua, preparar los alimentos, bañarse, lavar la ropa y los utensilios de cocina, cepillarse los dientes, regar el jardín, bañar al perro”.

Por otro lado, agua potable es “el agua para uso y consumo humano, agua que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud” (Secretaría de Salud, 2000). “Es el agua de consumo inocua, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda la vida. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal” (OMS, 2006). Es el “agua para uso y consumo humano que no contiene contaminantes objetables (según la NOM-127-SSA1-1994), ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud” (PNH, 2013)”.

El agua potable debe ser de calidad para el consumo humano, por lo que la disponibilidad del agua de buena calidad es una condición indispensable para los seres vivos, y más que cualquier otro factor, condiciona la calidad de vida de las personas (Nelson y Cox 2005; Curtis y Barnes 2004; Asuall y Alleyde 1999, citados por Dimas *et al.*, 2015 p. 113).

Entre los factores se consideran: la presencia o ausencia de fuentes de abastecimiento naturales de agua; la infraestructura de redes de almacenamiento y distribución del agua; los aspectos culturales y socioeconómicos que condicionan la aceptación o rechazo a ciertas formas de abastecimiento y potabilización del agua, y factores políticos que afectan la normatividad relativa a la inversión en el desarrollo y mantenimiento de sistemas de agua potable (Sánchez *et al.*, 2000, p. 398).

Para fines de estudio se considera agua de abastecimiento público, al agua para uso y consumo humano, entendida como el agua que no contiene contaminantes objetables, ya sea químicos o agentes infecciosos y no causa efectos nocivos para la salud (Secretaría de Salud, 2000) mediante las especificaciones de la NOM-127-SSA1-1994 (Salud ambiental, agua para uso y consumo humano). Los límites máximos permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, considera las siguientes características:

4.4.1 Características físicas y organolépticas

Las características físicas y organolépticas son las que se detectan sensorialmente (color, olor y sabor). Para efectos de evaluación, el sabor y el olor se ponderan por medio de los sentidos

(Secretaría de Salud, 2000). El sabor y el olor del agua pueden tener su origen en contaminantes químicos naturales, orgánicos e inorgánicos, y fuentes o procesos biológicos (por ejemplo, microorganismos acuáticos), o en la contaminación debida a sustancias químicas sintéticas, o pueden ser resultado de la corrosión o del tratamiento del agua (por ejemplo, la cloración). También pueden desarrollarse durante el almacenamiento y la distribución sabores y olores debidos a la actividad microbiana (OMS, 2006, p. 183). Es natural que los consumidores desconfíen del agua que parezca sucia o tenga un color anormal, o que tenga un olor o sabor desagradable, aunque estas características puedan no tener, en sí mismas, ninguna consecuencia directa para la salud. El agua cuyas características organolépticas sean inaceptables minará la confianza de los consumidores, generará quejas y, lo que es más importante, puede conducir al consumo de agua de fuentes menos seguras (OMS, 2006, p. 183).

4.4.2 Características químicas

Las características químicas se deben a los elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana (Secretaría de Salud, 2000). La mayoría de las sustancias químicas presentes en el agua de consumo son potencialmente peligrosas para la salud sólo después de una exposición prolongada (durante años, más que meses) (OMS, 2006, p. 127).

Todas las aguas naturales contienen diversas sustancias inorgánicas y orgánicas. Las inorgánicas proceden de las rocas y la tierra por las que se filtra o sobre la que fluye el agua; las orgánicas de la descomposición de restos de plantas o algas y de otros microorganismos que proliferan en el agua o en sedimentos (OMS, 2006, p. 156). De manera natural, el agua que comúnmente se utiliza para el consumo humano contiene sustancias inorgánicas como arsénico, selenio, cromo, cobre, molibdeno, níquel, zinc y sodio. Algunas de ellas son elementos esenciales en la nutrición de hombre. Otras forman parte de los ciclos naturales, como los nitratos y nitritos dentro del ciclo del nitrógeno. Sin embargo, cuando se altera el equilibrio de estos elementos debido a su exceso o carencia, también se modifica la calidad del cuerpo de agua y puede limitar su uso (SEMARNAT y CONAGUA, s.f., p. 28).

4.4.3 Características microbiológicas

La gravedad de los efectos sobre la salud humana ocasionados por agentes transmitidos por el agua es variable, de gastroenteritis leve a diarrea grave, a veces mortal, disentería, hepatitis y fiebre tifoidea. El agua contaminada puede ser la fuente de grandes epidemias de enfermedades, como el cólera, la disentería y la criptosporidiosis; sin embargo, la mayoría de los agentes patógenos transmitidos por el agua presentan otras vías de infección importantes, como el contacto de persona a persona y la transmisión por los alimentos. La mayoría de las bacterias patógenas que pueden ser transmitidas por el agua infectan el aparato digestivo y son excretadas en las heces de las personas o animales infectados (OMS, 2006, p. 191).

Las especificaciones que describen las características microbiológicas del agua debidas a microorganismos nocivos para la salud humana que se mencionan en la NOM-127-SSA1-1994, donde los indicadores generales de contaminación microbiológica son, específicamente organismos coliformes totales y *Escherichia coli* o coliformes fecales (Secretaría de Salud, 2000). Es importante señalar que el microorganismo elegido como indicador de contaminación fecal es *E. coli*. En muchas circunstancias, en lugar de *E. coli* puede analizarse la presencia de bacterias coliformes termotolerantes. El agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores de contaminación (OMS, 2006, p. 122). A pesar de extensas investigaciones, ningún parásito o virus ha sido identificado todavía como un indicador universal único; características ambientales específicas pueden promover la existencia de un indicador parasitario o viral en particular para cada sitio de estudio (Skraber *et al.*, 2004).

En resumen, el agua de uso doméstico considera el agua para todas las actividades que se hacen en casa: tomar agua, preparar los alimentos, bañarse, lavar la ropa y los utensilios de cocina, cepillarse los dientes, regar el jardín, etc., mientras que el agua potable, es el agua para uso y consumo humano, agua que no contiene contaminantes.

4.5 Agua de uso público

En México el uso público urbano del agua es la aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal (LAN, 2016). El uso agrupado del agua para el abastecimiento público (público urbano y doméstico) se considera como la totalidad del agua entregada a través de redes de agua potable, tanto a usuarios domésticos (domicilios) como industrias y servicios conectados a dichas redes (CONAGUA, 2018); el volumen de extracción de agua de origen superficial (ríos, arroyos y lagos) fue de 5.25 mil hm³ y de origen subterránea (acuíferos) de 7.38 mil hm³ (SEMARNAT y CONAGUA, 2018. p. 77).

Conviene subrayar que la legislación mexicana tiene como prioritario el uso doméstico y el uso público urbano en relación con cualquier otro uso (LAN, 2016). No obstante, la demanda de agua suele ser mayor en el sector agrícola, este dato se muestra en los volúmenes de agua concesionados para los usos consuntivos agrupados, siendo las de mayor demanda el uso agrícola, 76%, el uso abastecimiento público, 14.4%, el uso industrial integrado, 4.9% y el uso electricidad (termoeléctricas), 4.7% (SEMARNAT y CONAGUA, 2018. p. 77). El incremento del agua superficial asignada para abastecimiento público creció en un 19.3% en el periodo del 2008 al 2017 (CONAGUA, 2018).

4.6 Política hidráulica en México y órganos de gestión del agua

En México la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), es quien se encarga de administrar y preservar las aguas nacionales y sus bienes inherentes, para lograr un desarrollo sustentable, con la corresponsabilidad de los tres órdenes de gobierno y la sociedad en general, así como, ser autoridad con calidad técnica y promotor de la participación de la sociedad y de los órdenes de gobierno en la gestión integrada del recurso hídrico y sus bienes públicos inherentes (Marañón, 2014 citado en Caldera *et al.*, 2016). La CONAGUA ejerce sus funciones en 13 regiones hidrológico-administrativas, cada región corresponde a un organismo de cuenca. Para la administración de las aguas superficiales nacionales, el país se divide en 757 cuencas hidrológicas, y para fines administrativos respecto a las aguas

nacionales subterráneas se subdivide en 653 acuíferos; en el año 2016 del total de acuíferos 32 tenían suelos salinos o agua salobre, 18 tenían intrusión de agua salada marina y 105 estaban sobreexplotados (CONAGUA, 2017).

De acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales en el Artículo 5° se menciona: Para el cumplimiento y aplicación de esta Ley, el Ejecutivo Federal: I. “Promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de los estados y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones. La coordinación de la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica será a través de los Consejos de Cuenca, en cuyo seno convergen los tres órdenes de gobierno, y participan y asumen compromisos los usuarios, los particulares y las organizaciones de la sociedad, conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos...”

Artículo 14 BIS 5. Los principios que sustentan la política hídrica nacional son: El uso doméstico y el uso público urbano los cuales tendrán preferencia en relación con cualquier otro uso (LAN, 2016).

Operativamente deberían ser los municipios quienes se encarguen de suministrar el agua para consumo humano, según el Artículo 115° constitucional. Las reformas efectuadas en 1983 y respaldadas por la Ley Federal de Aguas de 1972, establecen la responsabilidad a los municipios de prestar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Los municipios ejercen esta función a través de los Organismos Operadores de Agua Potable, organizaciones públicas descentralizadas del municipio con personalidad jurídica, patrimonio propio y tienen la consigna de proporcionar el servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento a los centros poblacionales, urbanos y rurales (Sandoval y Günther, 2013).

También existen otros órganos de participación social, como son las Comisiones, Comités de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas Subterráneas. Todos estos articulados bajo una estructura piramidal cuyo vértice es la CONAGUA (Sandoval y Günther, 2013).

LITERATURA CITADA

- AGUILAR, O. E. A. R., Jacobo, M. D., De la Vega, S. M. Y., Hernández- Rodríguez. M. L., Vélez, P. M. y Ortega, E. M. A. (2015). Derecho Humano al Agua. *Impluvium Red del Agua UNAM*. (4), 2-43. Recuperado de <http://www.agua.unam.mx/impluvium.html>
- AGUILAR, C. M. (2016). Recuperado de <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/derechos-humanos-emx/article/view/5117/4490>
- BREÑA, P. A. F. (2004). *Precipitación y recursos hidráulicos de México*. Tlalpan D.F. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- CALDERA, O. A. R., Tagle, Z. D. y Escalante, R. B. P. (2016). El Derecho Humano al Agua en México. Un análisis desde la perspectiva de gobernanza y los proyectos políticos. *O Social em Questao*. 36, (149-176).
- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. (2019). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada DOF 15-05-2019. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_150519.pdf
- CASTRO, J. E., Kloster, K. y Torregrosa, M. L. (2004). Ciudadanía y gobernabilidad en México: el caso de la conflictividad y la participación social en torno a la gestión del agua. En Jiménez, B. y Marín, L. (Eds.), *El agua en México vista desde la academia*. (pp. 339-370). México: Editorial Publisher. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/274019684_Ciudadania_y_gobernabilidad_en_Mexico_el_caso_de_la_conflictividad_y_la_participacion_social_en_torno_a_la_gestion_del_agua
- CERVANTES, A., Velázquez, M. y Pimentel, J. (2017). Gobierno y administración local del agua potable en la Ciénega de Chapala, Michoacán, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 3(1), 65-80.
- CONAGUA (Comisión Nacional del agua). (2015a). Actualización de la disponibilidad media anual de agua del acuífero de Valle de Tecamachalco 2101, estado de Puebla. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103304/DR_2106.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.

- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2015b). Actualización de la disponibilidad media anual de agua del acuífero de Valle de Tecamachalco 2101, estado de Puebla. México: Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103299/DR_2101.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2017). Num3ragua México 2017. Recuperado de http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/Numeragua_2017.pdf
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2018). Usos del agua. Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/usos-del-agua>
<http://187.189.183.90/#>
- CONSOLI, S., Aiello, R. y Cirelli, G. (2007). Effects of reclaimed wastewater irrigation on soil and tomato fruits: A case study in Sicily (Italy). *Agricultural wáter management*, 93, 65–72.
- DIMAS, M., Garza, M. y Treviño y D. (2015). Índice de la calidad del agua y metales pesados del cauce aguas blancas del municipio de Acapulco Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 113-118.
- DOF. (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Ixcaquixtla (2106), Estado de Puebla. Recuperado de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/puebla/DR_2106.pdf
- DOMÍNGUEZ, S. J. (2006). La gobernanza del agua en México y el reto de la adaptación en zonas urbanas: el caso de la ciudad de México. 237-296. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/299560277_La_gobernanza_del_agua_en_Mexico_y_el_reto_de_la_adaptacion_en_zonas_urbanas_el_caso_de_la_ciudad_de_Mexico
- GALINDO, E. E. (2012). Administración y operación de pequeños sistemas de agua potable: organismos operadores y direcciones municipales versus comités de usuarios. (Tesis inédita de Doctorado). Centro de investigaciones y estudios superiores en Antropología Social. México.
- GALINDO, E. y Palerm, J. (2016). Sistemas de agua potable rurales. Instituciones, organizaciones, gobierno, administración y legitimidad. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 7(2), 17-34.

- GARCÍA, A. (2011). Guía sobre el derecho humano al agua. Instituto de Estudios para América Latina y África IE PALA-UCM. Recuperado de: http://www.iepala.es/IMG/pdf/_GUIA_SOBRE_EL_DERECHO_HUMANO_AL_A_GUA2-3.pdf
- HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, M. L. (2005). Aspectos del uso y valoración del agua subterránea en el estado de Tlaxcala: un análisis desde una perspectiva social. (Tesis de Doctorado). Colegio de Posgraduados, Campus Puebla.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). *Censo de Población y Vivienda*. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/>
- JIMÉNEZ, C. B., Torregrosa y A, M. L. y Aboites, A. L. (2010). *El agua en México: cauces y encauses*. Recuperado de: <https://agua.org.mx/biblioteca/el-agua-en-mexico-cauces-y-encauses/>
- KOBERWEIN, A. (2015). Escasez de agua y apropiación de la tierra en las Sierras Chicas de Córdoba, Argentina. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, (23), 139-159.
- LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN). (2016). Última reforma. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf
- MORA, PORTUGUEZ, J. y Franco, M. (s.f.). Derecho Humano al Agua. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/7904503/derecho-humano-al-agua>
- MIRANDA-TREJO, M., Ocampo-Fletes, I., Escobedo-Castillo, J. F. y Hernández-Rodríguez, M. de L. (2015). La distribución del agua potable en Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, Vol. 12 (3), 261-277.
- NACIONES UNIDAS. (2002). Observación general n° 15. E/C.12/2002/11. *El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales)*. Recuperado de http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/general/docugral/ONU_comentariogeneralagua.pdf
- NACIONES UNIDAS. (2010). A/RES/64/292. *El derecho humano al agua y el saneamiento*. 3 de agosto. Recuperado de http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S

- NACIONES UNIDAS. (2012). Programa 21. Recuperado de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm>
- NACIONES UNIDAS. (2018). El derecho al agua: Folleto informativo No. 35. Recuperado de <http://acnudh.org/wp-content/uploads/2018/03/FactSheet35sp.pdf>
- NACIONES UNIDAS y CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2016). Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago, p. 48. Recuperado de <http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2006). Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1. Recomendaciones. Recuperado de https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- OSTROM, E. (2000). El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- PNH (Programa Nacional Hídrico) 2014-2018. (2013). Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5339732&fecha=08/04/2014
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Recuperado de http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf
- RAE. (Real Academia Española) (2017). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=JHRSmFV>
- REPDA (Registro Público de Derechos de Agua) (2017). Recuperado de: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/registro-publico-de-derechos-de-agua-repda-55190>
- ROSEGRANT, M., Cai, X. y Cline, S. (2002). *Panorama global del agua hasta el año 2025. Como impedir una crisis inminente*. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias. 2002. ISBN 0-89629-648-2
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2015). *Conservación y Uso Sustentable del Suelo y Agua*. Recuperado de

- <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/AsistenciaCapacitacion/Paginas/coussa.aspx>
- SÁNCHEZ, P. H. J., Vargas, M. M. G. y Méndez, S. J. D. (2000). Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas. *Salud Pública de México*, 42(5), 397-406.
- SANDOVAL, M. A. y Günther, M. (2013). La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: Otros acercamientos a la sustentabilidad. *Ra Ximhai*, 9(2), 165-179.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). (2017). *Informe Anual Sobre la situación de pobreza y rezago social, Tecali de Herrera*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/186661/Puebla_.pdf
- SECRETARIA DE SALUD. (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>
- SEMARNAT y CONAGUA (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua). (2015). *Atlas del agua en México 2015*. Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/ATLAS2015.pdf>
- SEMARNAT y CONAGUA (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua). (2016). *Estadísticas del agua en México edición 2016*. Recuperado de: http://201.116.60.25/publicaciones/EAM_2016.pdf
- SEMARNAT y CONAGUA (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua). (2018). *Estadísticas del agua en México*. Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/publicaciones-estadisticas-y-geograficas-60692>
- SEMARNAT y CONAGUA. (s.f.). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado. México. D. F. Recuperado de <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>
- SINA (Sistema Nacional de Información del Agua). (2010). México. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo09.html>

- SOLANES, M. y González, V. F. (1996). *Los principios de Dublín reflejados en una evaluación comparativa de ordenamientos institucionales y legales para una gestión integrada del agua*. (Global Water Partnership). TAC BACKGROUND PAPERS No. 3. Recuperado de: <http://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/Tac3s.pdf>
- SKRABER, S., Gassilloud, B. y Gantzer, C. (2004). Comparison of coliforms and coliphages as tools for assessment of viral contamination in river water. *Applied and environmental microbiology*, 70(6), 3644-9. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC427742/>
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). (2017). Recuperado de: <https://water.usgs.gov/gotita/wudo.html>
- WHO (World Health Organization). (2003). Domestic Water Quantity, level and health. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf?ua=1

CAPÍTULO I. METODOLOGÍA

1.1 Características del municipio en estudio

El estado de Puebla se encuentra dividido en siete regiones socioeconómicas para su planeación y desarrollo. Esta regionalización rige oficialmente desde 1986 y corresponde a las interacciones económicas, sociales y políticas que se dan entre municipios (INAFED, s.f.; Castro, 2014). Tecali de Herrera (municipio de estudio) pertenece a la región 4, Angelópolis, la cual se ubica en la zona centro del estado; al ubicarse en esta demarcación territorial, colinda con la región 6. Mixteca, por lo que el municipio adquiere ciertas características de la última, como el relieve abrupto y desigual y, por consiguiente, una variedad de microclimas y ecosistemas, marginación y pobreza, suelos pobres, orografía accidentada, nubes estériles, carencia de agua, analfabetismo, creciente migración de hombres, mujeres y niños (Dubravka, 2003, p. 5).

A nivel local, el municipio de Tecali de Herrera se ubica entre los paralelos 18° 48' y 19° 00' de latitud norte, y los meridianos 97° 53' y 98° 05' de longitud oeste. La altitud es entre 1,949 y 2,220 msnm. Colinda al norte con los municipios de Cuautinchán y Tepeaca, al sur con Tzicatlacoyan, al oriente con Mixtla y Santa Isabel Tlanepantla, y al poniente con Cuautinchán. Tecali de Herrera ocupa el 0.51% de la superficie estatal (INEGI, 2009).

La temperatura varía de 15 a 17°C, posee un rango de precipitación de 600 a 800 mm, con clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (62%), subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (38%); los suelos dominantes son: Leptosol (33%), Durisol (25%), Calcisol (24%), Chernozem (7%) y Phaeozem (4%) (INEGI, 2009).

La hidrografía del municipio está determinada por la región hidrológica del Balsas (100%), la cual pertenece a la cuenca del río Atoyac (100%), en la subcuenca río Atoyac-Balcón del Diablo (100%) (INEGI, 2009). Las corrientes principales que atraviesan el municipio son el río Atoyac que desde la presa Manuel Ávila Camacho presenta un rumbo noroeste-sureste (NW-SE), hasta Molcaxac donde cambia su dirección hacia el noreste, a la altura del poblado

de Tepeaca, sobre su margen izquierdo recibe aportaciones de varios escurrimientos provenientes del norte y que se originaron desde la sierra de Soltepec (SEMARNAT, 2009).

Parte del municipio de Tecali de Herrera se encuentra localizado al norte del acuífero Ixcaquixtla (2016) y de manera parcial sobre el acuífero Valle de Tecamachalco (2101) (CONAGUA, 2015a; CONAGUA, 2015b). Es importante mencionar que la extracción del agua para los diferentes usos mediante concesiones se realiza oficialmente desde el acuífero Valle de Tecamachalco (2101) (REPDA, 2017).

Las condiciones que prevalecen en el acuífero Valle de Tecamachalco manifiestan un déficit en la precipitación pluvial durante la mayor parte del año, de manera que el desarrollo de la agricultura requiere agua para el riego de los cultivos, siendo las únicas fuentes de abastecimiento para este propósito, el almacenamiento de agua superficial en la presa Manuel Ávila Camacho y el agua subterránea regional (CONAGUA, 2015a).

Datos de la encuesta intercensal 2015 del INEGI (2015), reportan que el municipio cuenta con 35 localidades, de las cuales 6 son juntas auxiliares (Ahuatepec, San Luis Ajajalpan, Concepción Cuautla, San Buenaventura, Santa Cruz Ajajalpan y La Trinidad Tianguismanalco). La población total municipal es de 21,992 habitantes (SEDESOL y CONEVAL, 2017). En 2010, 16,819 individuos (66.3% del total de la población) se encontraba en pobreza, de los cuales 13,189 (52%) presentaban pobreza moderada y 3,630 (14.3%) estaban en pobreza extrema (SEDESOL y CONEVAL, 2017).

Para el 2010 se registró un índice de migración municipal bajo, con un valor de 0.2374, ubicándolo a nivel estatal en el lugar 114 respecto a los demás municipios (CONAPO, 2009). La práctica migratoria es menos común en el municipio, debido a que la mayoría de los pobladores se desempeñan en la actividad económica artesanal del ónix y mármol, la cual se ha considerado como una práctica ancestral que puede tener su origen hace más de cien años; como resultado de esta actividad se evita el desplazamiento de la población a otras zonas (Castro, 2014). Por otra parte, la agricultura se practica en pequeña escala y solo en época de

lluvia. Las condiciones climatológicas y edafológicas hacen poco apta esta práctica (SEMARNAT, 2009).

1.1.1 Comunidades de estudio

El municipio de Tecali de Herrera está conformado por 6 juntas auxiliares: San Buenaventura Tetlananca, Santa Cruz Ajajalpan, Concepción Cuautla, La Trinidad Tianguismanalco, San Luis Ajajalpan y Ahuatepec. Para este estudio se consideraron las juntas auxiliares Concepción Cuautla y La Trinidad Tianguismanalco (comunidades rurales), y la cabecera municipal, Tecali de Herrera (comunidad urbana) (Figura 1).

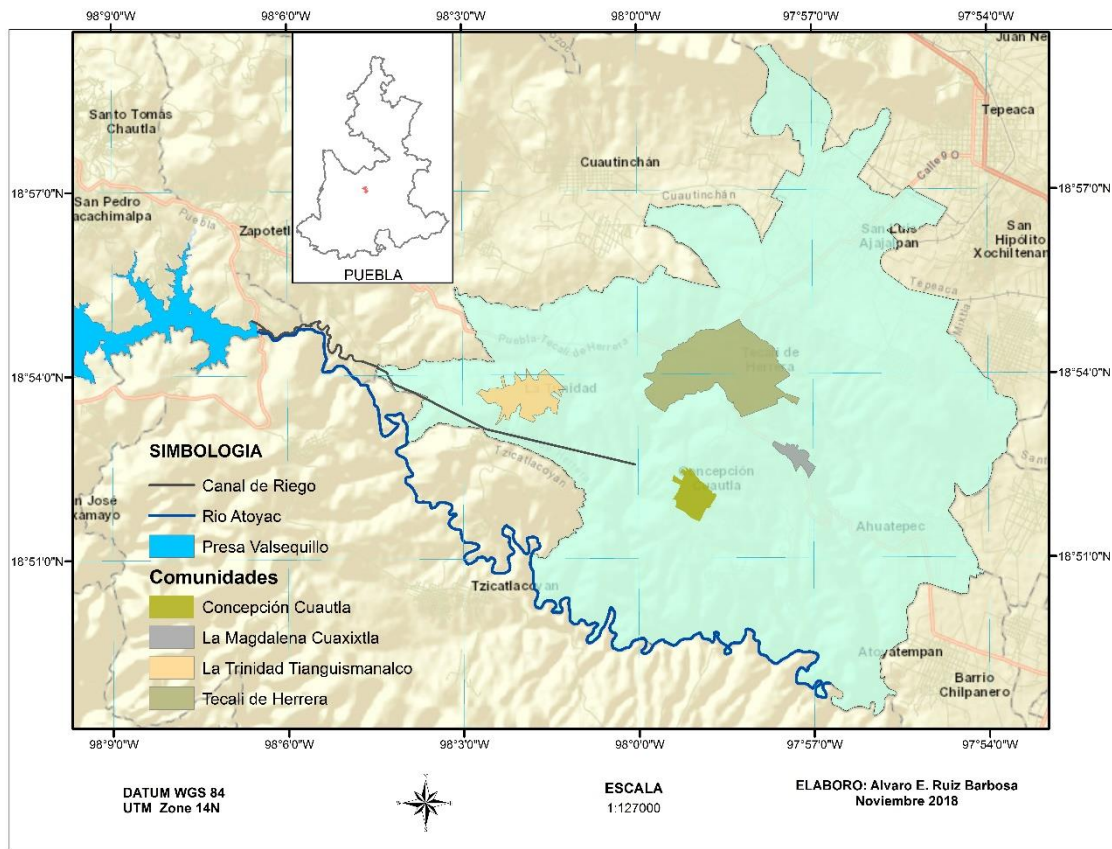


Figura 1. Ubicación geográfica de las comunidades de estudio dentro del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Fuente: Elaboración de Ruiz Barbosa, Á. E., 2018, con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017). Conjunto de datos vectoriales. Marco geoestadístico. Junio 2017.

De acuerdo al INEGI (2010) las localidades rurales se diferencian de las urbanas bajo el criterio de número de habitantes. Una localidad rural tiene una población no mayor a 2,500 habitantes y una localidad urbana tiene un número de habitantes mayor a 2,500.

Haciendo la clasificación bajo el criterio de número de habitantes y por su grado de marginación (educación, vivienda e ingreso), las principales actividades económicas y la forma de organización respecto al manejo del servicio del agua de cada una de las comunidades de estudio quedan clasificadas de la siguiente forma (cuadro 2).

Cuadro 2. Características de las localidades de estudio del municipio de Tecali de Herrera, Puebla

Comunidades de estudio	Nombre de las localidades dependientes al servicio del agua entubada de la red pública	Población 2010	Grado de marginación de la localidad 2010	Cobertura PDZP	Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública, 2010	Principal actividad económica	Gobernanza del agua	Personas encargadas del manejo del servicio de agua entubada de la red pública
Cabecera municipal (urbana)	Tecali de Herrera (cabecera municipal)	5,156	medio	no	69	Elaboración de artesanías	Sistema gobernado por el ayuntamiento mediante la	8 integrantes: Presidente Municipal Regidora de Hacienda y Patrimonio Tesorería (2) Gente de limpia(2) Fontaneros (2)
	La Magdalena	571	alto	si	41		Regiduría de	
	Santiagotzingo	104	alto	si	7		Hacienda	
Junta auxiliar de Concepción	Concepción Cuautla	1,709	medio	si	37	Elaboración de artesanías	Sistema autogestivo mediante la Junta Rural de Administración Operación y Mantenimiento del	8 integrantes: Presidente auxiliar municipal Presidente del servicio del agua
Cuautla (rural)	Rancho Mixcuautla	57	alto	si	Sin datos			

							Sistema de agua Potable (Comité del servicio de agua)	Vicepresidente Secretarios (2) Tesorero Suplente de tesorero Vocales (2)
Junta auxiliar de La Trinidad La Trinidad Tianguismanalco (rural)	La Trinidad Tianguismanalco	1,613	medio	si	27	Agricultura	Sistema autogestivo mediante Junta Rural de Administración Operación y Mantenimiento del Sistema de agua Potable (Comité del servicio de agua)	12 integrantes Presidente (1) Secretario (1) Tesorero (1) Vocales (9)

Fuente: Elaboración propia con información de SEDESOL (2013). Catálogo de localidades; INAFED (2018). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México e Información de campo (2018).

1.1.2 Unidad de análisis

La unidad de análisis fue el hogar o unidad doméstica. El tamaño promedio de los hogares es de 4.3 integrantes, prácticamente igual al promedio estatal de 4.2 integrantes (SEDESOL y CONEVAL, 2017).

1.2 Técnicas de investigación

Se realizó un estudio interdisciplinario que demandó la aplicación de técnicas cuantitativas y cualitativas como se describen a continuación:

1.2.1 Técnicas cuantitativas

1.2.1.1 Encuesta

Se aplicó una encuesta a las familias de las tres comunidades. El cálculo de la muestra poblacional se realizó mediante el Muestreo Estratificado Aleatorio con distribución proporcional. Se consideró este tipo de muestreo debido a que los estratos son subconjuntos de la población que agrupan unidades homogéneas, aunque sean heterogéneas entre estratos (Gómez, 1979). Para determinar el tamaño de muestra se consideró la población total del municipio de Tecali de Herrera y las comunidades se consideraron como los estratos: comunidad rural (junta auxiliar) y la cabecera municipal (urbana).

Los datos para el cálculo de la muestra se tomaron de los contratos del servicio del agua entubada 2017-2018 de cada comunidad (información otorgada por los encargados del servicio del agua entubada). El cálculo se realizó con las ecuaciones 1, 2 y 3, como se muestra a continuación:

Ecuación 1:

$$n = \frac{N \sum_{i=1}^k N_i S^2}{N^2 V + \sum_{i=1}^k N_i S^2}$$

Ecuación 2:

$$V = \frac{d^2}{Z_{\alpha/2}^2}$$

Ecuación 3:

$$n_i = \frac{N_i}{N}(n)$$

Donde:

N= tamaño de la población; N1= estrato 1; N2= estrato 2, N3= estrato 3; S²=Varianza; d=Precisión y Z= Confiabilidad. Valor de Z (distribución normal estándar).

Procedimiento:

N= 2,581 contratos del servicio del agua entubada de las tres comunidades de estudio

N1= estrato 1 (Cabecera municipal con 1,371 contratos del servicio del agua potable de tres comunidades de estudio)

N2= estrato 2 (Concepción Cuautla con 650 contratos del servicio del agua entubada de las dos comunidades de estudio)

N3= estrato 3 (La Trinidad Tianguismanalco con 560 contratos del servicio del agua entubada)

$$S^2=0.5$$

$$d=15\% \ 0.15$$

$$Z= 1.96$$

Ecuación 2:

$$V = \frac{d^2}{Z_{\alpha/2}^2}$$

$$V = \frac{0.15^2}{1.96_{\alpha/2}^2} = \frac{0.0225}{3.8416} = 5.856 \times 10^{-3}$$

$$n = \frac{2581[(1371)(0.5) + (650 \times 0.5) + (560 \times 0.5)]}{(281^2)(5.856 \times 10^3) + [(1371 \times 0.5) + (650 \times 0.5) + (560 \times 0.5)]}$$

$$n = \frac{2581[685.5 + 325 + 280]}{6661561(5.856 \times 10^{-3}) + (685.5 + 325 + 280)}$$

$$n = \frac{3330780.5}{39010.11 + 1290.5} = \frac{3330780.5}{40300.60}$$

$$n = 82.648 \cong 83$$

Ecuación 3:

$$n_i = \frac{N_i}{N}(n)$$

$$n_1 = \frac{1371}{2581}(83) = 44$$

$$n_2 = \frac{650}{2581}(83) = 20.90 \cong 21$$

$$n_3 = \frac{560}{2581}(83) = 18$$

El resultado de la muestra fue 83; para el estrato 1, la muestra fue de 44, el estrato 2 de 21 y el estrato 3 de 18 (cuadro 3).

Cuadro 3. Tamaño de muestra por localidad de estudio

Comunidades de estudio	Muestra obtenida	Localidades que dependen del servicio de agua potable	Número de familias encuestadas
Cabecera municipal	Estrato 1= 44	Cabecera municipal	Cabecera municipal=23
		La Magdalena	La Magdalena= 14
		Santiagotzingo	Santiagotzingo=7
Concepción Cuautla	Estrato 2= 21	Concepción Cuautla Mixcuautla	Concepción Cuautla= 16

La Trinidad	Estrato 3=	La Trinidad	Mixcuautila= 5
Tianguismanalco	18	Tianguismanalco	La Trinidad
Total	Muestra= 83		Tianguismanalco= 18

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

A las 83 familias seleccionadas al azar se les aplicó un cuestionario con 111 preguntas abiertas, cerradas y en abanico. Se consideraron aspectos sobre el jefe o jefa de la familia, datos generales de la familia, abastecimiento del agua domiciliaria en el hogar, agua potable y no potable (acarreo y compra de agua), percepción que se tiene por el agua de consumo humano, sistema de gobernanza, problemas ambientales relacionados con el agua y propuestas de solución.

Mediciones directas del volumen de agua

Se calculó el volumen de agua recibido por cada familia directamente en los hogares: 39 urbanos y 42 rurales. El cálculo del volumen de agua se obtuvo de las mediciones directas del agua proveniente del sistema de agua entubada. En cada hogar se realizaron dos mediciones iniciales del tiempo que transcurrió para que se llenara un recipiente de agua de 5 litros (l) directamente de la toma domiciliaria del servicio de agua, pasados 30 minutos se repitió esta operación. Con estos datos se obtuvo un promedio y el gasto final por cada hogar con la ecuación: $Q = \text{volumen/tiempo (lps)}$.

1.2.1.2 Muestreos de agua

Se recolectaron muestras de agua de las comunidades de Concepción Cuautla, La Trinidad Tianguismanalco y de la cabecera municipal Tecali de Herrera. Por cada comunidad se tomaron dos muestras de las fuentes que las abastecen (pozos profundos, ameyales y tanques comunitarios) y dos de las viviendas. Se seleccionaron cuatro sitios de muestreo en cada comunidad, resultando en total 12 sitios de muestreo, con un total de 48 muestras de agua. De este total, 12 muestras se destinaron para determinaciones fisicoquímicas, 12 para metales

pesados, 12 para nitritos y nitratos y 12 para determinaciones microbiológicas. Lo anterior con el fin de preservar las muestras y determinar los elementos de interés.

La georreferenciación de los sitios de muestreo con el GPS etrex Venture HC GARMIN, se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo de agua en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Comunidad	Clave de la muestra	Coordenada norte	Coordenada oeste
Concepción Cuautla	1	18°51'30.16"	97°59'22.49"
	2	18°51'56.60"	97°59'15.52"
	3	18°52'20.17"	97°59'21.21"
	12	18°52'2.62"	97°59'10.41"
Tecali de Herrera (cabecera municipal)	4	18°55'46.85"	97°56'52.30"
	5	18°54'4.99"	97°58'1.40"
	6	18°53'12.45"	97°57'25.30"
	7	18°54'29.91"	97°58'13.71"
La Trinidad	8	18°53'53.22"	98°01'39.97"
	9	18°53'45.24"	98°01'47.11"
Tianguismanalco	10	18°53'16.87"	98°01'54.25"
	11	18°56'10.52"	97°58'42.72"

Fuente: Elaboración propia con información de campo

Para la toma de muestras se siguió la metodología recomendada por la NOM-014-SSA1-1993, "Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados" (Secretaría de Salud, 1994), y bajo las especificaciones de Eaton *et al.* (2005). Dependiendo el sitio de muestreo (grifo del sistema de distribución y de pozo profundo) fue como se tomó la muestra de agua.

Por cada sitio de muestreo se tomaron cuatro muestras de agua, la primera muestra fue de 3.7 l y se guardó en una garrafa de plástico del mismo volumen. Esta agua se utilizó para determinaciones físico-químicas. No se le agregó ningún preservador.

La segunda muestra también fue de 3.7 l y se guardó en una garrafa de plástico del mismo volumen, esta muestra se preservó con H_2NO_3 de alta pureza, la muestra tuvo que alcanzar un pH no mayor a 2. Esta muestra fue para determinar metales pesados.

La tercera muestra fue de un volumen de 500 ml, se guardó en una garrafa de plástico del mismo volumen y se preservó con H_2SO_4 de alta pureza, la muestra tuvo que alcanzar un pH no mayor a 2. Esta muestra se utilizó para determinar nitritos y nitratos.

La cuarta muestra fue de 100 ml y se tomó en un frasco de plástico estéril con tapa. No se le agregó ningún preservador. Este volumen de agua fue utilizado para las determinaciones microbiológicas.

Todas las muestras fueron etiquetadas debidamente según el parámetro a determinar: fecha, hora de la toma de muestra, sitio de muestreo, número de muestra, etc. Durante la recolección de las muestras en campo se realizaron determinaciones *in situ* de los parámetros: pH, conductividad eléctrica (CE) y temperatura. Los parámetros de pH y CE se tomaron con un equipo portátil CONDUCTRONIC PC18; el procedimiento fue el siguiente:

1. El equipo se calibró en el laboratorio con soluciones Buffer de pH 7 y 10, para determinar el pH, y para determinar la CE el equipo se calibró con una solución de cloruro de potasio KCl de concentración 0.01 N.

2. A cada muestra de agua obtenida se le introdujo el electrodo de pH y al mismo tiempo el termómetro digital como lo recomienda el manual de operación, se registró la lectura de pH hasta que la lectura permaneció estable.

3. Posteriormente a cada muestra se le introdujo el electrodo de CE, el termómetro digital y el electrodo de pH, las lecturas obtenidas se registraron hasta que la pantalla permaneció estable.

Una vez tomadas las muestras de agua se colocaron en hieleras permitiendo una temperatura de 4°C, esta condición fue necesaria para que las muestras se transportaran al laboratorio para su posterior análisis.

1.2.1.3 Parámetros determinados en agua

Las metodologías para la determinación de cada parámetro de agua se realizaron con base en las normas oficiales mexicanas NOMX-AA en materia de agua. En el cuadro 5 se muestran los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos realizados, las normas oficiales mexicanas NOMX-AA en materia de agua y el método empleado.

Cuadro 5. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos realizados, nmx-aa y método.

Parámetro	Unidades	Norma Oficial Mexicana	Método
Muestreo	-----	NOM-014-SSA1-1993	Bajo especificaciones de Eaton <i>et al.</i> (2005).
Temperatura	°C	NMX-AA-007-SCFI-2000	Termómetro digital
pH	Unidades de pH	NMX-AA-008-SCFI-2000	Potenciométrico
CE Conductividad eléctrica	µS/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	Conductimetría
Sólidos disueltos Totales (SDT)	mg/l	NMX-AA-034-SCFI-2002	Gravimétrico
Cloro libre residual	mg/l	NMX-AA-108-SCFI-2001	Valoración óxido- reducción

Dureza total	mg/l	NMX-AA-072-SCFI-2001	Valoración complejométrica con EDTA
Dureza al Calcio	mg/l	NMX-AA-072-SCFI-2001	
Dureza al Magnesio	mg/l	NMX-AA-072-SCFI-2001	
Sulfatos	mg/l	NMX-AA-074-SCFI-1981	Método volumétrico Acido-base
Cloruros	mg/l	NMX-AA-073-SCFI-2001	Espectrofotométrico
Metales pesados totales	mg/l	NMX-AA-051-SCFI-2001	Absorción atómica atomización por flama
Sulfuros	mg/l	PROY NMX-AA-084-SCFI-2005	Iodométrico
Cianuros	mg/l	NMX-AA-084-SCFI-2001	Método potenciométrico
Fluoruros	mg/l	NMX-AA-074-SCFI-1981	Espectrofotométrico
Nitritos	mg/l	NMX-AA-099-SCFI-2006	Espectrofotométrico
Nitratos	mg/l	NMX-AA-079-SCFI-2001	Espectrofotométrico
Bacterias Coliformes Totales	<1.1 NMP/100 ml	NOM-127-SSA1-1994	Dilución y vertido en placa
Bacterias Mesofílicas Aerobias	UFC/ml	NOM-127-SSA1-1994 NOM-201-SSA1-2002	Dilución y vertido en placa

Fuente: Elaboración propia con base en diferentes normas oficiales mexicanas.

Las concentraciones obtenidas se compararon con los límites máximos permisibles de la NOM-127-SSA1-1994.

1.2.2 Técnicas cualitativas

1.2.2.1 Entrevistas en profundidad

Para complementar la información generada por medio de la encuesta, se aplicó una entrevista a profundidad. La guía de entrevista se aplicó a los siguientes encargados del servicio del agua entubada: En la cabecera municipal, a la Regidora de Hacienda y Patrimonio, en la comunidad de Concepción Cuautla, a la secretaria y en La Trinidad Tianguismanalco al presidente del comité del servicio de agua (Junta Rural de Administración Operación y Mantenimiento del Sistema de agua Potable). La entrevista estuvo relacionada con la forma de gobierno que se ha desarrollado en cada comunidad, las funciones de los integrantes de la junta de agua, las características de las fuentes que abastecen a la población, así como la coordinación que tienen con las diferentes instituciones que interactúan con la junta de agua, las cuales se representaron en un diagrama de Venn, y en ellos se muestra la presencia de los agentes e instituciones externas y su forma de relación con la comunidad, de acuerdo a la metodología propuesta por Selener *et al.* (1997).

1.2.2.2 Transectos

Se realizaron varios transectos por las comunidades y por el territorio donde se localizan las fuentes de agua, para estimar la distancia hasta los hogares, con el fin de identificar la situación referente a la distribución del agua entubada en cada comunidad y las fuentes que abastecen el agua para beber (ameyales).

1.2.3 Técnicas para el análisis de la información

Los datos obtenidos de la encuesta se analizaron con el programa *Statistical Package for Social Science (SPSS)* versión 25 y *Microsoft® Excel*. Las pruebas estadísticas paramétricas fueron la prueba de *t de Student* para muestras independientes. Esta prueba se utilizó para

comparar las medias de dos grupos de casos, es decir, para comparar dos medias de dos poblaciones independientes (los individuos de una de las poblaciones son distintos a los individuos de la otra) (García *et al.*, 2010).

Las pruebas no paramétricas fueron la U de Mann-Whitney para dos muestras independientes y la prueba de Kruskal-Wallis. Las pruebas no paramétricas tienen como denominador común la ausencia de asunciones acerca de la ley de probabilidad que sigue la población de la que ha sido extraída la muestra. Por esta razón es común referirse a ellas como pruebas de distribución libre. La prueba U de Mann-Whitney es la alternativa no paramétrica a la comparación de dos promedios independientes a través de la t de Student.

La prueba de Kruskal-Wallis es una extensión de la U de Mann-Whitney y representa una alternativa al ANOVA de un factor completamente aleatorizado (Berlanga y Rubio, 2012, 102-105). Es decir, esta prueba se utilizó para variables cuantitativas no normales para tres o más grupos.

LITERATURA CITADA

- BERLANGA, S. V. y Rubio, H. M. J. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 5(2): 101-113. Recuperado de <http://www.ub.edu/ice/reire.htm>. DOI:10.1344/reire2012.5.2528.
- CASTRO, C. H. (2014). *Economía social, valores y principios en la construcción de alternativas del desarrollo: el caso de la "cooperativa casa de piedras"*. (Tesis de maestría). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2015a). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero de Ixcaquixtla 2106, estado de Puebla. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103304/DR_2106.pdf
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2015b). Actualización de la disponibilidad media anual de agua del acuífero de Valle de Tecamachalco 2101, estado de Puebla.

- Disponible en:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103299/DR_2101.pdf
- CONAPO (Comisión Nacional de Población). (2009). Informe de Ejecución del Programa de Acción de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo 1994-2009. Capítulo X. Dispersión de la población y desarrollo rural. México, D. F. (p. 219-240).
- DUBRAVKA, M. (2003). Mixtecos pueblos indígenas del México contemporáneo. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/11727/mixtecos.pdf>
- EATON A. D., Clesceri L. S., Rice E. W., Greenberg A. E. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (21st edition). EU: Centennial Edition.
- GARCÍA B. R., González S. J. y Meli J. M. (2010). Prueba t para muestras independientes. Grupo de investigación educativa UNIVERSITAT DE VALENCIA. Disponible en https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0701b.pdf
- GÓMEZ, A. R. (1979). Introducción al muestreo. Tesis de Maestría en Ciencias de la Estadística. Centro Estadística y Cálculo. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- INAFED (Instituto Nacional Para el Federalismo y Desarrollo Municipal). (s.f.). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Puebla*. Recuperado de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/regionalizacion.html>
- INAFED (Instituto Nacional Para el Federalismo y Desarrollo Municipal). (2018). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21153a.html>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tecali de Herrera, Puebla*. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/21/21153.pdf>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). (2010). *Censo de Población y Vivienda*. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/>

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2015). Panorama socioeconómico de Puebla 2015. Encuesta Intercensal 2015. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Recuperado de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/panorama/702825082314.pdf
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). Conjunto de datos vectoriales. Marco geoestadístico. Junio 2017.
- REPDA (Registro Público de Derechos de Agua). (2017). Recuperado de: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/registro-publico-de-derechos-de-agua-repda-55190>
- SECRETARÍA DE SALUD. (1994). NOM-114-SSA1-1993, “Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados” Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/014ssa13.html>
- SECRETARÍA DE SALUD. (2000). NOM-127-SSA1-1994. *Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites máximos permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. Disponible en: [http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/13%20modificacion a la NOM 127 SSA.pdf](http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/13%20modificacion%20a%20la%20NOM%20127%20SSA.pdf)
- SEDESOL (Secretaria de Desarrollo Social). (2013). Catálogo de localidades. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/>.
- SEDESOL y CONEVAL (Secretaria de Desarrollo Social y Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2017). *Informe Anual Sobre la situación de pobreza y rezago social, Tecali de Herrera*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/186661/Puebla_.pdf
- SELENER D., Endara N., Carvajal J. (1997). Guía práctica para el sondeo rural participativo. Instituto Internacional de Reconstrucción Social. Quito, Ecuador.
- SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). *ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos del acuífero 2101 Valle de Tecamachalco y se modifican los límites y planos de localización que respecto del mismo se dieron a conocer en el acuerdo por el que se dan a conocer los límites de*

188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización.

Recuperado

de

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5119225&fecha=12/11/2009

CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS Y DE LAS FUENTES DE AGUA DE USO DOMÉSTICO, EN TECALI DE HERRERA, PUEBLA

2.1. Características generales de la población de estudio

2.1.1 Género

La participación del hombre y la mujer en la sociedad es diferenciada respecto a su género. El género es entendido como la parte integradora de roles, estereotipos, valores y expectativas que resultan fundamentales en la constitución de sujetos y su relación con el medio ambiente (Ojeda, 2011, p. 56). Respecto a la muestra de 83 familias entrevistadas en las comunidades estudiadas se encontró que la mayoría son mujeres, seguramente porque el trabajo doméstico recae en ellas. En el medio rural, el 87.2% fueron mujeres, mientras que en el medio urbanos participó el 79.6%. La participación del hombre en el medio rural fue de 12.8% y en el medio urbano de 20.5%. Sin embargo, en el contexto social, a nivel rural los hombres, mujeres y jóvenes están sujetos a las estrategias establecidas por el hogar paterno (Durston, 1998, p. 5).

2.1.2 Escolaridad

La importancia que tiene la educación en las localidades es de gran valor, ya que ésta explica alrededor del 35% del diferencial de ingreso rural y urbano (World Bank 2004, citado en CONAPO, 2009). El grado de educación de la población entrevistada revela que en el medio rural el 53.9% tiene educación básica en nivel secundaria. El medio urbano presenta mayores porcentajes respecto a todos los niveles de educación en comparación del medio rural, no obstante, el porcentaje más alto es del 25.0% que corresponde a primaria terminada. Con estos datos se visualiza que la educación en Tecali de Herrera en general es baja, el grado de escolaridad predominante es la educación básica (cuadro 6).

Cuadro 6. Grado de escolaridad de las familias rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla

Datos	Comunidades rurales		Comunidades urbanas	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sin estudios	2	5.13	1	2.27
Primaria terminada	6	15.38	11	25
Primaria inconclusa	6	15.38	5	11.36
Secundaria	21	53.85	10	22.73
Medio superior	1	2.56	8	18.18
Carrera técnica	1	2.56	1	2.27
Licenciatura	2	5.13	8	18.18
Total	39	100.0	44	100.0

Fuente: Elaboración propia con información de campo

2.1.3 Ocupación

La vida social en cada comunidad está configurada de acuerdo a la apropiación de su territorio, de sus múltiples producciones y reproducciones de los individuos, grupos, empresas, Estados, etc. (Herrera, 2009, p. 2). En cada comunidad la ocupación de los habitantes es variada y depende de las oportunidades que se les presenten. En las comunidades rurales la población se encuentra diversificada en cuanto al tipo de unidad económica en la que trabaja. En el caso estudiado el 74.36% de los y las entrevistados del medio rural y el 56.82% de la zona urbana se dedican a las actividades del hogar. Ambos porcentajes corresponden a las amas de casa del municipio de Tecali de Herrera (cuadro 7).

Cuadro 7. Ocupación de las personas participantes de las comunidades rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla

Datos	Comunidades rurales		Comunidades urbanas	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Ama de casa	29	74.36	25	56.82
Artesano	2	5.13	4	9.09
Trabajo doméstico	2	5.13	0	0
Campeño	3	7.69	1	2.27
Profesionista	1	2.56	6	13.64

Actividades varias	2	5.13	4	9.09
Sin ocupación	0	0	2	4.55
Estudiante	0	0	2	4.55
Total	39	100.0	44	100.0

Fuente: Elaboración propia con información de campo

2.2 Características de las fuentes de agua para abastecimiento público

El agua para el abastecimiento público de las comunidades en estudio, proviene del subsuelo, y es extraída por siete pozos profundos cuyos títulos de concesión para la extracción del agua están bajo el control del municipio, mientras que la operación está a cargo de las comunidades que se abastecen de ellos. De los siete pozos profundos solo cuatro están en funcionamiento. Los que no están operando porque ya cumplieron la vida útil, son: el pozo de La Trinidad Tianguismanalco y el pozo 2 de la cabecera municipal. El otro pozo ubicado en Concepción Cuautla dejó de funcionar por acuerdo de la comunidad, debido a los altos costos generados por el consumo de energía eléctrica, situación que obligó a los usuarios a dejarlo fuera de operación.

Cinco de los siete pozos profundos se localizan en el territorio del municipio, mientras dos pozos se ubican en la comunidad de San Jerónimo Almoloya perteneciente al municipio de Cuautinchán, pero pertenecen, uno a la comunidad de Concepción Cuautla y el otro a la comunidad de La Trinidad Tianguismanalco. Estos dos pozos ubicados fuera de los terrenos de las comunidades, a través del apoyo del municipio compraron los terrenos donde perforaron, por lo que actualmente son los propietarios del terreno. Previo a la compra, se realizaron estudios para localizar agua. Sin embargo, los habitantes del municipio consideran insuficiente el agua para abastecer a toda la población del municipio.

Específicamente en la comunidad Concepción Cuautla existen dos pozos profundos, uno está cercano a la comunidad y tiene aproximadamente entre 120 y 150 m de profundidad y el tiempo de su perforación fue hace 20 años. El pozo que se encuentra alejado a la comunidad tiene aproximadamente 15 años en que se perforó y también tienen las mismas características,

es decir, entre 120 y 150 metros. Estos pozos se perforaron en un proyecto bipartito: 50% de apoyo externo y 50% aportado por la comunidad.

Los habitantes de la comunidad y los integrantes del comité del agua consideran que la cantidad de agua es muy poca para el número de personas que demandan y están utilizando el servicio, ya que también se le distribuye agua al Rancho Mixcuautila.

La comunidad de La Trinidad Tianguismanalco, solo dispone de un pozo profundo con el que se abastece la comunidad. Este pozo se ubica en la comunidad de San Jerónimo Almoloya, municipio de Cuautinchán. Operó en el periodo entre 1986 y 2018, abasteciendo a esta comunidad por 32 años. La profundidad del pozo es de 130 metros. Su perforación se llevó a cabo con apoyo del gobierno estatal, municipal y la comunidad que aportó el 25% (monetario, faenas, etc.). Para el 2018, el pozo dejó de operar ya que la extracción de agua era insuficiente para abastecer a la comunidad, por lo que fue sustituido por un nuevo pozo profundo que comenzó a funcionar en el mes de octubre. Este pozo se perforó a pocos metros del anterior y tiene una profundidad similar (130 metros).

A pesar de que esta nueva fuente de abastecimiento de agua brinda un mayor volumen de líquido, los encargados del servicio de agua siguen distribuyendo el agua por tandeo como siempre se ha hecho. En relación a la percepción del abastecimiento del agua por parte de las familias de ambas comunidades rurales, consideran que el agua que les brinda el pozo no es la suficiente para todas sus actividades.

Muchas personas comentan que la cantidad de agua que les llega a su domicilio no es la misma que como hace algunos años. Por ejemplo, antes subían su manguera que estaba conectada a la llave a su tinaco para llenarlo y ahora ya no, el agua no viene con la presión suficiente, por lo que muchas familias han hecho cisterna y compraron una bomba para subir el agua a los tinacos.

La cabecera municipal reporta tres pozos profundos conocidos como pozo 1, pozo 2 y pozo 3 en orden de antigüedad. El pozo 2 ya no está en funcionamiento desde hace 12 años

aproximadamente. El pozo 1 tiene alrededor de 70 años funcionando, mientras que el pozo 3 tiene menos de 70 años en funcionamiento, a pesar de que estuvo deshabilitado por dos años, de 1985 a 1987.

Los pozos que se encuentran en funcionamiento tienen una profundidad aproximada de 60 metros. Es importante señalar que estos dos pozos funcionan las 24 horas del día, los 365 días del año a excepciones de algunos días en época de lluvia cuando la demanda del líquido por parte de los usuarios disminuye.

El abastecimiento del agua para el uso y consumo humano por parte de los comités del agua y de la presidencia municipal no es la necesaria para cubrir las necesidades en el hogar, y tampoco se considera de buena calidad para fines de consumo, por lo que los habitantes de las diferentes comunidades en respuesta a este problema se han apropiado de las corrientes de agua superficiales que en ciertos lugares de la comunidad tienen presencia, y que debido a la geología del lugar se han logrado almacenar de forma natural creando así lo que los habitantes conocen como “ameyales”. La palabra ameyal de acuerdo al Gran Diccionario Náhuatl significa manantial (GDN, 2012). Respecto al uso de la palabra que se considera muy común entre los pobladores del municipio de Tecali se puede entender que los ameyales han sido aprovechados desde hace muchos años.

El agua proveniente de los ameyales es considerada de gran valor desde un enfoque cultural en las comunidades de estudio, cada ameyal es tratado con respeto, un claro ejemplo es la celebración que se realiza el tres de mayo de cada año en todos los ameyales. Gentes (2001, p. 4) menciona que los valores, creencias y rituales son un elemento clave de las estrategias tradicionales de subsistencia y de construcción de etnicidad. Constituyen un sistema de reglas y una ética común. En el cuadro 8 se muestra las fuentes de agua que abastecen a las comunidades de estudio, para el caso de las fuentes de agua destinados al consumo (ingesta) se mencionan algunos nombres de los ameyales, otros son conocidos simplemente como ameyales.

Cuadro 8. Fuentes de agua que abastecen a las comunidades del municipio de Tecali de Herrera, Puebla

Localidades	Fuentes públicas de abastecimiento de agua de la red con las que cuenta la comunidad	Fuentes de agua para consumo (ingesta) ameyales
Concepción Cuautla	2 pozos profundos de los cuales funciona 1	Aguala, Calleguala, Ashopia, Mezquitetla, el Chilar, el arbolito y tres ameyales más
Mixcuautla		2 ameyales
La Trinidad	2 pozos profundos de los cuales funciona 1	Tezahuaco, Totolcamila y un ameyal más
Tianguismanalco		
Cabecera municipal	3 pozos profundos de los cuales funcionan 2	Ningún ameyal, sin embargo suelen abastecerse del ameyal de Meyalapa
Santiagotzingo		Meyalapa
La Magdalena Cuaxixtla		1 ameyal

Fuente: Elaboración propia con información de campo

LITERATURA CITADA

CONAPO (Comisión Nacional de Población). (2009). Informe de Ejecución del Programa de Acción de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo 1994-2009. Capítulo X. Dispersión de la población y desarrollo rural. México, D. F. (p. 219-240).

DURSTON, J. (1998). Juventud y desarrollo rural: marco conceptual y contextual. Serie polítics sociales. CEPAL. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6257-juventud-desarrollo-rural-marco-conceptual-contextual>

GENTES, Ingo. (2001). Derecho al agua y derecho indígena. Hacia un reconocimiento estructural de la gestión indígena del agua en las legislaciones nacionales de los países andinos. Documento conceptual para el programa WALIR-Water Law and Indigenous Rights. Towards structural recognition of indigenous rights and water management rules in national legislation, 2001. CEPAL, Santiago de Chile.

GRAN DICCIONARIO NÁHUATL (2012). Ameyal. Universidad Autónoma de México, 2012. Disponible en <http://www.gdn.unam.mx>

- HERRERA, F. M. (2009). El territorio del estado de Puebla y su representación en las exposiciones universales de la segunda mitad del siglo XIX. *Naveg@merica. Revista Electrónica de la Asociación Española de Americanistas*, 3, 1-23. [Recuperado de https://revistas.um.es/navegamerica/article/view/74981](https://revistas.um.es/navegamerica/article/view/74981)
- OJEDA, Diana. (2011). Género, naturaleza y política: Estudios sobre género y medio ambiente. *HALAC. Belo Horizonte*. 1(1), 55-73. Recuperado de https://www.academia.edu/2287250/G%C3%A9nero_naturaleza_y_pol%C3%ADtica_Los_estudios_sobre_g%C3%A9nero_y_medio_ambiente

CAPÍTULO III. GESTIÓN DEL AGUA PARA USO DOMÉSTICO: ESTRATEGIAS FAMILIARES EN LOS ENTORNOS RURAL Y URBANO DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA, MÉXICO

WATER MANAGEMENT FOR DOMESTIC USE: FAMILY STRATEGIES IN THE RURAL AND URBAN ENVIRONMENTS OF TECALI DE HERRERA, PUEBLA, MEXICO

RESUMEN

El objetivo del estudio fue identificar las estrategias de gestión del agua para uso doméstico, utilizadas por familias rurales y urbanas de una región semiárida del estado de Puebla, México. Para generar información de los hogares se aplicó una encuesta a 83 familias. Los resultados muestran que en ambos contextos los apropiadores utilizaron estrategias particulares y mixtas para sustraer el agua. Las acciones particulares fueron: abastecimiento vía la red pública, acarreo a pie, en burro y en camioneta, y suministro mediante compra de camión cisterna (pipa) y de garrafón. Las estrategias mixtas fueron diferentes en cada contexto. La población rural utilizó ocho, 30.7% recurrió a la combinación: red pública, acarreo a pie y compra de agua de garrafón; mientras que la población urbana empleó once, 34.1% adoptó la combinación: red pública, compra de camión cisterna y de garrafón. Se concluye, que en la zona urbana combinan más estrategias mixtas con relación a la rural.

Palabras clave: AUTOGESTIÓN, APROPIACIÓN, AGUA DE USO DOMÉSTICO, ESTRATEGIAS, RURAL Y URBANO.

ABSTRACT

The aim of the study was to identify water management strategies for domestic use, used by rural and urban families in a semi-arid region of the state of Puebla, Mexico. In order to obtain household information, a survey was applied to 83 families. The results show that in both contexts the appropriators used particular and mixed strategies to obtain the water. The particular actions were: sourcing via the public network, hauling on foot, on a donkey and in a van, and supply by buying from a tanker (water pipe) and buying water jugs. The mixed strategies were different in each context. The rural population used eight, 30.7% resorted to the combination: public network, carry on foot and purchase of water jugs; while the urban population employed eleven, 34.1% adopted the combination: public network, purchase water from a tanker and buying water jugs. It is concluded that in the urban area they combine more mixed strategies whit relation to the rural one.

KEYWORDS: SELF-MANAGEMENT, APPROPRIATION, DOMESTIC WATER, STRATEGIES, RURAL AND URBAN.

INTRODUCCIÓN

Entre los grandes desafíos que enfrenta la humanidad se encuentra garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para toda la población del planeta (Naciones Unidas y CEPAL, 2016, p. 19), frente a una crisis que afecta a 663 millones de personas, que al 2015 no tenía acceso a fuentes mejoradas de agua potable (SEMARNAT y CONAGUA, 2017, p. 221), con un pronóstico nada promisorio para 1,800 millones de personas que vivirán en regiones con escasez absoluta de agua en el 2025 (FAO, 2015). Según las proyecciones, para el 2050 aumentará entre 40 y 60% el número de personas que vivirán en zonas con escasez de agua (Burek *et al.*, 2016, p. 82); no obstante, a los diversos tratados, declaraciones y normas universales reconociendo el derecho humano al agua para todas las personas (Naciones Unidas, 2002, p. 3).

El futuro del agua está determinado por diversas dimensiones específicas; pueden ser naturales (cambio climático, uso del suelo, recursos hídricos, ecosistemas), sociales (población, gobernanza, valor y estilos de vida) y económicas (usos del agua para la agricultura, los hogares, la energía y la manufactura en combinación con el desarrollo económico y tecnológico) (Burek *et al.*, 2016, p. 5). Se prevé que el uso doméstico del agua, que representa aproximadamente 10% de las extracciones a nivel mundial, aumente significativamente durante el período 2010-2050 en casi todas las zonas del mundo (UNESCO, 2018, p. 2).

La escasez física de agua surge cuando la demanda supera la oferta o la disponibilidad de agua dulce en un área determinada; se presenta cuando no hay agua suficiente para cubrir todas las demandas, incluyendo los caudales ecológicos, y sus síntomas son: degradación del medio ambiente, disminución de los niveles de agua de fuentes subterráneas y distribución inequitativa entre las poblaciones; mientras que la escasez económica resulta de la falta de inversión en agua, o la falta de capacidad humana para satisfacer la demanda con síntomas como: escasa infraestructura y distribución desigual (FAO, 2013, p. 6-7). Se considera que existe escasez cuando se dispone entre 500 y 1,000 m³/año/per cápita. La escasez absoluta se presenta cuando la disponibilidad es menor a 500 m³/año/per cápita (Burek *et al.*, 2016, p. 50-51).

Desde la dimensión de escasez física, las poblaciones que habitan en zonas áridas y semiáridas la padecen de forma constante y condiciona las actividades humanas, la salud y la vida misma de las personas en estos contextos. Al respecto, la ONU (2014a) señala que 1,200 millones de personas a nivel mundial viven en áreas de escasez física de agua; y González (2012, p. 145) menciona que, en el mundo, 43% de las tierras corresponde a zonas áridas y semiáridas. Para el caso de México, las zonas áridas y semiáridas abarcan dos terceras partes del territorio con precipitaciones menores a 500 mm al año (SEMARNAT y CONAGUA, 2014, p. 15). En el estado de Puebla, una de las zonas áridas es la región Mixteca con una superficie aproximada de 40,000 km², presenta un relieve abrupto y desigual, con una variedad de microclimas y ecosistemas (Mindek, 2003, p. 5).

Las condiciones climatológicas adversas de la Mixteca poblana, han obligado a los grupos sociales asentados en estos territorios a generar estrategias para gestionar y conservar los recursos hídricos de su territorio y satisfacer sus necesidades. Para la adjudicación del agua han tenido que relacionarse con su medio y desarrollar capacidades para apropiarse de sus recursos naturales.

La apropiación de la naturaleza es el primer paso del proceso metabólico por el cual los seres humanos producen y reproducen sus condiciones materiales agrupados en sociedad (Toledo, 1999, p. 8). La apropiación es la acción por la que los seres humanos extraen elementos o servicios de la naturaleza para su beneficio, es decir, circular una porción de materia o energía desde el espacio natural (ecosistema) hacia el espacio social (Toledo, Alarcón y Barón, 2002, p. 26).

La forma de apropiación depende del tipo de recursos que se trate. “El acceso a un recurso de uso común (RUC) puede limitarse a un solo individuo o empresa, o bien, a múltiples individuos o grupos de individuos que usan el sistema de recursos al mismo tiempo” (Ostrom, 2000, p. 67). Para llevar a cabo la apropiación los apropiadores tienen que organizarse para una acción colectiva, tarea incierta y compleja originada por la incertidumbre de factores externos a los RUC (Ostrom, 2000, p. 70).

Para el uso de recursos comunes existen derechos de propiedad que deben respetarse, como: a) acceso, derechos a ingresar a un área física y disfrutar de los beneficios, b) extracción, derecho a obtener unidades de recursos o productos de un sistema de recursos, c) gestión, el derecho a regular los patrones de uso interno y mejorar el recurso, d) exclusión, derecho a determinar quién tendrá derechos de acceso y de extracción y cómo se pueden transferir esos derechos y e) alineación, derecho a vender o arrendar y derecho de exclusión (Schlager y Ostrom, 1992 citados por Ostrom y Hess, 2007, p. 11).

Siguiendo a Ostrom (2000, p. 67, 68) la apropiación o sustracción del RUC -en este caso el agua- se realiza por múltiples individuos o grupos de individuos organizados en familias o apropiadores que sustraen diferentes unidades de recurso. La organización para la

apropiación del agua está en función de la estructura y organización de cada familia, siguiendo las normas establecidas por el conjunto de individuos organizados en comunidad para usar el agua del sistema de recursos. Como señala Boelens (2009, p. 52) “la apropiación de los derechos individuales de las familias es directamente coherente con la apropiación de los derechos colectivos del grupo, y ambos están directamente conectados entre sí y son el fundamento básico de la gestión colectiva del sistema”.

Para la apropiación del agua en comunidades con escasez, los individuos organizados en familias utilizan diferentes estrategias, manejando la fuerza humana, animal y motriz, así como sus conocimientos generados sobre el medio físico. En esta tarea participa toda la familia, pero es la mujer quien lleva la mayor carga, por la ardua tarea de conseguir agua (UNICEF, 2017, p. 3).

Considerando la capacidad de las familias para apropiarse del agua y satisfacer sus necesidades, este estudio se realizó en una zona semiárida de México, con el objetivo de identificar las estrategias de gestión del agua de uso doméstico realizadas por familias rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla. Se planteó como hipótesis, que las familias de la zona rural utilizan más estrategias para la gestión del agua de uso doméstico, con relación a las utilizadas por las familias de la zona urbana, bajo la premisa que en estas últimas, el agua se abastece por la red pública controlada por el municipio asegurando su accesibilidad física.

METODOLOGÍA

Características físicas y sociales de la zona de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Tecali de Herrera localizado en la parte centro del estado de Puebla, México. Geográficamente se ubica entre los paralelos 18°48'24'' y 18°57'54'' de latitud Norte, y los meridianos 97°57'54'' y 98°05'41'' de longitud Oeste (INAFED, 2010) (figura 2).

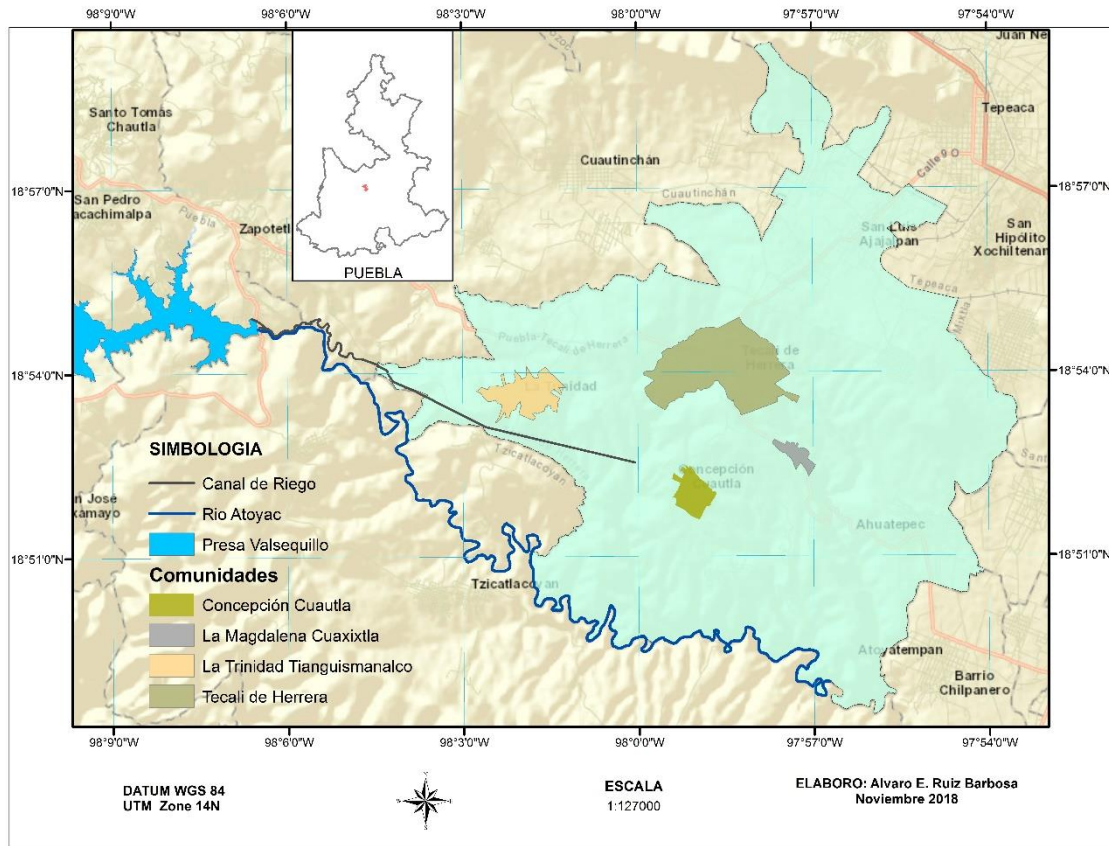


Figura 2. Ubicación geográfica del municipio Tecali de Herrera y localidades de estudio

Fuente: Elaboración de Ruiz Barbosa, Á. E., 2018, con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017a). Conjunto de datos vectoriales. Marco geoestadístico. Junio 2017.

La altitud oscila entre 1,940 y 2,220 msnm, la temperatura varía de 15 a 17 °C, con un rango de precipitación de 600 a 800 mm, con climas templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (62%) y subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (38%). Los tipos de suelo dominantes son el Leptosol (33%), el Durisol (25%) y el Calcisol (24%). La hidrografía del municipio está determinada por la región hidrológica del Balsas (100%), la cual pertenece a la cuenca del río Atoyac (100%), en la subcuenca del río Atoyac-Balcón del Diablo (100%) (INEGI, 2009). Parte del territorio del municipio de Tecali de Herrera se encuentra localizado al norte del acuífero Ixcaquixtla (2016) y de manera parcial sobre el acuífero Valle de Tecamachalco (2101) (CONAGUA, 2015a, 2015b).

El municipio está formado por 36 localidades (SEDESOL, 2015) y seis Juntas Auxiliares: Ahuatepec, San Luis Ajajalpan, Concepción Cuautla, San Buenaventura Tetlananca, Santa Cruz Ajajalpan y la Trinidad Tianguismanalco (INAFED, 2010).

La población total municipal reportada para el 2015 fue de 21,992 habitantes, la mitad de la población tenía 25 años o menos y una densidad de población de 125.2 habitantes por kilómetro cuadrado; se reportaron 5,324 viviendas particulares habitadas (en promedio por 4.1 habitantes) y donde solo 25.7% disponía de agua entubada (INEGI, 2015, p. 326).

Su grado de rezago social para 2015 fue bajo (SEDESOL, 2017). Su principal actividad económica es la industria artesanal de ónix y mármol que se realiza desde hace más de un siglo y de la cual dependen 10 comunidades; esta actividad adquirió relevancia desde la época de los sesentas reduciendo significativamente la migración (Castro, 2014, p. 44-45).

63% del uso potencial de la tierra se considera no apta para la agricultura (INEGI, 2009), y sólo se siembra en pequeña escala en época de lluvias, ya que las condiciones climatológicas y edáficas limitan esta actividad, aunque se desarrolla más la ganadería caprina.

Selección de localidades: rurales y urbana

El estudio consideró la contrastación entre localidades rurales y urbanas. Existen diferentes enfoques con principios, fundamentos y criterios que definen esta dicotomía, que pueden ser socioculturales, ocupacionales, ecológicos, económicos, entre otros. Para este estudio se consideraron criterios relacionados con la apropiación del agua de uso doméstico, algunos de ellos: a) el umbral de población; mientras la zona rural se caracteriza por baja densidad de población, la zona urbana se identifica por concentrar alta población, b) el medio rural se caracteriza por disponer de menor infraestructura y servicios con relación al medio urbano, c) la zona rural tiene menor accesibilidad física como social, este último referido a ingreso, sexo, nivel de instrucción, limitado acceso a recursos, desigualdad social, etc., mientras que en la zona urbana la disponibilidad es mayor, y d) forma de vida peculiar; en la zona rural reconocen la fuerza de identidad local: mayores relaciones sociales, mayor espíritu colectivo,

mayores vínculos de solidaridad y de colaboración, etc., características que no se observan en la zona urbana (Larrubia, 1998, p. 92-93).

En México, el INEGI (2018) a fin de mantener la comparabilidad internacional, considera medio rural a las poblaciones con menos de 2,500 habitantes y como medio urbano a las que tienen 2,500 habitantes y más.

Sin embargo, considera zona urbana:

“Al área habitada o urbanizada que partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas direcciones hasta ser interrumpida, en forma notoria, por terrenos de uso no urbano como bosques, sembradíos o cuerpos de agua. Se caracteriza por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas, se asienta la administración pública, el comercio organizado y la industria. Cuenta con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, tales como drenaje, energía eléctrica, red de agua potable, escuelas, hospitales, áreas verdes y de diversión, etcétera” (INEGI, 2018).

La Comisión Nacional del Agua en su Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSAPYS), para otorgar apoyos se refiere como gestión comunitaria de los sistemas de agua potable, a la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento en localidades menores a 2,500 habitantes, y los diferencia de localidades entre 2,500 y menos de 15,000 habitantes con esquemas de gestión en prestación de servicio (CONAGUA, 2017, p. 1).

Considerando el número de habitantes por población y los servicios públicos, se seleccionaron tres espacios para fines de este estudio: dos Juntas Auxiliares consideradas como rurales, Concepción Cuautla (que comparte agua de la red pública con la localidad Rancho Mixcuautla) y La Trinidad Tianguismanalco; y la cabecera municipal Tecali de Herrera catalogada como urbana, que comparte agua de la red pública con las localidades La Magdalena Cuaxixtla y Santiagotzingo, clasificadas como rurales (SEDESOL, 2015).

Fases de campo y técnicas de investigación

Un primer acercamiento al área de estudio permitió reconocer el territorio, identificar a las principales autoridades municipales y auxiliares (presidentes) y obtener información referente a las autoridades encargadas del servicio del agua potable (Junta Rural de Administración Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable). La información permitió construir un panorama general sobre el manejo del agua en cada comunidad y seleccionar las dos comunidades rurales y la urbana (cabecera municipal); asimismo, ayudó a diseñar la muestra y el cuestionario. Para captar información de campo se utilizó la encuesta como se describe a continuación:

Para calcular el tamaño de muestra se utilizó el Muestreo Aleatorio Estratificado con distribución proporcional. Para el cálculo de la muestra se utilizaron datos de los contratos del servicio del agua entubada 2017-2018 de cada comunidad, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$n = \frac{N \sum_{i=1}^k N_i S^2}{N^2 V + \sum_{i=1}^k N_i S^2} \quad V = \frac{d^2}{Z_{\alpha/2}^2} \quad n_i = \frac{N_i}{N} (n)$$

Donde:

n= Tamaño de muestra.

N= Tamaño de la población (2,581, número de contratos del servicio del agua entubada de las dos Juntas Auxiliares y la cabecera municipal con sus localidades con las que comparten agua entubada).

N₁= Estrato 1 (Cabecera municipal Tecali de Herrera y las localidades La Magdalena Cuaxitla y Santiagotzingo, con 1,371 contratos del servicio del agua entubada).

N₂= Estrato 2 (Junta Auxiliar Concepción Cuautla y la localidad Rancho Mixcuautila, con 650 contratos del servicio del agua entubada).

N_3 = Estrato 3 (La Trinidad Tianguismanalco, con 560 contratos del servicio del agua entubada).

S^2 =Varianza ($S^2=0.5$).

d =Precisión (15% = 0.15).

Z = Confiabilidad. Valor de Z (distribución normal estándar) (1.96).

Resultado:

$n = 83$ ($N_1 = 44$; $N_2 = 21$; $N_3 = 18$)

Por cada comunidad se aplicó el siguiente número de cuestionarios: Tecali de Herrera, 23; La Magdalena Cuaxixtla, 14; Santiagotzingo, 7; Concepción Cuautla, 16; Rancho Mixcuautla, 5 y, La Trinidad Tianguismanalco, 18.

Técnicas para el análisis de la información

Los datos obtenidos de la encuesta se organizaron en el programa Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 25 y Microsoft® Excel. Para el análisis se usaron dos pruebas no paramétricas: La U de Mann-Whitney para dos muestras independientes y la prueba de Kruskal-Wallis, consideradas como pruebas de distribución libre (Berlanga y Rubio, 2012, p. 102-105). La información se clasificó en dos grupos: comunidades rurales y comunidades urbanas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de la población entrevistada

La disponibilidad de agua en el hogar es una actividad que recae en las mujeres, por lo que la mayoría de la población entrevistada fue de este género. En el medio rural 87.2% fueron mujeres y 12.8% hombres, y en la zona urbana, 79.5% mujeres y 20.5% hombres. Con relación a la escolaridad, en la zona rural 30.8% inició primaria pero sólo la mitad la finalizó, poco más de la mitad (53.8%) terminó secundaria, 2.6% completó estudios medios superiores e igual porcentaje finalizó una carrera técnica, y 5.1% concluyó una licenciatura. En cambio, en el medio urbano 36.3% inició primaria pero sólo 25.0% terminó, 22.7% finalizó secundaria, 18.2% realizó estudios medios superiores, 2.3% cursó una carrera técnica y 18.2% concluyó la licenciatura. Larrubia (1998, p. 92) señala, que la zona rural tiene menor accesibilidad social, como es el caso del nivel de educación.

Las comunidades y organizaciones sociales se vinculan con su territorio creando una identidad para su uso y apropiación de importancia para su vida social (Herrera, 2009, p. 2). La región de estudio presenta pocas oportunidades de trabajo; las personas se desempeñaron como: amas de casa, artesano de ónix y mármol, agricultores, profesionistas, trabajo doméstico, estudiantes y otras actividades. En el medio rural 74.4% se desempeñó como ama de casa y el resto se ocupó en las diversas actividades; y en la zona urbana 56.9% se ocupó como ama de casa, 13.6% como profesionistas, 9.1% como artesano e igual porcentaje en las diferentes actividades.

Fuentes, servicio y suministro de agua de la red pública

Las principales fuentes de agua en el municipio de Tecali de Herrera, provienen del subsuelo. En la zona rural, la comunidad Concepción Cuautla tiene dos pozos profundos; el cercano a la comunidad se perforó hace 20 años y tiene 150 metros de profundidad. De acuerdo a CONAGUA-REPDA (2018) se localiza a 1.19 kilómetros de la comunidad y tiene una concesión de 60,590 m³/año. El pozo más alejado de la comunidad tiene aproximadamente

15 años, también con 150 metros de profundidad. Se ubica a 7.30 kilómetros y tiene una concesión de 72,708 m³/año (CONAGUA-REPDA, 2018). Estos pozos comparten agua con el Rancho Mixcuautla, por lo que las familias y autoridades consideran que el volumen de agua es insuficiente para todos los habitantes, al suponer que el volumen es escaso. La distribución del agua se realiza por un sistema de bombeo, la red hidráulica (tubería) y los depósitos comunitarios. El volumen de agua se asigna por tandeo y es diferente en cada comunidad, por lo que la cantidad recibida es desigual para cada familia. A la Junta Auxiliar Concepción Cuautla se asignan agua por hogar 8 horas cada 4 días; al Rancho Mixcuautla, 24 horas todos los días.

La Trinidad Tianguismanalco tiene un pozo profundo con un volumen de 79,935 m³/año (CONAGUA-REPDA, 2018); con una profundidad es de 134 metros y se ubica en la comunidad San Jerónimo Almoloya, municipio de Cuautinchán (en otro municipio) a 7.59 kilómetros de distancia. Este pozo se perforó en el año 1986 y operó 32 años. En el 2018 este pozo colapsó y dejó de funcionar, por lo que a partir de octubre del mismo año entró en servicio otro pozo profundo con la misma profundidad, que se perforó a unos metros de distancia del anterior. El suministro de agua es por tandeo y es muy variable para cada familia: entre 6 y 12 horas dos veces por semana; entre 5 y 14 horas cada ocho días; 9 horas cada 20 días y una vez al mes.

Respecto a la zona urbana, la cabecera municipal Tecali de Herrera reporta tres pozos profundos. De acuerdo a CONAGUA-REPDA (2018) el volumen concesionado para cada pozo es: pozo uno, 82,125 m³/año; pozo dos, 56,173 m³/año y pozo tres, 157,680 m³/año. El pozo uno se localiza a 3.99 kilómetros y tiene alrededor de 70 años en funcionamiento; el pozo dos ubicado a 4.01 kilómetros ya no está en actividad desde hace aproximadamente 12 años (comunicación personal¹) y el pozo tres localizado a 2.76 kilómetros tiene menos de 70 años, a pesar de que estuvo deshabilitado entre 1985 y 1987.

¹ Comunicación de la Regidora de Hacienda del Ayuntamiento de Tecali de Herrera (5 de septiembre de 2018) y del en cargado de la distribución del agua (conocido como “bombero”) (28 de octubre de 2018).

Los pozos uno y tres que se encuentran en funcionamiento tienen una profundidad aproximada de 60 metros. Ambos funcionan las 24 horas del día casi los 365 días del año, excepto algunos días en época de lluvia cuando la demanda del líquido disminuye. Respecto al suministro, la asignación por familia es muy variable: entre 3 y 12 horas cada 8 días, 24 horas cada 15 días, 24 horas dos veces a la semana, 24 horas todos los días, etc. En la Magdalena, entre 3 y 24 horas cada 8 días y entre 4 y 12 horas cada 15 días, y en Santiagotzingo, en su mayoría reciben entre 2 y 7 horas cada 8 días.

Estrategias de gestión del agua

Las comunidades de individuos inventan distintas formas de administrar los bienes comunes; el rol de apropiación se realiza por múltiples apropiadores de forma simultánea o consecutiva en el mismo sistema de recursos (Ostrom, 2000, p. 26, 68). Las estrategias implementadas para obtener agua para uso doméstico por las familias de las zonas urbana y rural del municipio de Tecali de Herrera, son resultado de las interacciones de las familias y su medio. En regiones como la Mixteca, la disponibilidad de los recursos hídricos en los hogares está relacionado con las distancias entre el hogar y la fuente de agua, el acceso a servicio de la red pública, la disponibilidad de los recursos económicos, la conformación de la familia y la edad de los integrantes (Ocampo y Villarreal, 2014, p. 67), con base en estos y otros factores, las familias deciden sus estrategias. Tomar decisiones es un proceso de selección de alternativas con el objetivo de alcanzar una meta o solucionar un problema (Delgado, Mora, Benítez, Pérez e Izquierdo, 2016, p. 36), en este caso la apropiación del agua para el uso doméstico.

Para apropiarse de agua las familias articulan diferentes gestiones: a) reciben agua de la red pública, b) acarrean a pie, c) acarrean en burro, d) acarrean en camioneta, e) compran agua de camión cisterna (pipa), y f) compran agua de garrafón (figura 3). Para este estudio cada una de las tareas anteriores, se consideran como estrategias particulares, y la articulación de más de dos tareas, se consideran estrategias mixtas como se describe a continuación:



1. RED DE ABASTECIMIENTO



2. ACARREO A PIE



3. ACARREO EN BURRO



4. ACARREO EN CAMIONETA



5. COMPRA DE CAMIÓN CISTERNA

Figura 3. Estrategias de apropiación del agua: red de abastecimiento, a pie, en burro, en camioneta y camión cisterna, en el municipio Tecali de Herrera, Puebla, México Fuente: Foto 1, Ocampo, F. I.; Fotos 2, 3, 4 y 5, Sánchez, G. M., 2018

Estrategias particulares

De acuerdo a los resultados, en el medio rural todas las familias entrevistadas reciben agua de la red pública o entubada, mientras que, en el medio urbano, 95.5% recibe este servicio y el resto carece de éste. La compra de agua de garrafón es una de las formas más comunes de apropiarse de agua, sobre todo para el consumo humano, 53.8% de las familias rurales y 81.8% de las urbanas utilizaron esta estrategia. Esta actividad ha aumentado debido a la falta de tiempo para acarrear agua de los ameyales y por considerar que el agua de la red pública (entubada) es de mala calidad. Por otro lado, existe la opinión en 46.1% de la población rural y 40.8% de la población urbana que el agua de garrafón es más segura por estar potabilizada. Asimismo, 7.8% de las familias rurales y 18.2% de las urbanas señalaron que la entrega de agua a domicilio y la compra en tiendas facilita su acceso y no tienen que acarrearla.

Para las familias de la zona rural siguen siendo importantes el acarreo a pie y la compra de agua de camión cisterna, 23.1% de las familias realizan cada una de estas estrategias, mientras que en la zona urbana la compra de agua de camión cisterna y el acarreo en burro son actividades primordiales, 79.5% y 59.1%, respectivamente. En la zona rural son menos las familias que acarrean agua en burro y en camioneta, pero no significa que sean menos importantes; en tanto, en la zona urbana el acarreo a pie es una estrategia significativa, casi una tercera parte de las familias continúan con esta actividad, y en menor proporción el acarreo en camioneta (cuadro 9). En la zona urbana, 20.5% de las familias se dedican a la venta de agua acarreada en burro, debido a que la mayoría de las familias no tiene tiempo para realizar esta actividad. En la zona rural las familias no compran agua acarreada en burro.

Cuadro 9. Estrategias particulares para la gestión de agua de uso doméstico de la población rural y urbana del municipio Tecali de Herrera, Puebla, México

Estrategia	Población rural		Población urbana	
	Familias		Familias	
	No.	%	No.	%
Red pública	39	100.0	42	95.4
Acarreo a pie	9	23.1	12	27.3

Acarreo en burro	7	17.9	26	59.1
Acarreo en camioneta	8	20.5	9	20.5
Compra de agua de camión cisterna	9	23.1	35	79.5
Compra de garrafón	21	53.8	36	81.8
TOTAL	39	*	44	*

*Nota: No suma 100 por ciento porque cada familia utiliza diferentes estrategias
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

La prueba de U de Mann-Whitney con confianza de 95% para las zonas rural y urbana con relación a las seis estrategias particulares de acceso al agua, resultaron significativas en tres: Acarreo a pie ($0.037 < 0.05$), acarreo en camioneta ($0.008 < 0.05$) y compra de agua de camión cisterna ($0.001 < 0.05$). Esto significa que estas estrategias son diferentes en cada zona, mientras la compra de agua de garrafón ($0.632 > 0.05$) y el acarreo de agua en burro ($0.736 > 0.05$) resultaron no significativas, ya que la demanda del agua para beber se considera una necesidad básica en ambos contextos (rural y urbano) y se satisface con agua de garrafón y acarreada en burro.

Estrategias mixtas

Se denominó estrategia mixta a la combinación de dos o más estrategias particulares. Para apropiarse del volumen de agua indispensable, las familias efectuaron 14 estrategias mixtas en la gestión del agua de uso doméstico (cuadro 10). La población rural utilizó 8 estrategias mixtas: alrededor de una tercera parte (30.7%) recurrió a la estrategia: agua de la red pública, acarreo a pie y compra de agua de garrafón; 17.9% utilizó como estrategia el agua de la red pública, el acarreo a pie y en burro. Asimismo, 15.4% gestionó agua de la red pública, acarreo agua en camioneta y compró agua de garrafón, mientras otro porcentaje igual prefirió la gestión del agua de la red pública, la compra de agua de camión cisterna y la compra de agua de garrafón.

En tanto, la población urbana utilizó 11 estrategias mixtas. Un poco más de una tercera parte de las familias (34.1%), recurrió al agua de la red pública, la compra de agua de camión

cisterna y de garrafón. 15.9% se apropió del agua de la red pública, el acarreo a pie y la compra de agua de garrafón; otro 11.3% prefirió la estrategia usando agua de la red pública, compra de agua acarreada en burro y compra de agua de garrafón, y otro porcentaje igual recurrió a la red pública, al acarreo en burro y a la compra de agua de camión cisterna. La compra de agua es una de las estrategias a la que más recurren las familias de ambas zonas.

Cuadro 10. Estrategias mixtas para la gestión de agua de uso doméstico de la población rural y urbana del municipio Tecali de Herrera, Puebla, México.

Estrategia mixta	Estrategia de gestión particular	Población rural		Población urbana	
		Familias	Familias	Familias	Familias
		No.	%	No.	%
i	Red pública, acarreo a pie y en burro	7	17.9	1	2.3
ii	Red pública, acarreo a pie y compra agua de camión cisterna	0	0	1	2.3
iii	Red pública, acarreo a pie y en camioneta	1	2.6	0	0
iv	Red pública, acarreo a pie y compra garrafón de agua	1	2.6	0	0
v	Red pública, acarreo en burro y camioneta	3	7.7	2	4.5
vi	Red pública, acarreo en burro y compra agua de camión cisterna	2	5.1	5	11.3
vii	Red pública, acarreo agua en camioneta y compra agua de garrafón	6	15.4	0	0
viii	Red pública, compra agua de camión cisterna y de garrafón	6	15.4	15	34.1
ix	Red pública, acarreo a pie y compra agua de garrafón	12	30.7	7	15.9
x	Red pública, acarreo agua en burro y compra agua de garrafón	0	0	1	2.3
xi	Red pública, acarreo agua en camioneta y compra agua acarreada en burro	0	0	1	2.3
xii	Red pública, compra agua acarreada en burro y de camión cisterna	0	0	4	9.1
xiii	Red pública, compra agua de garrafón, acarreo en burro y compra agua de camión cisterna	0	0	1	2.3

xiv	Red pública, compra agua acarreada en burro y agua de garrafón	0	0	5	11.3
	Red pública (no acarrea ni compra agua)	1	2.6	1	2.3
Total		39	100	44	100

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Frente al deficiente servicio del agua de la red de abastecimiento (agua entubada) por diversas causas, el abasto de agua de camión cisterna es una práctica creciente en colonias periurbanas y en comunidades rurales como lo documentan varios estudios (Córdova, Romo y Romero, 2014, p. 399; Gómez y Palerm, 2016, p. 133; Mballa y Hernández, 2018, p. 146; Mora *et al.*, 2018, p. 701; Ocampo, Parra y Ruiz, 2018, p. 78), al igual que la compra de agua de garrafón (Vázquez, Pérez y Muñoz, 2014, p. 306; Mballa y Hernández, 2018, p. 146-147; Ocampo, Parra y Ruiz, 2018, p. 76). Por otro lado, el acarreo en burro es una práctica cotidiana en diferentes comunidades rurales de México (Ocampo, Parra y Ruiz, 2018, p. 77).

El papel de la familia en el acarreo, fuentes de agua y depósitos para el acopio de agua

En todas las estrategias la familia juega un rol muy importante. La responsabilidad del acarreo de agua en cada hogar está en relación al número de integrantes y a la organización familiar. Las personas más involucradas son las amas de casa (esposas) apoyadas por otros miembros de la familia: esposo, hijas e hijos. En el acarreo de agua a pie participa toda la familia, en el acarreo en burro, por lo regular es una tarea que realiza el hombre: esposo, hijos y el suegro u otro familiar. El acarreo en camioneta, es responsabilidad del esposo en compañía de la esposa o los hijos, y el transporte del agua de camión cisterna o pipa depende del operador del camión.

Sin embargo, la prueba de U de Mann-Whitney con confianza al 95% para ambas zonas (rural y urbana) con relación a las seis estrategias particulares de acceso al agua y la participación familiar, no mostraron diferencias significativas: acarreo a pie $0.396 > 0.05$; acarreo en burro $0.824 > 0.05$; acarreo en camioneta $0.652 > 0.05$; compra de camión cisterna $0.216 > 0.05$, es decir, tanto hombres como mujeres se ocupan del acarreo del agua. Soares (2007, p. 36-37) encontró en una comunidad de Chiapas, una complementariedad de funciones entre los

integrantes de la familia, niños, niñas, maridos, y principalmente las mujeres juegan un rol importante en el acarreo de agua, por lo que las considera actores estratégicos en la conservación de los recursos naturales. La mujer tiene un importante papel en la gestión del agua (ONU, 2014b).

Con la prueba de Kruskal-Wallis (para comparar tres o más grupos) se encontró significancia entre las poblaciones respecto a grado de escolaridad y el tipo de estrategia utilizada en la compra agua de camión cisterna ($0.014 < 0.05$), y no en el resto: acarreo de agua a pie ($0.511 > 0.5$), acarreo en burro ($0.268 > 0.5$), acarreo en camioneta ($0.371 > 0.5$) y compra agua de garrafón ($0.312 > 0.5$).

Los resultados de rango promedio mostraron que las personas que sólo cuentan con educación primaria suelen invertir su tiempo en acarrear agua en burro; por el contrario, las personas con mayor nivel educativo (media superior, carrera técnica y licenciatura) tienden a adquirir el agua mediante la compra, ya sea acarreada en burro o por camiones cisterna, estas personas prefieren pagar el servicio por falta de tiempo y dado que cuentan con el recurso económico para sufragar los costos que esto significa.

Respecto a las principales fuentes de agua de las que se abastece la población rural para acarrear el agua, 18% señaló a los ameyales como las más importantes; en Concepción Cuautla reconocen: Aguala, Calleguala, Ashopia, Mezquitetla, el Arbolito y el Chilar; en La Trinidad Tianguismanalco, los ameyales Totolcamila y Tezahualco, y 5.1% se abastece en los arroyos. 6.8% de la población urbana se provee del ameyal Meyalapa. Cabe mencionar que el acceso a estas fuentes de agua es muy difícil, por las pendientes y las condiciones del suelo. En general, las fuentes de agua que facilitan el acarreo son arroyos, pozos y principalmente ameyales. Este fenómeno no es ajeno a lo que ocurre a nivel nacional, según el INEGI (2017b), 9.9% de los hogares de menos de 2,500 habitantes (rurales) y 1.4% de 2,500 y más habitantes (urbanos) disponen de agua en su vivienda de pozo, río, lago, arroyo u otra fuente.

El agua acarreada en pipas proviene de fuentes de la misma comunidad y lugares de alrededor, como: San Baltazar Torija, Santa María Nenezintla, Santa Cruz Ajajalpan, Almoloya, Atoyatempan, Barrio de Analco, Hueyapan y Cuautinchán. No obstante, 10.2% de la población rural y 25.0% de la urbana desconoce el lugar de origen del agua. El acarreo de agua en pipa es un fenómeno que ocurre a nivel nacional, 2.0% de la población que vive en localidades de menos de 2,500 habitantes, y 1.4% de localidades de 2,500 y más habitantes obtienen el agua por medio de pipa (INEGI, 2017b).

Para el acarreo y el acopio de agua, las familias tanto de la zona rural como urbana, utilizan diferentes recipientes según la estrategia utilizada, y para el almacenamiento disponen de depósitos con distintos volúmenes. Para el acarreo a pie y en burro comúnmente utilizan recipientes con capacidad entre 2 y 35 litros (garrafones, castañas, cubetas, botes de lata, ánforas y envases de refresco); para el acarreo en camioneta por lo general usan los tinacos Rotoplas® de 450 y 1,100 litros y otros recipientes de 20 litros (garrafones, castañas y cubetas). En tanto, los depósitos para almacenar el agua de pipa son las cisternas cuadradas o rectangulares de diferentes volúmenes (entre 2,000 y 20,000 litros), los tinacos Rotoplas® de 1,100 litros y diferentes utensilios menores.

CONCLUSIONES

La administración del agua y la infraestructura por parte del municipio, supone una mayor cobertura de agua para toda la población, contrariamente cuando no se dispone de agua de la red pública, la población se ve obligada a implementar acciones familiares y comunitarias para apropiarse del agua necesaria. La organización social para la apropiación del agua depende de la estructura y la forma en que se organiza cada familia sin violentar los acuerdos comunitarios para acceder, extraer y gestionar el agua disponible en el territorio.

Considerando que la zona urbana tiene más servicios públicos con relación a la zona rural, se planteó que, en el municipio de Tecali de Herrera, las comunidades rurales desarrollan más estrategias que la cabecera municipal clasificada como comunidad urbana. Los resultados muestran que en ambas zonas (rural y urbana) todas las familias utilizan las

mismas estrategias particulares para acceder al agua de uso doméstico: abastecimiento de la red pública, el acarreo a pie, en burro y en camioneta, y la compra de agua de camión cisterna y de garrafón. Sin embargo, la zona rural tiene cubierto el total de la población con agua de la red pública, mientras en la zona urbana 4.5% de la población no tiene acceso a este servicio.

En ambas zonas, la compra de agua de garrafón es la estrategia particular más común para apropiarse de agua para el consumo humano. Por otro lado, en la zona rural predomina el acarreo a pie y la compra de agua de camión cisterna; mientras que en la zona urbana el acarreo en burro y la compra de agua de camión cisterna. Paradójicamente, la compra de agua acarreada en burro es una actividad que prevalece en la zona urbana y no en la rural.

Respecto a la combinación de estrategias (mixtas) en la zona rural se utilizaron ocho, predominando (30.7%) la combinación de agua de la red pública, el acarreo a pie y la compra de agua de garrafón; en tanto, la población urbana utilizó once estrategias mixtas, un poco más de una tercera parte de la población (34.1%) combinó el agua de la red pública, la compra de agua de camión cisterna y la compra de garrafón.

Siendo el acarreo una actividad transcendental toda la familia participó en esta actividad; sin embargo, las personas que sólo tienen educación primaria son las que más se involucran, en comparación a las que terminaron una actividad profesional que prefieren comprar agua acarreada en burro, en camión cisterna o de garrafón.

Los datos muestran que en ambas zonas (rural y urbana) las familias desempeñaron diferentes estrategias para acceder al agua, y no existe diferencia en relación a la zona urbana donde el agua y la infraestructura, es controlada por el municipio. Es probable que estas similitudes se deban a que la población considerada urbana por el número de habitantes y algunos servicios, tiende a reproducir la vida rural, consecuencia de un territorio con las mismas características físicas, ecológicas, sociales y culturales donde el agua es un recurso escaso que demanda la apropiación de diversas formas por las familias, mostrando sus capacidades para tomar decisiones y enfrentar un problema permanente. Finalmente se puede señalar que

la hipótesis no se acepta, al encontrar que en la zona urbana se utilizan más estrategias mixtas para la apropiación del agua de uso doméstico.

LITERATURA CITADA

- BERLANGA, S. V. y Rubio, H. M. J. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 5(2): 101-113. Recuperado de <http://www.ub.edu/ice/reire.htm>. DOI:10.1344/reire2012.5.2528.
- BOELEN, R. (2009). Aguas diversas. Derechos de agua y pluralidad legal en las comunidades andinas. *Anuario de Estudios Americanos*, 66 (2): 23-55. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/29248734.pdf>
- BUREK, P.; Satoh, Y.; Fischer, G.; Kahil, M. T.; Scherzer, A.; Tramberend, S.; Nava, L. F.; Wada, Y.; Eisner, S.; Flörke, M.; Hanasaki, N.; Magnuszewski, P.; Cosgrove, B. and Wiberg, D. (2016). Water Futures and Solution: Fast Track Initiative (Final Report). IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).
- CASTRO, C. H. (2014). Economía social, valores y principios en la construcción de alternativas del desarrollo: El caso de la “Cooperativa Casa de Piedras”. Tesis (Maestría en desarrollo económico y cooperación internacional). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2015a). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero de Ixcaquixtla 2106, estado de Puebla. México: Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103304/DR_2106.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2015b). Actualización de la disponibilidad media anual de agua del acuífero de Valle de Tecamachalco 2101, estado de Puebla. México: Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103299/DR_2101.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.

- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2017). Programa para la sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales (PROSAPYS IV). Manual de operación y procedimientos 2017. México: Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/211091/MANUAL_DE_OPERACION_Y_PROCEDIMIENTOS_PROSSAPYS_2017_BID.pdf, consultado el 27 de octubre de 2018.
- CONAGUA-REPDA (Comisión Nacional del Agua-Registro Público de Derechos de Agua) (2018). Base de datos del Registro Público de Derechos de Agua. Comisión Nacional del Agua. Recuperado de: <https://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx>, consultado el 18 de diciembre de 2018.
- CÓRDOVA, B. G.; Romo, A. M. de L. y Romero, N. L. (2014). Acción pública local y prácticas autogestivas en colonias sin agua entubada ni saneamiento, en el estado de Chihuahua. *Gestión y Política Pública*. XXIII(2): 385-420. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/133/13331693004.pdf>
- DELGADO, G. X. V.; Mora, R. J. de J.; Benítez, J.; Pérez, G. R., e Izquierdo, J. (2016). Toma de decisiones en el manejo de fugas en redes de agua potable. *Acta Universitaria*, 26(NE-3): 35-43. Recuperado de http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/1082/pdf_180 doi: 10.15174/au.2016.1082.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2013). Afrontar la escasez de agua. Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. Informe sobre temas hídricos. Roma: Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>, consultado el 27 de octubre de 2018.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2015). La FAO y los 17 objetivos del desarrollo sostenible. FAO, Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4997s.pdf>, consultado el 26 de octubre de 2018.
- GONZÁLEZ, M. F. (2012). Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F.

- GÓMEZ, V. M. I. y Palerm, V. J. (2016). El abasto de agua por pipa en el valle de Texcoco, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*. VII(2): 133-148. Recuperado de <http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/articleCms/view/1144/1048>
- HERRERA, F. M. de L. (2009). El territorio del estado de Puebla y su representación en las exposiciones universales de la segunda mitad del siglo XIX. *Naveg@mérica. Revista electrónica de la Asociación Española de Americanistas*, n. 3: 1-23. Recuperado de <https://revistas.um.es/navegamerica/article/view/74981/72311>
- INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal) (2010). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Puebla. Tecali de Herrera. México: Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21153a.html>, consultado el 23 de octubre de 2018.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tecali de Herrera, Puebla. Clave geoestadística 21153. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21153.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2015). Panorama socioeconómico de Puebla 2015. Encuesta Intercensal 2015. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Recuperado de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/panorama/702825082314.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2017a). Conjunto de datos vectoriales. Marco geoestadístico. Junio 2017.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2017b). Encuesta Nacional de Los Hogares. Principales resultados 2017. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/enchogares/regulares/enh/2017/doc/enh2017_resultados.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2018). Buscador. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=Rural#tabMCcollapse-Indicadores>, consultado el 28 de noviembre de 2018.
- LARRUBIA, V. R. (1998). El espacio rural. Concepto y realidad geográfica. *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, 20: 77-95.
- MBALLA, L. V. y Hernández, E. F. (2018). Las políticas públicas de abastecimiento de agua potable y saneamiento para la localidad de Escalerilla, San Luis Potosí-México: escenarios y percepción ciudadana. *Agua y Territorio*, Núm. 11: 137-152. Recuperado de <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma/article/view/3378/pdf>
- MINDEK, D. (2003). Mixtecos. Pueblos indígenas del México contemporáneo. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (CDI-PNUD), México. D. F. p. 31.
- MORA, M. E., Mora, F. J. S., García, S. R. C., García, S. J. A., Palerm, V. J. y Sangerman, J. D. M. (2018). Comercialización de agua por pipas en el oriente del valle de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(3): 701-707. Recuperado de <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/publicaciones>
- NACIONES UNIDAS (2002). Observación general No. 15 (2002). El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Naciones Unidas. Recuperado de <http://www.acnur.org/t3/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf?view=1>
- NACIONES UNIDAS y CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2016). Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago, p. 48. Recuperado de <http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>
- OCAMPO, F. I. y Villareal, M. L. A. (2014). Recursos hídricos, movilidad social territorial para su aprovechamiento y derecho humano al agua en comunidades de la mixteca baja de Puebla, México. *Ambiente y Desarrollo*, 18(35): 55-69. Recuperado de <https://doi.org/10.11144/Javeriana.AyD18-35.rhms>.

- OCAMPO, F. I., Parra, I. F. y Ruiz, B. Á. E. (2018). Derechos al uso del agua y estrategias de apropiación en región semiárida de Puebla, México. *Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 15(1): 63-83. Recuperado de <https://www.colpos.mx/asyd/volumen15/numero1/asd-15-072.pdf>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2014a). Agua, fuente de vida. Decenio del agua. La escasez de agua. Recuperado de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2014b). Agua, fuente de vida. Decenio del agua. Género y agua. Recuperado de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/gender.shtml>
- OSTROM, ELINOR (2000). El gobierno de los bienes comunes la evolución de las instituciones de acción colectiva. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México. D.F. Recuperado de: <https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/El%20gobierno%20de%20los%20bienes%20comunes.pdf>, p. 395.
- OSTROM, E. y Hess, C. (2007). Private and common property rights. Research Paper No. 2008-11-01. Workshop in Political Theory and Policy Analysis, Indiana University, p. 116.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) (2015). Catálogo de localidades. Municipio de Tecali de Herrera. México: Secretaría de Desarrollo Social. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=153>, consultado el 23 de octubre de 2018.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) (2017). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2017. Puebla, Tecali de Herrera (21153). México: Secretaría de Desarrollo Social. Recuperado de http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Puebla_153.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.
- SEMARNAT y CONAGUA (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua (2014). Num3ragua México, 99 p. México, D. F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. Recuperado de

- <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Numeragua.pdf>, consultado el 27 de octubre de 2018.
- SEMARNAT y CONAGUA (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua (2017). Estadísticas del agua en México. Edición 2017, 291 p. México, D. F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. Recuperado de http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf, consultado el 27 de octubre de 2018.
- SOARES, D. (2007). Acceso, abasto y control del agua en una comunidad indígena chamula en Chiapas. Un análisis a través de la perspectiva de género, ambiente y desarrollo. *Región y Sociedad*, XIX (38): 25-50.
- TOLEDO, V. (1999). Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural. *Revista de Geografía Agrícola*, p. 7-19.
- TOLEDO, V.; Alarcón, Ch. P. y Barón, L. (2002). La modernización rural de México: un análisis socioecológico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, 132 p.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2018)._Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018. Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. Cifras y datos. Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos. UNESCO, Italia. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002615/261579s.pdf>
- UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) (2017). Estrategia de agua, saneamiento e higiene 2016-2030. UNICEF Nueva York, recuperado de https://www.unicef.org/cuba/cu_resources_UNICEFWASHStrategy2016-2030.pdf
- VÁZQUEZ, G. V.; Pérez, O. Ma. A. y Muñoz, R. C. (2014). Desarrollo, género y el derecho humano al agua. Un estudio comparativo en Hidalgo, México. *Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 11(3): 295-314. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3605/360533100003.pdf>

CAPÍTULO IV. GOBERNANZA LOCAL PARA LA GESTIÓN DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO EN COMUNIDADES RURALES Y URBANAS, EN EL MUNICIPIO DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA

RESUMEN

El creciente problema sobre la escasez del agua demuestra la incapacidad del gobierno (ingobernabilidad) para gestionar el agua, y abre la discusión sobre la capacidad de las comunidades y otros actores locales (gobernanza) para realizar una gestión autónoma del agua. El objetivo fue conocer la gobernanza local para la gestión del agua de uso doméstico en comunidades rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla. Se aplicó una encuesta a 83 familias (en dos comunidades rurales y una urbana), una entrevista a autoridades del agua y se realizaron talleres para conocer las redes de participación de acuerdo al diagrama de Venn. Los resultados muestran que las comunidades rurales tiene un sistema de autogobierno para la gestión del agua, organizadas en Juntas Rurales de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable, sustentado en un marco normativo comunitarios de “*usos y costumbres*”; mientras que en la localidad urbana opera el sistema de gobierno Estatal administrado por integrantes del Ayuntamiento Municipal, principalmente la Regiduría de Hacienda y Patrimonio, la regiduría de Obras Públicas y el Presidente Municipal, basados en el Plan de Desarrollo Municipal de Tecali de Herrera, Puebla 2014-2018, con ausencia de participación de la población en el proceso de gestión del agua. Se concluye que en las comunidades rurales existe mayor capacidad de gobernanza para la gestión del agua basada en formas tradicionales, en relación a la comunidad urbana.

Palabras clave: Gobernanza, autogobierno, autogestión, autonomía, comité del servicio de agua, usos y costumbres.

ABSTRACT

The growing problem of water scarcity demonstrates the inability of the government (ungovernability) to manage water, and open the discussion about the capacity of communities and other local actors (governance) to perform autonomous water management. The objective was to know the local governance for the water management for domestic use in rural and urban communities of the municipality of Tecali de Herrera, Puebla. A survey was applied to 83 families (in two rural and one urban communities), an interview with water authorities and workshops were held to learn about participation networks according to the Venn diagram. The results show that rural communities have a system of water management self-government, organized in Administration Rural Boards, Operation and Maintenance of the Potable Water System, supported by a community regulatory framework of Uses and Customs; while in the urban area operates the State government system administered by members of the Municipal City Council, mainly the Ministry of Finance and Heritage, the Public Works and the Municipal President, based on the 2014-2018 Municipal Development Plan of Tecali de Herrera, Puebla, with absence of population participation in the water management process. It is concluded that in rural communities there is greater governance capacity for water management based on traditional forms, in relation to the urban community.

Keywords: Governance, self-government, self-management, autonomy, water service committee, uses and customs.

INTRODUCCIÓN

El agua es un hilo conductor que permite acercarse al entendimiento de la complejidad social, los cambios en relación a la naturaleza y los diferentes roles que juegan los actores sociales y políticos (Zapata, 2002, p. 205). Por lo que el papel que desempeña cada actor social en su grupo social está ligado a su espacio, y con ello, a una serie de normas que regulan su permanencia y la apropiación de los recursos, alcanzado gracias a las formas únicas de

gestionar sus recursos y gobernar su territorio. Para el caso del agua la mayoría de países la consideran de dominio público y de uso común (Domínguez, 2010, p. 314). Por lo que su manejo no solo está condicionado a cierto estrato de la población, sino que está a disposición de todos los pueblos. Cada grupo social ha desarrollado formas específicas de apropiarse del agua mediante su sistema de gobernanza.

En el ámbito internacional se ha conformado el concepto de gobernanza en torno a la gestión de los recursos hídricos para denotar que el problema del agua, o la crisis en torno al agua no es un problema de gestión exclusivamente, sino que lleva implícitos otros factores que son fundamentales para poder funcionar (Domínguez, 2006, p. 5).

De acuerdo a la Real Academia Española, gobernanza se define como “arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía” (RAE, 2017).

Para el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) la gobernanza es la condición previa más importante para la gestión equitativa y eficaz de los recursos hídricos con el objetivo de reducir la pobreza. En el ámbito de la CEPAL (2002, citado en Domínguez, 2006), se entiende en forma más limitada y con una visión más economicista, se refiere a “la capacidad de insertar el agua en forma productiva en la economía y en la capacidad de ésta de afrontar y pagar por servicios que presta el agua”. Esta visión pragmática es restringida y excesivamente antropocéntrica dejando de lado valores y costumbres que influyen en el manejo del agua y se limita a ver el agua como un recurso natural más que un elemento ambiental (Domínguez, 2006, p. 6).

Para el caso de los recursos locales, el manejo del agua en la sociedad se ha descrito bajo modelos de gestión del agua, donde los pequeños sistemas de agua para consumo humano, ya sean rurales o urbanos, han sido poco abordados (Ávila, 1996, 2002; Burguete, 2000; Birrichaga, 2007; Galindo y Palerm, 2007, citado en Galindo y Palerm, 2016). Como ejemplo

se tiene la gestión de los recursos de uso común, la gestión comunitaria y en poco grado de participación ciudadana la gestión pública.

Las comunidades están fortalecidas desde su estructura más interna, en donde tienen un fuerte arraigo en su diversidad de costumbres, modos de vida de la población y se toma en cuenta la participación, por lo que se adquiere un fuerte peso sobre las identidades colectivas, en esta dirección tienden a promover los valores de la solidaridad social y a movilizar recursos locales (Castro *et al.*, 2004, p. 362).

En México la distribución del agua está a cargo de las instituciones de los gobiernos locales, es decir, los municipios son los responsables de adaptar políticas públicas (Caldera *et al.*, 2016, p. 162). Sin embargo, por diferentes circunstancias el servicio del agua no llega a todos los hogares, lo que obliga a las diferentes comunidades o grupos sociales a administrar sus recursos. Elinor Ostrom (2000) evidenció que hay una ruta diferente relacionada con la administración. Mostró que muchas veces los individuos usan colectivamente normas sociales e instituciones, incluso informales, para gestionar recursos comunes con mejores resultados. Botero (2012) comentando a Ostrom señala que en condiciones de escasez las estructuras colaborativas pueden ser más eficientes que el individualismo propietario. En su trabajo Ostrom señala que a pesar de las reglas particulares usadas, los escenarios diversos no pueden ser la base de una explicación de la fortaleza institucional y de la sustentabilidad de los recursos de uso común, ofrecen una explicación que se basa en que las reglas particulares difieren en que toman en cuenta atributos específicos de los sistemas físicos relacionados, perspectivas culturales del mundo y relaciones políticas y económicas que existen en el escenario (Ostrom, 2000, p. 147).

Para demostrar lo anterior Ostrom propuso siete principios de diseño que caracterizan a las sólidas instituciones de recursos de uso común: 1) límites claramente definidos, 2) coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales, 3) arreglos de elección colectiva, 4) supervisión, 5) sanciones graduadas, 6) mecanismos para la resolución de conflictos y 7) Reconocimiento mínimo de derechos de organización (Ostrom, 2000). Por lo

que las instituciones que son consideradas exitosas en el manejo de sus recursos comunes tienden a seguir estos siete principios.

Congruente con lo anterior, la gestión social se asume como tal, cuando las tareas de administración y ejecución están en manos de los actores locales, que pueden ser comunidades indígenas, grupos de campesinos, organizaciones vecinales urbanas o en organizaciones de la sociedad civil. El concepto de gestión social está asociado a la gestión comunitaria, entendida como la valorización de antiguas prácticas que mantienen las comunidades indígenas o campesinas para hacer uso de sus recursos. Es característico que las comunidades se organizan con base a la cooperación entre sus miembros y la producción se asienta sobre sus necesidades, no sobre la lógica de ganancia (Shiva, 2003). La gestión social del agua concibe al agua como un elemento constitutivo de la trama sociocultural y natural (Sandoval y Günther, 2013, p. 168).

El éxito de una gestión comunitaria se debe a que existe una retroalimentación en el proceso del manejo y que se toma en cuenta la participación de los ciudadanos, y sobre todo en que en cada uno recae cierto grado de responsabilidad que permite que se fortalezcan los sistemas sociales del manejo del agua.

Por otro lado, la gestión pública del agua, como gestión institucional-estatal, ha impulsado el término de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), el cual se asienta sobre la idea de responsabilidad compartida entre los actores involucrados. El Estado es el responsable de elaborar políticas y crear un marco normativo adecuado; las empresas y gobiernos locales, de ofrecer servicios de agua potable y de explotar los recursos en términos sustentables. Para ello, se requieren formas de toma de decisión participativa, adecuación de las normas vigentes y creación de otras, redefinición y descentralización de funciones; así como coordinar intereses, dinámicas poblacionales y naturaleza. Es en este marco donde se inserta la idea de gestión por cuencas hidrográficas, reconocidas como unidades territoriales adecuadas para la gestión integral del agua, en la mayoría de los países latinoamericanos (Sandoval y Günther, 2013).

La gestión pública suele ser tan ambiciosa pero poco aplicable, en este tipo de gestión a pesar de mencionarse la inclusión ciudadana, está más centrada en los intereses de particulares y en menor grado en la resolución a la satisfacción de las necesidades primordiales de la mayor parte de la población. -Por otra parte se menciona el fortalecimiento de la “política” como una actividad interconectada a la gestión pública. Si se hace mejor “política” habrá una mejor gestión pública- (Ortún, 1995, p. 8).

A partir de la discusión teórica realizada sobre las capacidades de las comunidades y la ineficiencia del Estado para gestionar el agua de uso doméstico, se planteó como objetivo conocer la gobernanza local para la gestión del agua de uso doméstico en comunidades rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

METODOLOGÍA

Características físicas y sociales de la zona de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Tecali de Herrera localizado en la parte centro del estado de Puebla, México. Geográficamente se ubica entre los paralelos 18°48'24'' y 18°57'54'' de latitud Norte, y los meridianos 97°57'54'' y 98°05'41'' de longitud Oeste (INAFED, 2010) (figura 4).

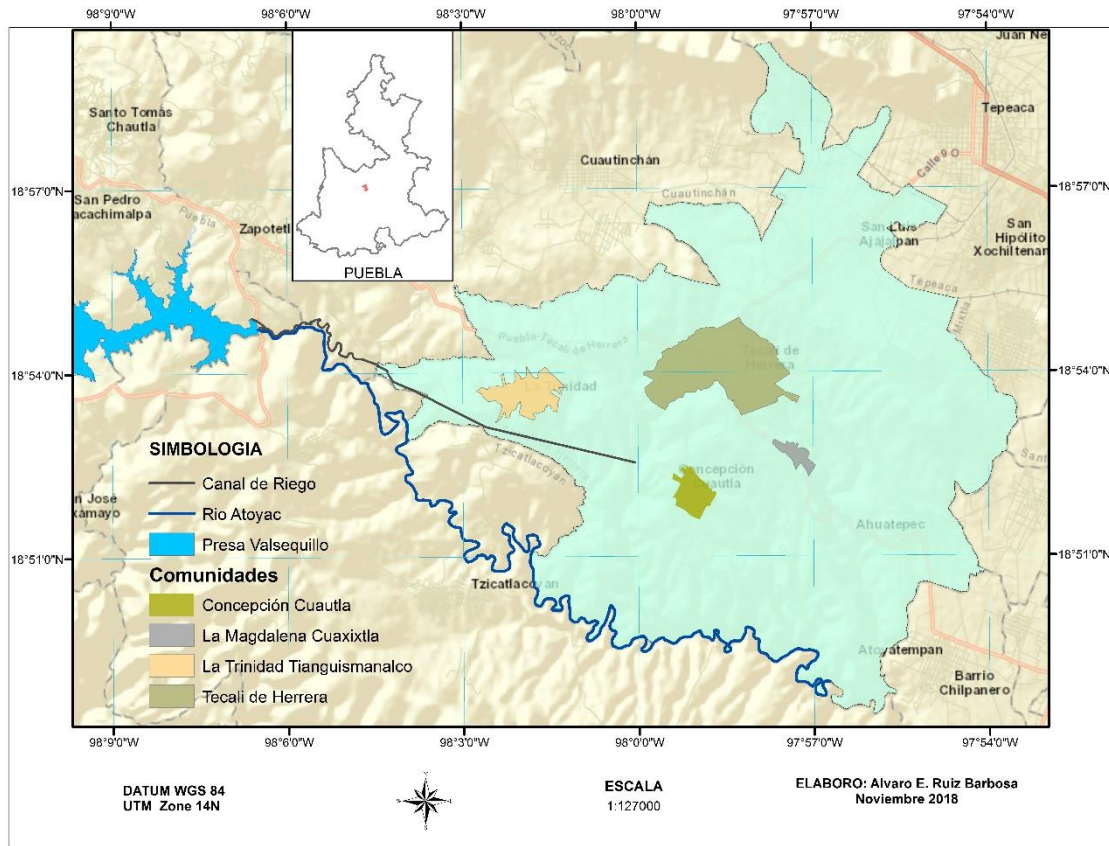


Figura 4. Ubicación geográfica del municipio Tecali de Herrera y localidades de estudio

Fuente: Elaboración de Ruiz Barbosa, Á. E., 2018, con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017). Conjunto de datos vectoriales. Marco geoestadístico. Junio 2017.

La altitud oscila entre 1,940 y 2,220 msnm, la temperatura varía de 15 a 17 °C, con un rango de precipitación de 600 a 800 mm, con climas templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (62%) y subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (38%). Los tipos de suelo dominantes son el Leptosol (33%), el Durisol (25%) y el Calcisol (24%). La hidrografía del municipio está determinada por la región hidrológica del Balsas (100%), la cual pertenece a la cuenca del río Atoyac (100%), en la subcuenca del río Atoyac-Balcón del Diablo (100%) (INEGI, 2009). Parte del territorio del municipio de Tecali de Herrera se encuentra localizado al norte del acuífero Ixcaquixtla (2016) y de manera parcial sobre el acuífero Valle de Tecamachalco (2101) (CONAGUA, 2015a, 2015b).

El municipio está formado por 36 localidades (SEDESOL, 2015) y seis Juntas Auxiliares: Ahuatepec, San Luis Ajajalpan, Concepción Cuautla, San Buenaventura Tetlananca, Santa Cruz Ajajalpan y la Trinidad Tianguismanalco (INAFED, 2010).

La población total municipal reportada para el 2015 fue de 21,992 habitantes, la mitad de la población tenía 25 años o menos y una densidad de población de 125.2 habitantes por kilómetro cuadrado; se reportaron 5,324 viviendas particulares habitadas (en promedio por 4.1 habitantes) y donde solo 25.7% disponía de agua entubada (INEGI, 2015, p. 326).

Su grado de rezago social para 2015 fue bajo (SEDESOL, 2017). Su principal actividad económica es la industria artesanal de ónix y mármol que se realiza desde hace más de un siglo y de la cual dependen 10 comunidades; esta actividad adquirió relevancia desde la época de los sesentas reduciendo significativamente la migración (Castro, 2014, p. 44-45). En el uso potencial de la tierra, 63% se considera no apta para la agricultura (INEGI, 2009), y sólo se siembra en pequeña escala en época de lluvias, ya que las condiciones climatológicas y edáficas limitan esta actividad, aunque se desarrolla más la ganadería caprina.

Selección de localidades: rurales y urbana

Para la identificación y selección de las localidades rurales y urbanas, se consideró criterios relacionados con la apropiación del agua de uso doméstico, algunos de ellos son: a) el umbral de población; mientras la zona rural se caracteriza por baja densidad de población, la zona urbana se identifica por concentrar alta población, b) el medio rural se caracteriza por disponer de menor infraestructura y servicios con relación al medio urbano, c) la zona rural tiene menor accesibilidad física como social, este último referido a ingreso, sexo, nivel de instrucción, limitado acceso a recursos, desigualdad social, etc., mientras que en la zona urbana la disponibilidad es mayor, y d) forma de vida peculiar; en la zona rural reconocen la fuerza de identidad local: mayores relaciones sociales, mayor espíritu colectivo, mayores vínculos de solidaridad y de colaboración, etc., características que no se observan en la zona urbana (Larrubia, 1998, p. 92-93).

En México, el INEGI (2018) a fin de mantener la comparación internacional, considera medio rural a las poblaciones con menos de 2,500 habitantes y como medio urbano a las que tienen 2,500 habitantes y más. La Comisión Nacional del Agua en su Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSAPYS), para otorgar apoyos se refiere como gestión comunitaria de los sistemas de agua potable, a la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento en localidades menores a 2,500 habitantes, y los diferencia de localidades entre 2,500 y menos de 15,000 habitantes con esquemas de gestión en prestación de servicio (CONAGUA, 2017, p. 1).

A partir del número de habitantes por población y los servicios públicos, se seleccionaron: dos Juntas Auxiliares consideradas como rurales: Concepción Cuautla (que comparte agua de la red pública con la localidad Rancho Mixcuautla) y La Trinidad Tianguismanalco; y la cabecera municipal Tecali de Herrera catalogada como urbana, que comparte agua de la red pública con las localidades La Magdalena Cuaxixtla y Santiagotzingo, clasificadas como rurales (SEDESOL, 2015).

Con el objetivo de generar información respecto a las funciones de gobierno municipal, la administración y operación del servicio de agua desempeñada por las comunidades rurales y urbanas y la percepción de las familias respecto a su participación, se utilizaron la encuesta, la entrevista y los talleres, como se describe a continuación:

i) Encuesta. Para calcular el tamaño de muestra se utilizó el Muestreo Aleatorio Estratificado con distribución proporcional. Para el cálculo de la muestra se utilizaron datos de los contratos del servicio del agua entubada 2017-2018 de cada comunidad, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$n = \frac{N \sum_{i=1}^k N_i S^2}{N^2 V + \sum_{i=1}^k N_i S^2} \quad V = \frac{d^2}{Z_{\alpha/2}^2} \quad n_i = \frac{N_i}{N} (n)$$

Donde:

n= Tamaño de muestra.

N = Tamaño de la población (2,581, número de contratos del servicio del agua entubada de las dos Juntas Auxiliares y la cabecera municipal con sus localidades con las que comparten agua entubada).

N_1 = Estrato 1 (Cabecera municipal Tecali de Herrera y las localidades La Magdalena Cuaxixtla y Santiagotzingo, con 1,371 contratos del servicio del agua entubada).

N_2 = Estrato 2 (Junta Auxiliar Concepción Cuautla y la localidad Rancho Mixcuautila, con 650 contratos del servicio del agua entubada).

N_3 = Estrato 3 (La Trinidad Tianguismanalco, con 560 contratos del servicio del agua entubada).

S^2 =Varianza ($S^2=0.5$).

d =Precisión (15% = 0.15).

Z = Confiabilidad. Valor de Z (distribución normal estándar) (1.96).

Resultado:

$n = 83$ ($N_1 = 44$; $N_2 = 21$; $N_3 = 18$)

Del total de las 83 familias seleccionadas se aplicaron 39 cuestionarios en las localidades consideradas rurales: Concepción Cuautla, Rancho Mixcuautila y la Trinidad Tianguismanalco. Estas comunidades se administran bajo el sistema de autogobierno mediante una Junta Rural de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable (comité del agua). Concepción Cuautla abastece el servicio de agua al Rancho Mixcuautila, mientras que La Trinidad Tianguismanalco no comparte el servicio de agua de la red pública. Se aplicaron 44 cuestionarios a familias de las localidades Santiagotzingo, La Magdalena Cuaxixtla y en la cabecera municipal, consideradas como comunidades urbanas.

El servicio del agua potable es administrado por el Gobierno Municipal en la cabecera municipal de Tecali, a través de la Regiduría de Hacienda y Patrimonio. Los datos obtenidos de la encuesta se organizaron en el programa Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 25 y Microsoft® Excel.

ii) Entrevista. Se realizaron tres entrevistas a los representantes del servicio del agua de las comunidades en estudio. En concepción Cuautla se entrevistó a la secretaria del comité del agua, en la comunidad La Trinidad Tianguismanalco al presidente del comité del agua, y en la cabecera municipal a la Regidora de Hacienda y encargada del servicio del agua.

iii) Talleres. A través de grupos de participantes se obtuvo información relativa a las relaciones institucionales con los comités del agua y la Regiduría de Hacienda del municipio de Tecali de Herrera. La información se organizó en el diagrama de Venn, metodología propuesta por Selener *et al.* (1997), en el que se muestra la presencia de los agentes e instituciones externas y su forma de relación con la comunidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura y funciones de las organizaciones para la gestión del agua

La gestión comunitaria del agua, opera en el ámbito comunitario, donde las interacciones de acción colectiva se realizan cara a cara, y las prácticas se basan en los usos y costumbres o una combinación de éstos con la legislación. Los usos y costumbres son el conjunto de prácticas, hábitos, reglas y concepciones tácitas que orientan las interacciones humanas y las relaciones con el medio ambiente, en correspondencia con el reconocimiento de pautas y formas de comportamiento por el colectivo e individualmente (Sandoval y Günther, 2013, p. 172).

Las comunidades en estudio no son la excepción, siguen este proceso en la gestión del agua.

En las comunidades rurales el comité del agua está formado por el presidente, secretario, tesorero y los vocales. El número de personas que desempeñan este cargo varía de acuerdo a lo establecido en cada comunidad. Las comunidades rurales eligen entre la población de jefes de familia a los integrantes de la Junta Rural de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable, mejor conocido como el Comité del Agua o Comité del Servicio de Agua. La elección de las personas se lleva a cabo en una asamblea general comunitaria, la cual es resultado de los usos y costumbres de cada comunidad. La elección se realiza por votación eligiendo al que tenga la mayoría. Las personas que desempeñan este cargo durante tres años no perciben ninguna retribución económica, ya que esta labor es considerada como un servicio social a la comunidad.

El Comité del Agua tiene las funciones siguientes:

1. Realizar los cobros por el servicio del agua. En Concepción Cuautla se cobran \$80.00 mensuales y en La Trinidad Tianguismanalco \$60.00. En ambas comunidades las personas de la tercera edad pagan sólo el 50% del costo mensual. Para los que pagan el servicio del agua en una exhibición anual, se les hace un descuento (un porcentaje) por su buen cumplimiento como ciudadano.
2. Vigilar y mantener el funcionamiento del sistema del servicio del agua entubada. Al Comité del Agua en colaboración con los usuarios corresponde mantener en buenas condiciones la red de agua entubada, sobre todo cuando falta el servicio o se presentan filtraciones.
3. Gestionar recursos. El Comité tiene la tarea de buscar apoyos en el municipio o el Estado, que permita mejorar el servicio del agua de abastecimiento público.
4. Contratación y supervisión del distribuidor (bombero). El Comité del Agua contrata y supervisa a la persona que distribuirá el agua. Esta persona percibe remuneración por sus servicios y se encarga de abrir y cerrar válvulas, distribuir el agua a toda la comunidad (tandeos) y clorar el agua.

5. Gestionar el clorado del agua. El Comité del Agua debe solicitar la cantidad de cloro que se necesita para las diferentes fuentes y depósitos. Esta información se solicita a la Regiduría de Salud Municipal.

6. Realizar asambleas. Para tratar cualquier asunto de suma importancia, se realizan asambleas mensuales o extraordinarias, o en su caso una asamblea general comunitaria.

Relaciones institucionales en la administración y servicio del sistema de agua potable

La organización de la vida en sociedad en cada espacio se determina por cómo las personas se relacionan e integran con el medio natural, quien la dota de bienes, donde los individuos retoman lo necesario para su vida diaria. En este ámbito cobra importancia el ser humano, actor social que organiza, reconfigura e imprime de significados los territorios según las necesidades y las posibilidades que posea la comunidad (PNUD, 2008, en Salas, 2010), los cuales pueden desempeñarse mediante instituciones, que al estar presentes en un territorio obtienen algún beneficio del mismo, desempeñan alguna función y/o generan interdependencia entre ellos y la comunidad. Las instituciones de acuerdo a Hodgeson (1994, citado en Schejtman y Berdegué, 2004, p. 26) “son patrones de conducta y hábitos de pensamiento de naturaleza rutinizada y durable, que se asocian a personas interactuando en grupos o colectividades mayores. Las instituciones permiten un pensamiento y acción ordenados, al imponer forma y consistencia a las actividades de los seres humanos”.

Cabe destacar que ninguna comunidad es ajena a la interacción institucional, en la cual el grado de importancia o apego que le otorgan, es establecido por sus habitantes, ya que ellos son los que definen en la mayoría de veces quien permanece o quien se va.

Con base en lo anterior, en este estudio se reconoció mediante la metodología propuesta por Selener *et al.* (1997) la presencia de las instituciones y actores sociales que interactúan con la Junta Rural de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable, o mejor conocidos como los comités del servicio de agua, los cuales funcionan en las

comunidades rurales. En las comunidades urbanas, es la Regiduría de Hacienda y Patrimonio quien lleva a cabo la administración del agua con apoyo de otros servidores públicos, como se muestra en los diagramas 1, 2 y 3.

En el diagrama 1 se muestran las siguientes relaciones: la administración del servicio del agua potable en la cabecera municipal la realiza el gobierno municipal, a través de la representante de la Regiduría de Hacienda, ubicada en el departamento de la tesorería municipal. El Presidente Municipal tiene injerencia sobre todas las regidurías. Considerando que la Regiduría de Hacienda administra el servicio de agua potable, influye en las decisiones por tener voto de calidad.

La administración del agua da poder a la Regiduría de Hacienda, ya que controla el padrón de beneficiarios del servicio del agua potable y del predial. Esta herramienta sirve de control y sobre todo para realizar el cobro por el servicio otorgado. La persona que hace uso directo del padrón es la encargada del área de contabilidad.

La contraloría municipal también se ubica en el área de tesorería; sin embargo, su función no es tan directa con el manejo y administración del sistema de agua potable, no obstante, la Regiduría de Hacienda se apoya de esta área administrativa para solicitar recursos en caso de no poder costear los gastos atribuidos al servicio del agua potable.

Dos actores importantes en la administración del agua son el bombero, encargado de realizar la distribución del agua mediante un cronograma; y el fontanero encargado de reparar fugas y conexiones, y dar mantenimiento al equipo. Estos servidores públicos se relacionan de manera directa con la Regidora de Hacienda al ser los responsables directos de dar el servicio del agua a la comunidad. El bombero, el fontanero y la Regidora de Hacienda también se relacionan con el representante de la Regiduría de Obras Públicas para cualquier trabajo complementario al servicio del agua potable. La CONAGUA no se relaciona directamente con la Regidora de Hacienda ya que interactúa directamente con el Presidente Municipal.

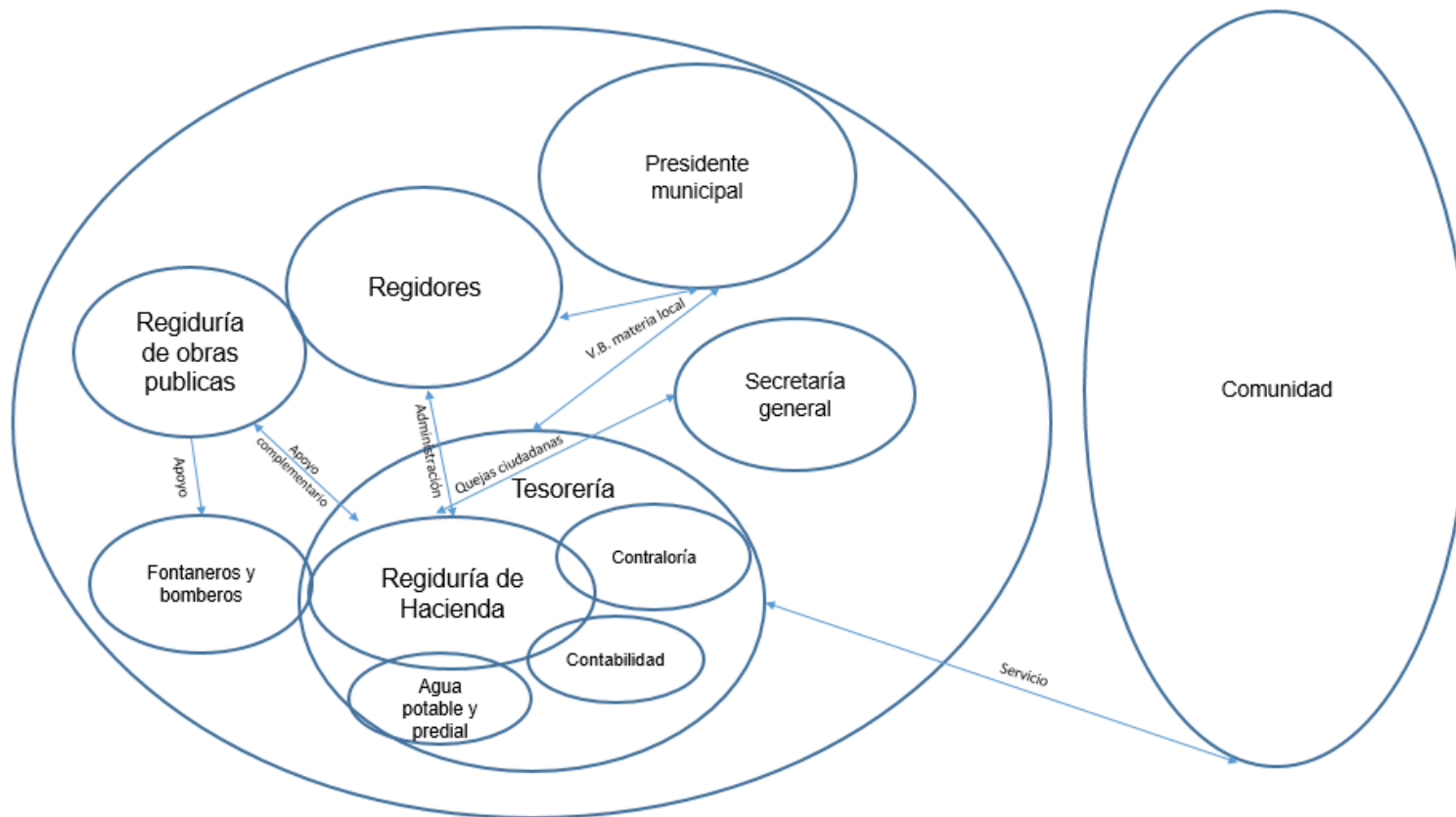


Diagrama 1. Representación de las relaciones entre los agentes sociales y la Regiduría de Hacienda en el servicio del sistema de agua potable de Tecali de Herrera, Puebla.

Fuente: Elaboración propia con información de los agentes sociales del sistema de agua potable del gobierno municipal de Tecali de Herrera, Puebla, aplicando la metodología de Selener, Endara y Carvajal, 1997.

En el diagrama 2 se muestra a la Junta Rural de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable (comité del servicio del agua) de la comunidad de Concepción Cuautla y su dependencia a las instituciones internas y externas al comité. La elección del comité del servicio del agua lo realizan los jefes de familia de la comunidad, en una asamblea general de pobladores. El comité desempeña el cargo por tres años.

Las relaciones entre los agentes sociales comunitarios, se da por medio del presidente auxiliar que, representando la administración del gobierno auxiliar, se relaciona directamente con el comité del servicio del agua, ya que los reconoce oficialmente y respalda frente a toda la comunidad. La autoridad auxiliar apoya al comité del agua, su autorización (mediante su firma) es indispensable para gestiones internas y externas.

Las instituciones sociales que tienen más peso con relación al comité del servicio del agua dentro de la comunidad, son: la familia, la educativa y la eclesiástica debido a que son beneficiarias del servicio y al mismo tiempo responsable del buen servicio.

La CONAGUA, como organismo administrativo es quien le otorga al municipio las concesiones de agua para uso público (incluyendo el uso doméstico). La administración del gobierno municipal se relaciona con el comité del servicio del agua de cada localidad y con la CONAGUA. Esta relación justifica el papel del municipio respecto a su responsabilidad de suministrar el agua para consumo humano, según el artículo 115° constitucional (Secretaría de Gobernación, 2014).

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) como empresa paraestatal, ofrece el servicio de suministro de energía eléctrica que hace posible extraer volúmenes de agua del pozo profundo y abastecer a la comunidad. Tanto la CONAGUA como la CFE son clasificadas en el mismo nivel de relaciones con el comité de agua.

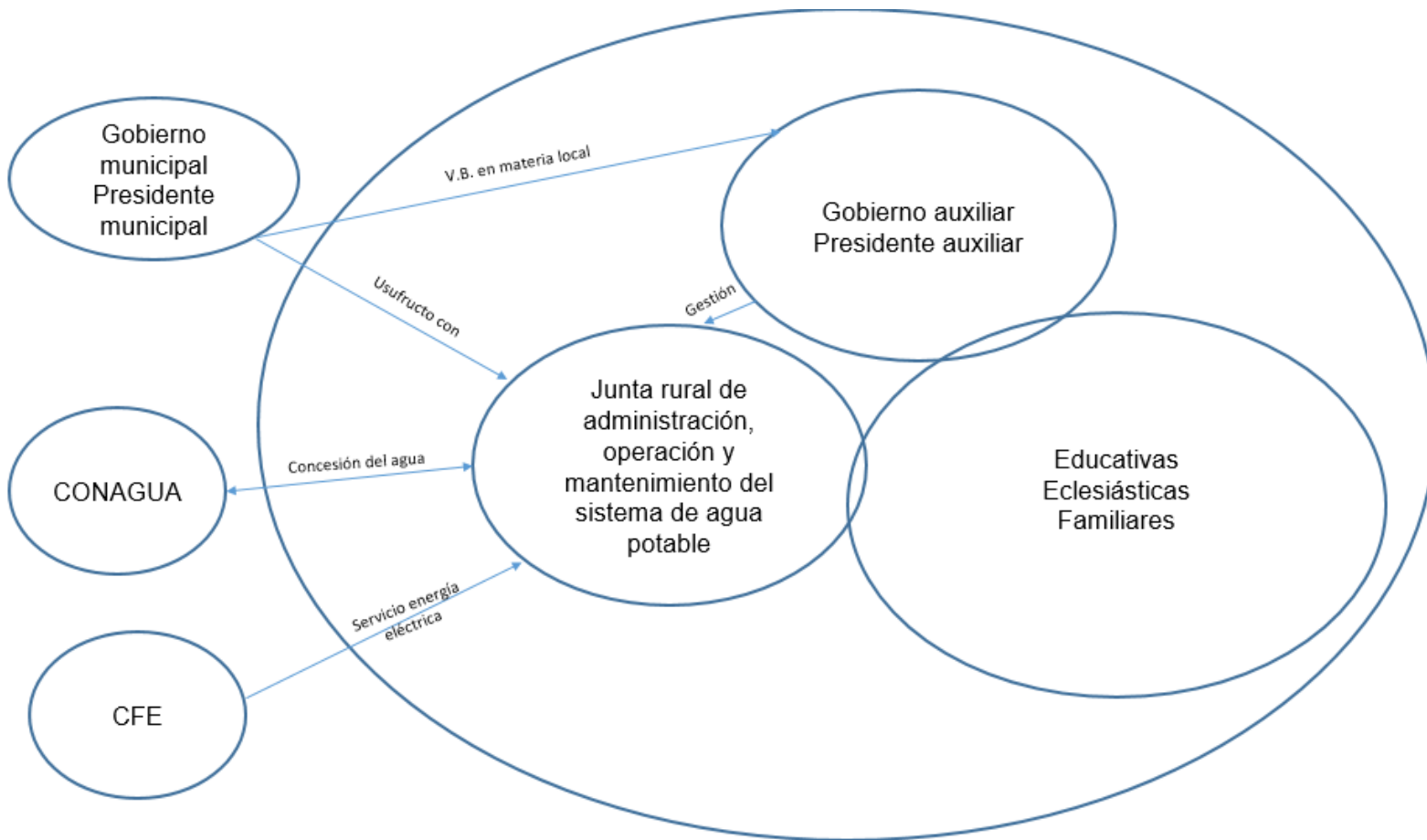


Diagrama 2. Representación de las relaciones de los agentes sociales respecto a la junta rural de administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la comunidad de Concepción Cuautla, municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Fuente: Elaboración propia con información de los agentes sociales del sistema de agua potable de la comunidad Concepción Cuautla, municipio de Tecali de Herrera, Puebla, aplicando la metodología de Selener, Endara y Carvajal, 1997.

El diagrama 3 refiere a la comunidad La Trinidad Tianguismanalco, respecto a la Junta Rural de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable (comité del servicio del agua), cuyo funcionamiento se debe a los acuerdos de la comunidad a través de la Asamblea General de pobladores, quien decide la integración del comité del servicio del agua, así como las responsabilidades y obligaciones que surjan respecto al servicio: pagos, faenas, participación, etc.

A nivel externo de la comunidad, el Presidente Municipal tiene más interacción con el comité de agua en comparación con el Presidente Auxiliar. El Presidente Municipal brinda apoyo a la comunidad mediante obras; además es un enlace directo con la CONAGUA encargada de otorgar la concesión para la extracción del agua y su uso público en la comunidad.

El Regidor de Salud municipal se relaciona con el comité del servicio del agua porque éste debe reportar a la Secretaría de Salud la aplicación y medición del clorado del agua que se distribuye en los hogares.

La información anterior muestra que en las comunidades de Concepción Cuautla y en La Trinidad Tianguismanalco consideradas rurales, existe mayor participación ciudadana en comparación a la cabecera municipal (urbana). La percepción de las familias de la zona urbana sobre el mal servicio de agua, se debe a que el municipio no toma en cuenta la participación de la población. Sin embargo, en las comunidades rurales los ciudadanos desempeñan cargos comunitarios por voluntad y por acuerdo de la comunidad quien respalda su actividad. La persona que asume un cargo público se le confía una responsabilidad concreta, por lo que debe cumplirla sin ningún apoyo económico, por tratarse de una labor comunitaria o servicio social que fortalece la cohesión social; en contraste de la administración del gobierno municipal, todos los funcionarios y servidores públicos perciben remuneración por su servicio y se guían del marco legal-administrativo instituido por el gobierno local.

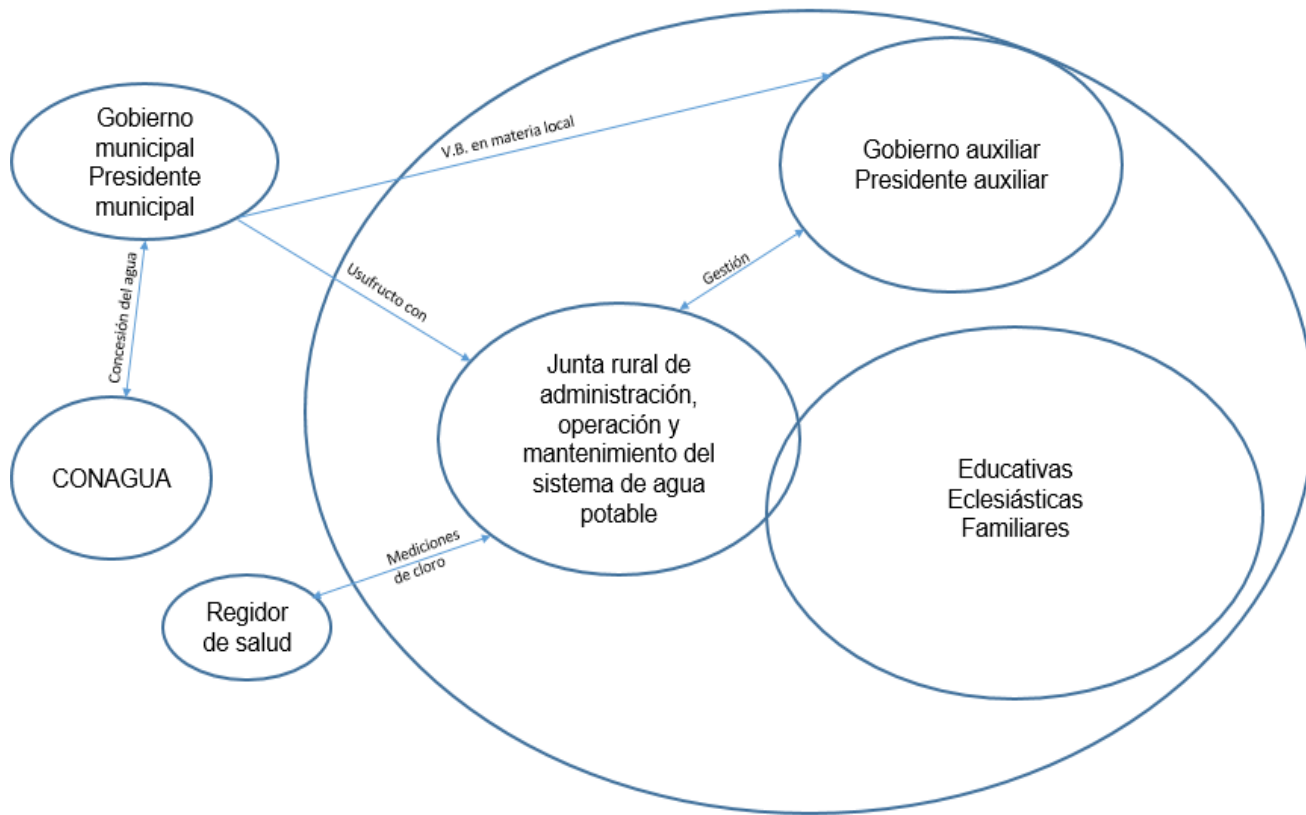


Diagrama 3. Representación de las relaciones de los agentes sociales respecto a la junta rural de administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la comunidad de La Trinidad Tianguismanalco, municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Fuente: Elaboración propia con información de los agentes sociales del sistema de agua potable de la comunidad La Trinidad Tianguismanalco, municipio de Tecali de Herrera, Puebla, aplicando la metodología de Selener, Endara y Carvajal, 1997.

Principios de diseño que caracterizan a las instituciones de larga duración de los RUC propuestas por Ostrom

El recurso de uso común (RUC) es un sistema de recursos naturales o hechos por el hombre, que son apropiados por individuos o grupos de individuos que sustraen unidades de recurso para su uso y consumo (Ostrom, 2000, p. 66-67). La misma autora señala ocho principios de diseño que caracterizan a las instituciones de larga duración de los RUC (Ostrom, 2000, p. 148).

Aplicando los principios propuestos por Ostrom (2000, p. 148-163) a las comunidades rurales y urbanas estudiadas respecto a la organización de las instituciones sociales para el manejo del agua, se encontró lo siguiente:

1. Límites claramente definidos. En una organización deben estar bien definidos quiénes son los individuos o familias con derechos para extraer unidades de recurso del RUC, así como los límites del propio RUC. En las comunidades rurales, el Comité de Agua y las comunidades reconocen a través de un padrón de usuarios quiénes tienen derecho al agua, las fuentes y el tiempo (tandeo) que deben recibir el agua, así como las fuentes que les corresponden. Concepción Cuautla reconoce que tiene que compartir el servicio del agua con el rancho Mixcuautila, mientras que en La Trinidad Tianguismanalco el recurso es sólo para las familias de la comunidad. Este reconocimiento permite extraer unidades de RUC en forma no destructiva porque es un recurso de uso común. Para las comunidades urbanas no obstante al control oficial (municipio), las familias reconocen sus fuentes de agua y el derecho que tienen las comunidades de Santiagotzingo y La Magdalena Cuaxixtla sobre el agua que tiene que compartir la cabecera municipal de Tecali de Herrera. Tanto en las comunidades rurales como en la urbana, se reconocen a los apropiadores locales.

2. Coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales.

“Las reglas de apropiación que restringen el tiempo, el lugar, la tecnología, la cantidad de unidades de recurso se relacionan con las condiciones locales y con las reglas de provisión que exigen trabajo, material y dinero o ambos”.

Las comunidades rurales han desarrollado un sistema de acuerdos referentes al manejo del agua como resultado de sus necesidades y condiciones locales. Los acuerdos se toman en asambleas generales comunitarias y se registran en actas para el seguimiento de acuerdos. Las comunidades rurales suelen regirse por usos y costumbres, y cada comunidad posee particularidades. Llegan a acuerdos sobre cobros, cuotas o sanciones, horarios de oficina para atención de los ciudadanos, etc. Los acuerdos aceptados se aplican a todos los ciudadanos sin distinción alguna. La persona que viole algún acuerdo es sancionada en función a la falta cometida.

En las comunidades urbanas, el marco legal que refiere el servicio del agua para abastecimiento público se encuentra descrito en la Ley de Ingresos para el municipio de Tecali de Herrera, ejercicio fiscal 2017. En este se menciona en el Capítulo III de los derechos por los servicios de agua y drenaje (Artículo 16°), los derechos por los servicios de agua y drenaje, se causarán y pagarán conforme a cuotas. Asimismo, las causas que ameriten la suspensión del servicio de agua (Gobierno del Estado de Puebla, 2018).

En este decreto también se hace hincapié que el municipio deberá someter a la aprobación del Cabildo, los procedimientos, cuotas y tarifas necesarias para la operación del sistema de suministro y consumo de agua, para después rendir la cuenta pública en el que se informará las cantidades percibidas por estos conceptos.

Asimismo, el Plan de Desarrollo Municipal de Tecali de Herrera, Puebla 2014-2018 (Gobierno del Estado de Puebla, 2015) en su Tercer eje estratégico, gobierno responsable en la aplicación de recursos, señala “crear e implementar procesos administrativos eficientes y eficaces para mejorar las funciones y actividades dentro de nuestros departamentos, brindar los servicios públicos municipales con calidez y calidad: el servicio de agua potable, drenaje, etc.” Es importante señalar que todas decisiones y acuerdos impuestos a la comunidad surgen desde los representantes del gobierno municipal mediante las reuniones de Cabildo ordinarias o extraordinarias según sea el caso; es decir, no participan los ciudadanos usuarios del agua.

3. Arreglos de elección colectiva. “La mayoría de los individuos afectados por las reglas operativas pueden participar en su modificación”.

En las comunidades rurales, los ciudadanos tienen autoridad para modificar, mejorar o eliminar algún acuerdo establecido por la comunidad para adecuarla al contexto local, siempre y cuando haya sido acordado por la mayoría de ciudadanos en las asambleas generales comunitarias y aprobado por todas las personas están obligadas a cumplir dichas disposiciones.

Como ejemplo se menciona el pago por el servicio del agua de abastecimiento público; la población establece la cantidad a pagar considerando no comprometer el servicio, ni la economía familiar. En Concepción Cuautla se cobran \$80.00 mensualmente, mientras que en la comunidad La Trinidad Tianguismanalco, es de \$60.00 mensuales.

En cambio, en las comunidades urbanas, los ciudadanos acatan las disposiciones que emanan del gobierno municipal. En muchas ocasiones hasta desconocen la cuota mensual por el servicio del agua de abastecimiento público; reportan costos entre \$45.00 a \$200.00 mensuales. Mientras que en tesorería se está cobrando \$63.00 al mes.

4. Supervisión. “Los supervisores que vigilan de manera activa las condiciones de los RUC y el comportamiento de los apropiadores o son responsables ante ellos o bien son apropiadores”.

En las comunidades rurales, los integrantes del comité del agua son los responsables inmediatos de la supervisión en cada área del manejo del agua. Dentro de las funciones del comité está supervisar el servicio, revisar el funcionamiento de tuberías de la red de distribución del agua, llaves de paso, válvulas, tomas de agua, realizar el cobro por el servicio, autorizar la conexión al sistema de agua, etc. A pesar de que el comité es el responsable inmediato, está bajo la supervisión de la comunidad. Cada determinado tiempo el comité de agua informa a la población en una asamblea general las actividades realizadas

y el pueblo aprueba o desaprueba las actividades realizadas. Es decir, en el momento la población evalúa el trabajo del comité que dura en funciones tres años.

Por otro lado, cada integrante de la población está pendiente del buen funcionamiento del servicio de agua. Por ejemplo, al presentarse alguna fuga de agua los ciudadanos tienen la responsabilidad de informar al comité del agua para que se repare el daño.

En las comunidades urbanas, los responsables de vigilar el manejo del agua son los integrantes del área de Hacienda y Patrimonio, en coordinación con los integrantes del Cabildo. Si bien los ciudadanos evalúan un mal servicio, no está en sus manos la solución.

5. Sanciones graduadas. “Los apropiadores que violan las reglas operativas reciben sanciones graduadas dependiendo de la gravedad y del contexto de la infracción por parte de otros apropiadores, funcionarios correspondientes o de ambos”.

En las comunidades rurales la violación de alguna regla cometida en la comunidad tiene consecuencias; cada comunidad sanciona de diferente forma. Por ejemplo, en la comunidad de Concepción Cuautla al no efectuar el pago del servicio del agua después de meses, se suspende el servicio. El comité del agua acompañado de la comandancia auxiliar con autorización del presidente auxiliar, acuden al domicilio y clausuran la toma de agua pública, hasta que la persona en fallo realice el pago. Este mecanismo de sanción se repite en la comunidad La Trinidad Tianguismanalco; la diferencia es que en esta comunidad si la persona suele ser morosa y no cumple con sus responsabilidades como usuario, es candidato a formar parte del comité del agua. Aquí se pone en juicio el papel del ciudadano con la comunidad.

Sin embargo, en las comunidades urbanas, resulta difícil implementar alguna sanción, ya que son muchas las familias que no pagan el servicio de agua y son pocas las familias que se encuentran al corriente con los pagos; por lo que, si se implementara el castigo a nivel comunitario, se perjudicaría a los ciudadanos responsables y sufrirían la falta de agua sin merecer el castigo. Según los datos encontrados en esta investigación, aproximadamente el

50% de las familias no realiza el pago. Este fenómeno es contrario a lo planteado por Levi (1988, citado por Ostrom, 2000) al referirse al término “conformidad-cuasi voluntaria” en el que voluntariamente los individuos cumplen.

6. Mecanismos para la resolución de conflictos. “Los apropiadores y sus autoridades tienen un acceso rápido a instancias locales para resolver a bajo costo los conflictos entre los apropiadores, o entre éstos y los funcionarios”.

En las comunidades rurales los apropiadores mismos son los supervisores y los sancionadores. En el caso de la comunidad Concepción Cuautla, al presentarse algún problema en torno al servicio del agua los principales responsables en solucionarlo son los integrantes del comité del agua y el involucrado; en caso de que el problema sea mayor (dependiendo el grado del conflicto) intervienen el Presidente Auxiliar, el Juez de Paz, el Agente Subalterno y la Comandancia Auxiliar. Cuando el conflicto no se soluciona con las autoridades anteriores, se cita a una asamblea general comunitaria para llegar a un acuerdo. En la comunidad La Trinidad Tianguismanalco la autoridad del comité del agua es muy rigurosa y exigente en sus funciones, justifican que nadie más que ellos son los responsables de dar solución a los problemas que se presenten en torno al servicio del agua.

En las comunidades urbanas el proceso para la solución del conflicto corresponde a las autoridades municipales. Por medio de comunicados escritos se avisa a quien infringió las reglas. Por ejemplo, cuando no se ha realizado el pago por el servicio del agua se envía un aviso a las personas correspondientes sobre la suspensión del mismo en caso de no efectuar el pago. Sin embargo, al tratarse de funcionarios públicos externos no siempre resuelve el conflicto, ya que en algunos casos los ciudadanos infractores reciben con amenazas y con armas a las autoridades.

7. Reconocimiento mínimo de derechos de organización. “Los derechos de los apropiadores a construir sus propias instituciones no son cuestionados por autoridades gubernamentales externas”.

En las comunidades rurales son los apropiadores quienes formulan sus leyes internas mediante usos y costumbres, por lo que deben cumplirlas. Ninguna autoridad externa tiene la atribución de modificar o invalidar los acuerdos comunitarios. Sin embargo, estos acuerdos solo son válidos al interior de la comunidad, ya que todo documento aprobado por la comunidad al usarse fuera de ésta, debe estar sustentado en la legislación vigente correspondiente al orden de gobierno.

La situación es diferente en la organización de las comunidades urbanas; el gobierno municipal se rige por una estructura administrativa, leyes y reglamentos aprobados por el Estado, mismos que aplica direccionalmente al servicio del agua.

CONCLUSIONES

Los hallazgos encontrados revelan que en las comunidades rurales la población participa de manera directa en la gestión del agua, lo que no sucede en las comunidades urbanas, debido a que en las primeras los apropiadores son supervisores del servicio de agua, mientras que en las comunidades urbanas en su mayoría pasan por desapercibido dicha situación, ya que al no ser los ciudadanos quienes manejen el agua no conocen el grado de disponibilidad del recurso de las principales fuentes de agua que abastecen a la comunidad.

En las comunidades rurales, la participación de la sociedad es mayor, ya que los comités del agua (Junta Rural de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable) están integrados por los ciudadanos, los cuales son elegidos por la misma comunidad. Una ventaja en este grado de organización social es que al trabajar para la propia comunidad se proporciona un mejor servicio.

En las comunidades urbanas el desempeño suele ser bajo no obstante el alto grado de inconformidad por el desabasto del agua en los hogares, ya que los ciudadanos no son incluidos en la toma de decisiones en este ámbito de gestión. Esto se debe a que en las comunidades urbanas el manejo y administración del agua se hace a través de la Regiduría

de Hacienda y la Regiduría de Obras Públicas, por lo que no existe la participación de la sociedad en la toma de decisiones referentes al manejo del agua en la cabecera municipal.

Se confirma que la gestión del agua realizada por las instituciones locales o autogobierno integradas por los propios habitantes de las comunidades rurales, tienen mayor fortaleza social en comparación de las gestionadas por el gobierno municipal. La gobernanza del agua por parte del gobierno municipal se fragmenta al ser administrada por diferentes instancias, por lo que cada quien tiende a gestionar la parte que le corresponde de acuerdo a sus intereses, alcances y reglamentación.

La gobernanza del agua como recurso de uso común en las comunidades rurales a pesar de ser compleja tiende a ser más viable y duradera. En ella influyen el contexto natural, la ideología de los grupos sociales y los intereses que se tienen en común en el territorio.

El marco regulatorio legislativo en las comunidades rurales y urbanas suele ser carente, por el desconocimiento sobre el tema del agua en torno a las políticas públicas, su alcance e implementación. El origen de este problema se presenta porque las administraciones estatales no han puesto interés en informar a nivel municipal y de las juntas auxiliares sobre los instrumentos legales en que se pueden guiar para gestionar sus recursos, sus espacios y los grupos sociales.

Finalmente, la gobernanza en la gestión del agua es mayor en las comunidades rurales, debido a sus particularidades culturales, basada en formas tradicionales con principios y valores propios para usar y conservar el agua de uso doméstico.

LITERATURA CITADA

BOTERO, C. C. (2012). Bienes comunes: Ostrom. *El espectador*. Recuperado de <https://www.elspectador.com/opinion/bienes-comunes-ostrom>

- CALDERA, O. A. R., Tagle, Z. D. y Escalante, R. B. P. (2016). El Derecho Humano al Agua en México. Un análisis desde la perspectiva de gobernanza y los proyectos políticos. *O Social em Questao*, 19(36), (149-176).
- CASTRO, J. E., Kloster, K. y Torregrosa, M. L. (2004). Ciudadanía y gobernabilidad en México: el caso de la conflictividad y la participación social en torno a la gestión del agua. En: Jiménez, B. y Marín, L. (eds.). *El agua en México vista desde la academia*. (pp. 339-370). México: Editorial Publisher. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/274019684_Ciudadania_y_gobernabilidad_en_Mexico_el_caso_de_la_conflictividad_y_la_participacion_social_en_torno_a_la_gestion_del_agua
- CASTRO, C. H. (2014). Economía social, valores y principios en la construcción de alternativas del desarrollo: El caso de la “Cooperativa Casa de Piedras”. Tesis (Maestría en desarrollo económico y cooperación internacional). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2015a). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero de Ixcaquixtla 2106, estado de Puebla. México: Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103304/DR_2106.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2015b). Actualización de la disponibilidad media anual de agua del acuífero de Valle de Tecamachalco 2101, estado de Puebla. México: Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103299/DR_2101.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2017). Num3ragua México 2017. Recuperado de http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/Numeragua_2017.pdf
- DOMÍNGUEZ, S. J. (2006). La gobernanza del agua en México y el reto de la adaptación en zonas urbanas: el caso de la ciudad de México. 237-296. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/299560277_La_gobernanza_del_agua_en_Mexico_y_el_reto_de_la_adaptacion_en_zonas_urbanas_el_caso_de_la_ciudad_de_Mexico

- DOMÍNGUEZ, S. J. (2010). El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local análisis en el estado de Veracruz. *Gestión y Política Pública*, 19(2), 311-350. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13315977004>
- GALINDO, E. y Palerm, J. (2016). J. Sistemas de agua potable rurales. Instituciones, organizaciones, gobierno, administración y legitimidad. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 7(2), 17-34.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA. (2015). Plan de desarrollo municipal de Tecali de Herrera, Puebla 2014-2018. Recuperado de: <http://ojp.puebla.gob.mx/index.php/zoo-items-landing/item/plan-de-desarrollo-municipal-2014-2018-de-tecali-de-herrera>
- GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA. (2018). Ley de ingresos del municipio de Tecali de Herrera, para el ejercicio fiscal 2019. Recuperado de: <http://ojp.puebla.gob.mx/index.php/zoo-items-landing/category/tecali-de-herrera?f=1>
- INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). (2010). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Puebla. Tecali de Herrera. México: Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21153a.html>, consultado el 23 de octubre de 2018.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tecali de Herrera, Puebla. Clave geoestadística 21153. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21153.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015). Panorama socioeconómico de Puebla 2015. Encuesta Intercensal 2015. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Recuperado de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/panorama/702825082314.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). Conjunto de datos vectoriales. Marco geoestadístico. Junio 2017.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2018). Buscador. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=Rural#tabMCcollapse-Indicadores>, consultado el 28 de noviembre de 2018.
- LARRUBIA, V. R. (1998). El espacio rural. Concepto y realidad geográfica. *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, 20: 77-95.
- ORTÚN, V. (1995). Gestión pública: conceptos y métodos. *Revista Asturiana de Economía*. (4), 179-93.
- OSTROM, E. (2000). El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- RAE (Real Academia Española). (2017). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=JHRSmFV>
- SALAS, B. C. (2010). Como entender el espacio rural, un escenario de expresión de la sociedad. *Boletín de Geografía*, (31-32), 27-41. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4298296>
- SANDOVAL, M. A. y Günther, M. (2013). La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: Otros acercamientos a la sustentabilidad. *Ra Ximhai*, 9(2), 165-179.
- SCHEJTMAN, A. y Berdegúe J, A. (2004). Desarrollo Territorial Rural. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Recuperado de: http://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1363093392schejtman_y_berdegue2004_desarrollo_territorial_rural_5_rimisp_CArduMen.pdf
- SECRETARIA DE GOBERNACIÓN. (2014). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Vigésima Primera Edición*. México, D. F.: Secretaría de Gobernación. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/constitucion/marzo_2014_constitucion.pdf
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). (2015). Catálogo de localidades. Municipio de Tecali de Herrera. México: Secretaría de Desarrollo Social. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=153>, consultado el 23 de octubre de 2018.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). (2017). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2017. Puebla, Tecali de Herrera (21153). México: Secretaría

de Desarrollo Social. Recuperado de http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Puebla_153.pdf, consultado el 20 de octubre de 2018.

SELENER, D., Endara, N. y Carvajal, J. (1997). *Guía práctica para el sondeo rural participativo*. Quito, Ecuador: Instituto Internacional de Reconstrucción Rural.

SHIVA, V. (2003). Las Guerras del agua. Privatización, contaminación y lucro. Recuperado de <http://xn--ensearlapatagonia-ixb.com.ar/sitio/wp-content/uploads/Las-guerras-del-agua.-Privatizaci%C3%B3n-consumo-y-lucro.pdf>

ZAPATA, E. (2002). Las mujeres y el poder. En: El Colegio de Michoacán IMTA (Ed.), *Agua, Cultura y Sociedad en México* (pp.202-207). Recuperado de http://www.pa.gob.mx/publica/rev_24/R_Agua.pdf

CAPÍTULO V. EL DERECHO HUMANO AL AGUA EN COMUNIDADES RURALES Y URBANAS DEL MUNICIPIO DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA

RESUMEN

Los seres humanos tienen derecho a un volumen apropiado de agua para una vida saludable. Sin embargo, actualmente 700 millones de personas sufren de escasez de agua por diferentes factores. El objetivo fue valorar el cumplimiento del derecho humano al agua en la población rural y urbana del municipio de Tecali de Herrera, Puebla, con base en los factores instituidos por las Naciones Unidas y las garantías establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Se seleccionaron dos juntas auxiliares (rurales) y la cabecera municipal (zona urbana). Se aplicó una encuesta a 83 familias de ambas zonas. Se analizaron 25 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para conocer la calidad del agua y ser comparados con la NOM-127-SSA1-1994. Se recolectaron y analizaron 48 muestras de agua de diferentes fuentes. Los resultados muestran que 41% de las familias de la zona rural y 18% de la zona urbana reciben volúmenes menores a los 50 litros por persona al día, cuando lo recomendado por la OMS es de 50 a 100 litros por persona al día. En calidad, de los 25 parámetros analizados 10 resultaron con índices superiores a los Límites Máximos Permisibles (LMP) de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994. El cloro libre residual resultó inferior en las muestras de ambas comunidades (rurales y urbanas). Los nitratos, el aluminio, el cadmio y el cinc se encontraron en concentraciones superiores a lo recomendado, mientras que el cobre, el manganeso y el plomo se encuentran en cantidades superiores en las fuentes de agua de comunidades rurales, e inferiores en las fuentes de agua de comunidades urbanas, pero muy cercanos a lo recomendado por la norma. El arsénico resultó en concentraciones muy altas (por arriba de 1000 mg/l) cuando una concentración aceptable es de 0.05 mg/l, presentando mayores concentraciones en las fuentes de agua de comunidades urbanas. En ambas fuentes se encontró la presencia de bacterias mesofílicas aerobias. En relación a la accesibilidad, no recorren más 1,000 metros, ni ocupan más de 30 minutos para el acarreo. En la zona rural, 10.52% y en el urbano, 42.10% de las familias superan más del 3% de su ingreso en gastos por agua. En la zona urbana el 4.5% de las familias no tiene cobertura de la red pública, mientras que el 100% de las familias rurales tienen cubierto el servicio. Las familias de la zona urbana reciben más educación ambiental, pero tienen menos conocimiento

de algún reglamento para la administración del agua. Se concluye que tanto las familias de la zona rural como de la zona urbana, no satisfacen sus necesidades básicas de agua de acuerdo al derecho humano al agua, establecido por las Naciones Unidas y las garantías instituidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, incumpléndose las garantías en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Palabras clave: Derecho humano al agua, agua de uso doméstico, agua potable, calidad del agua, comunidades rurales y urbanas

ABSTRACT

Humans have the right to an appropriate volume of water for a healthy life. However, currently 700 million people suffer from water shortages due to different factors. The objective was to assess the fulfillment of the human right to water in the rural and urban population of the municipality of Tecali de Herrera, Puebla, based on the factors established by the United Nations and the guarantees established in the Political Constitution of the United Mexican States. Two auxiliary boards (rural) and the municipal head (urban area) were selected. A survey was applied to 83 families from both areas. 25 physicochemical and microbiological parameters were analyzed to know the water quality and to be compared with the NOM-127-SSA1-1994. 48 water samples from different sources were collected and analyzed. The results show that 41% of the families of the rural area and 18% of the urban area receive volumes of less than 50 liters per person per day, when the WHO recommended 50 to 100 liters per person per day. In quality, of the 25 parameters analyzed, 10 resulted with higher indices than the Maximum Permissible Limits (LMP) according to NOM-127-SSA1-1994. The residual free chlorine was lower in the samples of both communities (rural and urban). Nitrates, aluminum, cadmium and zinc were found in concentrations higher than recommended, while copper, manganese and lead are found in higher amounts in rural communities' water sources, and lower in urban communities' water sources, but very close to what is recommended by the official norm. Arsenic resulted in very high concentrations (above 1000 mg/l) when the acceptable concentration is 0.05 mg/l, presenting higher concentrations in urban communities' water sources. In both sources the presence of aerobic

mesophilic bacteria was found. In relation to accessibility, they do not travel more than 1000 meters, nor consume more than 30 minutes for hauling. In the rural area, 10.52% and in the urban area, 42.10% of the families exceed more than 3% of their income in water expenses. In the urban area, 4.5% of families do not have public network coverage, while 100% of rural families have covered the service. The families of the urban area receive more environmental education, but less know any regulation for the water administration. It is concluded that the families of the rural area as well as the urban area, do not satisfy their basic water needs according to the human right to water, established by the United Nations and the guarantees established in the Political Constitution of the United Mexican States, non-compliance with guarantees in the municipality of Tecali de Herrera, Puebla.

Keywords: Human right to water, domestic water, drinking water, water quality, rural and urban communities.

INTRODUCCIÓN

El agua interviene en todos los ámbitos de la vida social y económica de un país, ya que influye decisivamente en la calidad de vida de la población, pues su escasez o mala calidad deriva en afectaciones a la salud y al bienestar (SEMARNAT y CONAGUA, 2017).

Para el año 2100, la ONU-DAES, 2017, citado en SEMARNAT y CONAGUA (2018, p. 202) estima que la población mundial será de aproximadamente 11,184 millones de habitantes. La mayor parte de esta población se concentrará en las zonas urbanas a diferencia de la población rural que se estabilizará o disminuirá. Crecerá la presión en las ciudades causando el agotamiento de los recursos hídricos disponibles; las ciudades tendrán que obtener agua a mayores distancias, extraerla de mayores profundidades, o depender de tecnologías avanzadas para la desalinización o reúso del agua (WWAP, 2015 citado en SEMARNAT y CONAGUA, 2018, p. 203).

A nivel mundial se estima un volumen existente de agua de 1,386 billones de hm^3 de los cuales el 97.5% es salada y el 2.5%, es decir, 35 billones de hm^3 , es agua dulce, de esta

cantidad casi el 70% no está disponible para consumo humano porque se encuentra en glaciares, y en forma de nieve y hielo. El agua considerada técnicamente disponible se encuentra distribuida en lagos, ríos, humedad del suelo y depósitos subterráneos relativamente poco profundos, cuya renovación se debe principalmente a la infiltración. Se estima que solamente el 0.77% se encuentra como agua dulce accesible al ser humano (SEMARNAT y CONAGUA, 2018, p. 206).

Respecto al agua renovable per cápita a nivel mundial, México ocupa el lugar 94 sobre 200 países, con un volumen de 3,656 m³/hab/año, el primer lugar le corresponde a Islandia con un volumen de 516,090 m³/hab/año (SEMARNAT y CONAGUA, 2018, p. 208).

Los datos indican que toda persona cuenta con agua para los diferentes usos; sin embargo, la realidad es otra, no todos los sectores poblacionales gozan del vital líquido, diversos factores provocan la escasez del agua, atribuida a la desigualdad y a la pobreza de la población, a la acumulación de poder de pocos, a la no disponibilidad física por su distribución de forma irregular, al desperdicio, a la contaminación y a su gestión de forma insostenible (PNUD, 2006, p. 2).

En respuesta a la necesidad de abastecer a cerca de 1,000 millones de personas que carecen de agua potable en el planeta y a más de 2,600 millones de personas que no tienen saneamiento básico, aspectos primordiales para el disfrute de una vida digna estrechamente relacionados con otros derechos fundamentales como el derecho a la salud, la alimentación y la vivienda (Domínguez y Arriaga, 2015, citado en Aguilar *et al.*, 2015), en el 2002 con la Observación General Número 15 del Pacto Internacional de los Derechos Económicos Sociales y Culturales (PIDESC), se definió el Derecho Humano al Agua (DHA) de la siguiente forma “El DHA implica el derecho de todas las personas a contar con agua suficiente, segura, de calidad aceptable y accesible tanto en precio como físicamente, para usos personales y domésticos” (Naciones Unidas, 2002).

El 28 de julio de 2010, a través de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el Derecho Humano al Agua (DHA) y al saneamiento,

reafirmando que el agua potable limpia y el saneamiento, son esenciales para la realización de todas las actividades humanas (Naciones Unidas, 2010).

Naciones Unidas (2002) en la observación número 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, establece los factores fundamentales para el ejercicio del DHA, los cuales son: la disponibilidad, la calidad, la accesibilidad (accesibilidad física, accesibilidad económica, no discriminación, acceso a la información). Estos factores pueden variar en función de distintas condiciones, sin embargo, se aplican en cualquier circunstancia.

Con lo anterior, se exhortó a los Estados Nacionales a propiciar agua y saneamiento saludable, limpio, accesible y asequible para todos (García y Vázquez, 2017).

En México, el DHA se incorporó a la constitución mexicana en el año 2012 en su artículo 4° en el que se describe lo siguiente (Secretaría de Gobernación, 2014): “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, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines”.

Particularmente, el artículo 27° trata sobre la propiedad nacional de las aguas y el artículo 115°, estipula la responsabilidad municipal de los servicios referentes al agua (Secretaría de Gobernación, 2014). El principal marco de referencia legislativo que emana del artículo 27° constitucional, relativo al uso y aprovechamiento del agua y sus bienes es la Ley de Aguas Nacionales (LAN, 2016). La CONAGUA es la encargada de la política hídrica en México.

En relación a los usos del agua en México, los volúmenes de aguas nacionales concesionados o asignados a los usuarios inscritos en el Registro Público de Derechos del Agua (Repda) se le otorgan con mayor prioridad al uso agrícola, con el 76.0% del volumen concesionado para uso consuntivo, el uso agrupado abastecimiento público del cual el tipo de fuente

predominante es la subterránea, con el 58.4% del volumen (SEMARNAT y CONAGUA, 2018, p. 76). De acuerdo a datos del 2015, la cobertura nacional de agua entubada en la vivienda o predio era de 94.4%, 97.2% urbana y 85.0% rural, es decir, la población urbana contaba con una cobertura más elevada que el ámbito rural (SEMARNAT y CONAGUA, 2018, p.113). Aún con estos datos, no es posible afirmar que toda la población tenga acceso o disponibilidad del agua para uso doméstico. Algunos grupos de personas tienen dificultades particularmente para ejercer su derecho al agua, debido a la discriminación, a la estigmatización, o a ambos factores a la vez. A fin de proteger eficazmente el derecho humano al agua, es necesario prestar atención a la situación concreta de las personas y los grupos, especialmente de los más vulnerables. La mayoría de los que no tienen acceso a agua potable y saneamiento son personas pobres de zonas tanto urbanas como rurales. Los pobres no sólo tienen menos probabilidades de disponer de agua potable y saneamiento, también tienen menos capacidad para hacer frente a los efectos de su privación. Los pobres de las zonas rurales representan la mayoría de la población que carece de agua potable y saneamiento (Naciones Unidas, 2018, p. 20).

El problema se torna más grave en zonas semiáridas, donde las lluvias son más erráticas y las fuentes de agua más escasas. En México los ecosistemas áridos y semiáridos abarcan 56.92 millones de hectáreas forestales de las 138 millones que tiene el país, de los cuales el estado de Puebla es el que posee más municipios áridos, seguido de Oaxaca y Sonora (CONAFOR, 2018).

Así, el presente estudio tiene el objetivo de valorar el cumplimiento del derecho humano al agua en la población rural y urbana del municipio de Tecali de Herrera, Puebla, con base en los factores instituidos por las Naciones Unidas y las garantías establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Se planteó como hipótesis que las familias de la zona rural como de la zona urbana, no satisfacen sus necesidades básicas de agua de acuerdo al derecho humano al agua, instituido por las Naciones Unidas y las garantías establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, incumplándose así las garantías en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla. Se seleccionaron las juntas auxiliares Concepción Cuautla y La Trinidad Tianguismanalco, y la cabecera municipal Tecali de Herrera. El municipio de Tecali de Herrera, se encuentra a una altitud entre 1,949 y 2,220 msnm. Las temperaturas varían de 15°C a 17 °C, la precipitación es entre 600 mm a 800 mm, con clima templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2009).

Parte del municipio de Tecali de Herrera se encuentra localizado al norte del acuífero Ixcaquixtla (2016) y de manera parcial sobre el acuífero Valle de Tecamachalco (2101) (CONAGUA 2015a; CONAGUA 2015b). El acuífero del Valle de Tecamachalco se localiza en la porción central del estado de Puebla, su extensión superficial es de 3,600 kilómetros cuadrados (km²). Colinda con: la Sierra de Soltepec al noreste; el volcán de La Malinche al norte; la Sierra de Zapotitlan al sur y suroeste y la sierra del Tenzo al oeste (CONAGUA, 2015a, p. 3).

Las corrientes principales que atraviesan el municipio de Tecali de Herrera, son: el río Atoyac que desde la presa Manual Ávila Camacho presenta un rumbo noroeste-sureste (NW-SE), hasta Molcaxac donde cambia su dirección hacia el noreste, a la altura del poblado de Tepeaca, sobre su margen izquierdo recibe aportaciones de varios escurrimientos provenientes del norte y que se originaron desde la Sierra de Soltepec (SEMARNAT, 2009, p. 19).

Las condiciones que prevalecen en el acuífero Valle de Tecamachalco manifiestan un déficit en la precipitación pluvial durante la mayor parte del año, de manera que el desarrollo de la agricultura requiere necesariamente de agua para el riego de los cultivos, siendo las únicas fuentes de abastecimiento para este propósito, el almacenamiento de agua superficial de la presa Manual Ávila Camacho y el agua subterránea regional (CONAGUA, 2015a, p. 3).

Respecto al volumen anual de extracción de agua del acuífero Valle de Tecamachalco (2101) se cuenta con un déficit de -49.102251 millones de metros cúbicos anuales, lo que indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Tecamachalco (CONAGUA, 2015a, p.2).

En relación al acuífero de Ixcaquixtla (2106) según el decreto de Veda, la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros (CONAGUA, 2015b).

Técnicas de investigación

Se aplicó una encuesta a los jefes y jefas de familia de los hogares que se encuentran inscritos en el padrón de contratos del servicio de agua potable de la junta auxiliar de Concepción Cuautla y de La Trinidad Tianguismanalco, así como de la cabecera municipal. El tamaño de muestra se obtuvo mediante un muestreo estratificado aleatorio de distribución proporcional, donde la confiabilidad fue del 95%, una varianza del 0.5 y una precisión del 15%, resultando un total de 83 hogares. La muestra se distribuyó de la siguiente forma: 44 hogares de la cabecera municipal, 21 hogares de la junta auxiliar de Concepción Cuautla y 18 hogares de la junta auxiliar de La Trinidad Tianguismanalco. Los datos recabados con la encuesta refieren aspectos generales de la familia, el abastecimiento del agua domiciliaria en el hogar, el volumen de agua per cápita obtenida del sistema de distribución de agua y la percepción que se tiene sobre la calidad del agua respecto a sus características físicas.

Otra técnica de investigación cuantitativa fue el análisis de calidad del agua de uso doméstico, con el fin de determinar la calidad del agua para consumo humano de acuerdo a los parámetros de la NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano (límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización).” (Secretaría de Salud, 2000). La toma de muestras y protocolos para determinar cada parámetro normado se hizo de acuerdo a lo establecido por las normas mexicanas NMX-AA en materia de agua. Las concentraciones obtenidas en cada determinación se comparan con los límites máximos permisibles de la NOM-127-SSA1-

1994, para evaluar la existencia de contaminación o en su caso la conveniencia del uso del agua para consumo humano y doméstico en cada localidad. Se realizaron determinaciones *IN SITU* y en el laboratorio.

Se recolectaron 48 muestras de agua en 12 sitios de muestreos (figura 5) de la zona del estudio 16 en cada comunidad (Concepción Cuautla, La Trinidad Tianguismanalco y la cabecera municipal) para la determinación de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos.

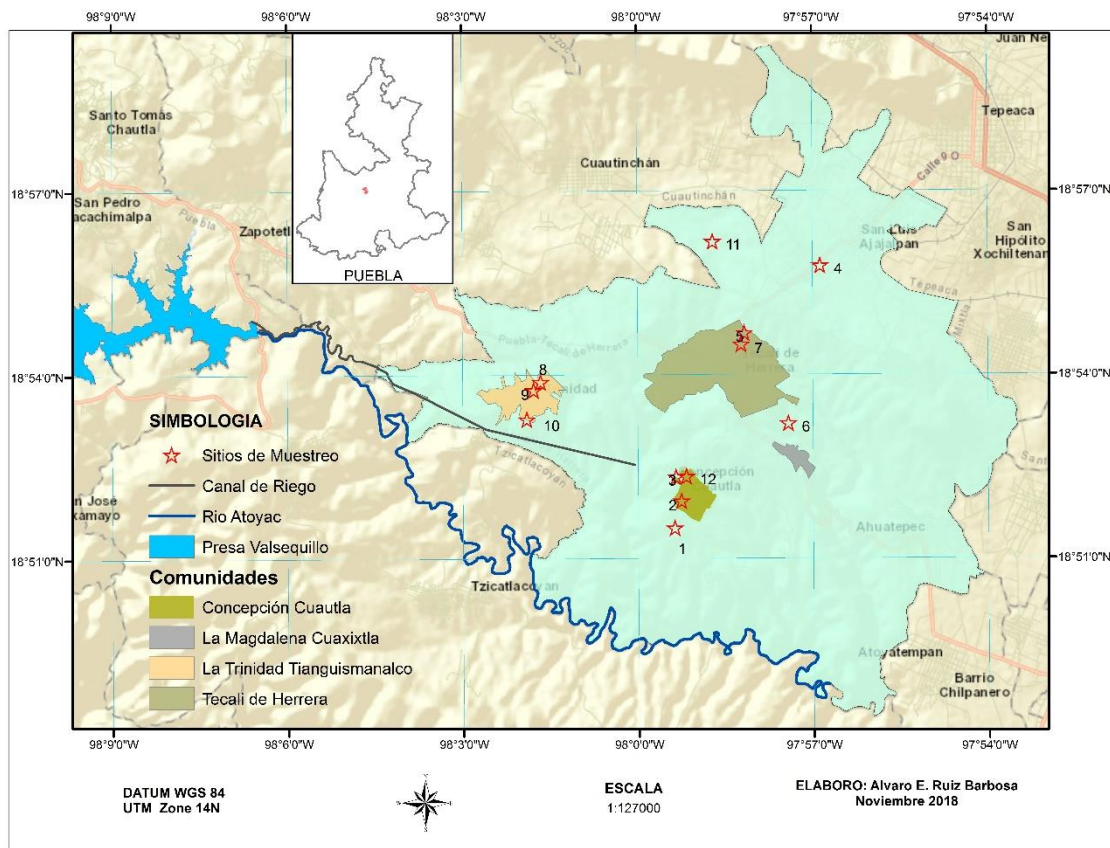


Figura 5. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de agua en el municipio Tecali de Herrera, Puebla.

Fuente: Elaboración de Ruiz Barbosa, Á. E., 2018, con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017). Conjunto de datos vectoriales. Marco geoestadístico. Junio 2017.

Los datos se analizaron utilizando el programa Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 25 y Microsoft® Excel. Se realizó un análisis comparativo entre las comunidades

rurales y la urbana. Se realizaron pruebas de medidas de tendencia central, y se aplicó la prueba de Mann-Whitney para variables paramétricas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en la observación número 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, establece los factores fundamentales para el ejercicio del DHA: la disponibilidad, la calidad, la accesibilidad (accesibilidad física, accesibilidad económica, no discriminación, acceso a la información) Naciones Unidas (2002). En el cuadro 11 se presentan agrupados los resultados de la evaluación de las comunidades rurales y urbana del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Cuadro 11. Resultados referentes al DHA de las comunidades rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Factor de DHA	Indicador	Comunidades rurales	Comunidades urbanas
Disponibilidad	% de familias que reciben volúmenes inferiores a 50 l/p/d (Recomendación: Volumen 50 y 100 l/p/d)	41	18
	% de familias que consideran que el agua es suficientes y continua	61.54	40.91
Calidad (NOM-127-SSA1-1994)			
Características organolépticas	Color, olor y sabor aceptables	53.85%	59.09%
Características químicas	LMP mg/l		
Cl ₂ (Cloro libre residual)	0.2-1.50	0.19	0.17
NO ₃ ⁻ (Nitratos)	10	17.55	16.03
Aluminio	0.2	82.48	10.48
Cadmio	0.005	1.26	0.93
Cobre	2	12.99	0.90
Manganeso	0.15	8.36	0.00

Plomo	0.01	36.48	0.00
Cinc	5	78.32	22.48
Arsénico	0.05	1037.62	1515.38
Características microbiológicas	LMP Ausente		
Bacterias Mesofílicas Aerobias	Ausente	55	79.25
Accesibilidad			
Accesibilidad física	% de familias que recorren <1,000 m y <30 min	100%	100%
Accesibilidad económica	% de familias que pagan más del 3% del ingreso familiar por el costo del agua	10.52%	42.10%
No discriminación	% de familias sin cobertura al agua de la red pública	0.0%	4.5%
Acceso a la información	Solicitar, recibir y difundir información		
	i) % de familias que reciben información sobre educación ambiental	5.13%	13.64%
	ii) % de familias que conocen algún reglamento	17.95%	6.82%

Fuente: Elaboración propia con información de campo y los resultados de análisis de la calidad del agua con base a la NOM-127-SSA1-1994.

Disponibilidad

El abastecimiento de agua de cada persona debe ser continuo y suficiente para los usos personales y domésticos. Esos usos comprenden normalmente el consumo, el saneamiento, la colada, la preparación de alimentos y la higiene personal y doméstica (Naciones Unidas, 2002).

La cantidad de agua disponible para cada persona de acuerdo a las directrices de la OMS establece un volumen entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para cubrir las necesidades más básicas (WHO, 2003). Los resultados muestran que el 41% de la población

rural y el 18% urbana, reciben volúmenes de agua inferiores (< 50 l/d) a lo establecido por la OMS, incumpléndose este factor del derecho humano al agua (Figura 6). Al aplicar la prueba de Mann-Whitney para variables paramétricas, se confirma que existen diferencias significativas ($0.035 < 0.05$) con el valor aceptado por este organismo internacional respecto al volumen de agua per cápita.

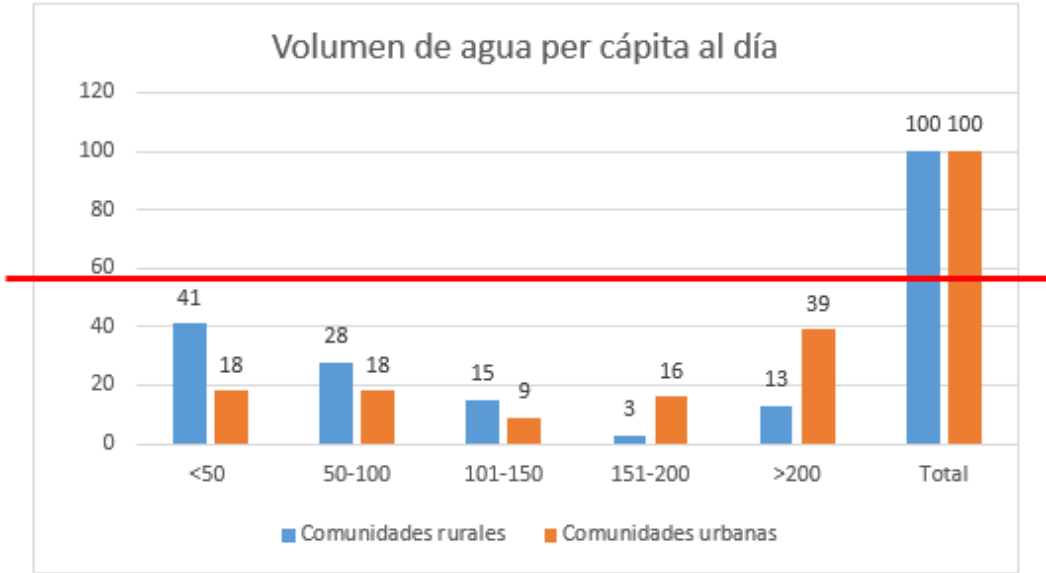


Figura 6. Volumen de agua per cápita al día disponible por familias rurales y urbanas del municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Según la percepción, el 61.54% de las familias del medio rural considera que el agua recibida de la red pública es suficiente para sus actividades domésticas, pero el agua no es de calidad para su consumo directo, sin tratamiento previo. Para satisfacer las necesidades de agua las familias han implementado diferentes estrategias de acceso y acarreo, como acarrearla a pie, en burro y en camioneta, y comprar agua de camión cisterna o comprar agua de garrafón. Por otro lado, el 40.91% de las familias de la zona urbana menciona que el agua es suficiente para el uso doméstico.

El agua potable debería ser apta para el consumo humano y la preparación de alimentos; sin embargo, las familias del municipio, consideran que el agua de abastecimiento público no es apta para este fin, por lo que para satisfacer esta necesidad básica recurren a la compra del agua de garrafón. El 38.46% de las familias rurales y el 43.18% de las familias urbanas la

utilizan para la preparación de sus alimentos y para beber, y el 15.38% de las familias rurales y el 13.64% de las familias urbanas la utilizan solo para beber.

Los datos anteriores muestran que el factor disponibilidad de agua no se cumple en las comunidades estudiadas. Existe un déficit de agua, tanto para usos personales, como domésticos.

Calidad

El agua para uso personal o doméstico debe ser salubre, y estar libre de microorganismos o sustancias químicas o radiactivas que amenacen la salud de las personas, y debe tener un color, un olor y un sabor admisibles (Naciones Unidas, 2002). El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor (Secretaría de Salud, 2000).

Para este estudio se consideró el agua para uso y consumo humano. El agua utilizada para cubrir las necesidades domésticas y de consumo humano proviene exclusivamente de diversas fuentes de agua (subterráneas y superficiales) sin el conocimiento sobre la calidad para su uso. Los resultados del estudio realizado en la cabecera municipal y dos Juntas Auxiliares del municipio de Tecali de Herrera, Puebla, muestran lo siguiente:

Calidad organoléptica del agua

El 53.85% de las familias rurales y el 59.09% de las familias urbanas perciben que el agua de agua de la llave es de buena calidad, pero no siempre es apta para consumo.

Calidad del agua de abastecimiento público bajo las especificaciones de la NOM-127-SSA1-1994

La determinación de la calidad del agua respecto a lo recomendado por la norma de referencia y los valores de las concentraciones reportadas en el cuadro 12, mostraron que de 25 parámetros analizados 10 de ellos rebasan los Límites Máximos Permisibles (LMP).

Cuadro 12. Resultados de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos determinados en las muestras de agua.

Parámetros Fisicoquímicos y microbiológicos Características químicas	Indicador	Comunidades rurales	Comunidades urbanas	Daños a la salud / importancia en la calidad del agua
T °C	NN	21.18	22.28	Aceptabilidad del agua ya que aumenta los problemas de sabor, olor, color y corrosión (OMS, 2006).
CE µS	NN	1050.75	1022.00	Capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica SEMARNAT y CONAGUA, s.f. p. 44).
pH	6.5-8.5	6.68	6.60	Parámetro operativo de la calidad del agua, no afecta directamente a los consumidores (OMS, 2006).
SDT	LMP mg/l 1000	mg/l 668.25	mg/l 648.50	Palatabilidad del agua (OMS, 2006).
Cl ⁻ (cloruros)	250	57.67	46.71	Aceptabilidad del agua, altas concentraciones de cloruro confieren un sabor salado al agua. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud (OMS, 2003c).
DT como CaCO ₃	500	119.14	110.34	Interviene en la dureza del agua y por consiguiente en su aceptación por parte del público. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud (OMS, 2006).
DCa ²⁺ como CaCO ₃	NN	72.36	25.86	
DMg ²⁺ como CaCO ₃	NN	46.78	84.48	
SO ₄ ²⁻ (sulfatos)	400	67.25	87.25	Efectos gastrointestinales (OMS, 2006). El valor de referencia está basado en consideraciones gustativas (OMS, 2006).

S ²⁻ (sulfuros)	NN	1258.52	969.32	Aceptabilidad del agua de consumo. El sulfuro de hidrógeno es un gas con un olor desagradable característico a «huevos podridos» (OMS, 2006).
CN	0.07	0.01	0.01	Daños al sistema nervioso dependiendo la dosis de exposición. Se presentan efectos neurotóxicos graves y mortales (Ramírez, 2010).
F ⁻ (Fluoruros)	1.5	0.13	0.17	Afecta principalmente a los tejidos óseos (huesos y dientes). El principal riesgo es la metahemoglobina, esta enfermedad produce cianosis y, en concentraciones más altas asfixia (OMS, 2006).
NO ²⁻ (Nitritos)	1	0.06	0.05	
Cl ₂ (Cloro libre residual)	0.2-1.50	0.19	0.17	Se establece un valor para el contenido de cloro residual libre no como un límite máximo, sino como la cantidad mínima que debe haber en el agua de distribución para asegurar que durante su transporte del sitio de potabilización al usuario no haya contaminación por patógenos (OMS, 2006).
NO ₃ ⁻ (Nitratos)	10	17.55	16.03	El principal riesgo es la metahemoglobina, esta enfermedad produce cianosis y, en concentraciones más altas asfixia (OMS, 2006).
Aluminio	0.2	82.48	10.48	Hay escasos indicios de que la ingestión de aluminio por vía oral produzca toxicidad aguda en el ser humano. Se ha sugerido la hipótesis de que la exposición al aluminio es un factor de riesgo para el desarrollo o aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer en el ser humano (OMS, 2006).

Cadmio	0.005	1.26	0.93	La exposición al cadmio a largo plazo en seres humanos (sin tiempo y dosis específicas) causa disfunción renal (SEMARNAT y CONAGUA, s.f. p. 30).
Cobre	2	12.99	0.90	El cobre es un nutriente esencial y, al mismo tiempo, un contaminante del agua de consumo. Su deficiencia se asocia con la anemia. En concentraciones mayores, es tóxico y puede generar severos daños gastrointestinales e incluso, en exceso, la enfermedad de Wilson (degeneración hepatolenticular), que es fatal (OMS, 2006; SEMARNAT y CONAGUA, s.f. p. 33).
Manganeso	0.15	8.36	0.00	Aceptabilidad ya que genera problemas estéticos como la coloración del agua y un incremento en la turbiedad (SEMARNAT y CONAGUA, s.f. p. 37).
Plomo	0.01	36.48	0.00	El plomo es una sustancia tóxica general que se acumula en el esqueleto. El plomo es tóxico tanto para el sistema nervioso central como para el periférico e induce efectos neurológicos extraencefálicos y efectos conductuales (OMS, 2006).
Cinc	5	78.32	22.48	El cinc confiere al agua un sabor astringente indeseable y su umbral gustativo (como sulfato de cinc) es de aproximadamente 4 mg/l. El agua con concentraciones de cinc mayores que 3–5 mg/l puede tener un color opalino y producir una película oleosa al hervir. No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cinc en el agua de consumo (OMS, 2006).
Arsénico	0.05	1037.62	1515.38	El consumo de cantidades altas de arsénico en el agua potable está relacionado causalmente con el desarrollo de cáncer en varios órganos, en particular la piel, la vejiga y los pulmones (OMS, 2006).

Cromo	0.05	0	0	Posibles efectos perjudiciales a la salud, entre ellos a su capacidad cancerígena y a su genotoxicidad (OMS, 2006).
Características microbiológicas	LMP Ausente	UFC/100 ml	UFC/100 ml	
Bacterias Mesofílicas Aerobias	Ausente	55	79.25	Es un indicador de contaminación de origen fecal en el control de la calidad del agua (OMS, 2006).
		1.1 NMP/100 ml	1.1 NMP/100 ml	
Organismos Coliformes Totales	Ausente	0	0	Los coliformes totales sirven para establecer si el agua ha sido adecuadamente potabilizada, de la misma forma que los coliformes fecales lo pueden hacer (SEMARNAT y CONAGUA, s.f. p. 23).

Fuente: Elaboración propia con información de resultados de los análisis de la calidad del agua respecto a la NOM-127-SSA1-1994 y NOM-201-SSA1-2002.

NN= Parámetro No Normado

1.1 NMP/100 ml= Número Más Probable en 100 ml

UFC/100 ml= Unidad Formadora de Colonias en 100 ml

Límites permisibles de las características químicas:

Cloro libre residual. La importancia del cloro residual en el agua se le atribuye como condición para que no exista contaminación por patógenos. La NOM-127-SSA1 establece como LMP de 0.2 a 1.50 mg/l. Los resultados indican un valor promedio de 0.19 mg/l en las comunidades rurales y en las urbanas de 0.17 mg/l, estas concentraciones son inferiores al límite mínimo del rango establecido en la NOM-127-SSA1, indicando que el agua puede tener presencia de patógenos resistentes a este elemento, lo cual constituye un riesgo para la salud.

Nitratos. Este ion está presente en la naturaleza en concentraciones superiores a 10 mg/l y suelen causar daños a la salud (OMS, 2011a). De acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994, el promedio es 10 mg/l, y se reportaron valores promedio que rebasan el LMP de nitratos, 17.55 mg/l para las comunidades rurales y 16.03 mg/l para las comunidades urbanas.

Aluminio. Los altos contenidos de aluminio en el agua pueden deberse a que este elemento metálico es el más abundante de la corteza terrestre, por lo que es común encontrarlo en el agua (OMS, 2003b). La NOM-127-SSA1-1994 establece un promedio de 2 mg/l. Los resultados promedio de este elemento en el agua de uso doméstico de las comunidades rurales fue de 82.48 mg/l y para las comunidades urbanas de 10.48 mg/l. Es de suponer que se puedan presentar problemas relativos a las características organolépticas del agua, afectando así la aceptabilidad de la misma.

Cadmio. El cadmio se encuentra en forma natural en menas de zinc principalmente en el grupo de los sulfuros, carbonatos y nitratos (OMS, 2011b). Respecto a los resultados obtenidos se indican valores promedio de cadmio de 1.26 mg/l en las comunidades rurales y de 0.93 mg/l en las urbanas. Lo anterior indica que estos valores rebasan el LMP de la NOM-127-SSA1-1994, que es de 0.005 mg/l; esto supone que se presenten problemas a la salud. Es importante señalar que con estos datos se confirma las altas concentraciones de nitratos determinados en el agua de uso doméstico de las comunidades de estudio.

Cobre. Las concentraciones promedio de cobre en el agua de uso doméstico de las comunidades rurales fue de 12.99 mg/l, mientras que en las urbanas fue de 0.90 mg/l. Estos valores superan el LMP de 2 mg/l de la NOM-127-SSA1-1994. Esto supone que las altas concentraciones de cobre se deben a que este elemento se encuentra en la corteza terrestre siendo común en el agua, y que su aumento en el agua de uso doméstico podría atribuirse al material de cobre ya corroído de las instalaciones de fontanería de los hogares por acción de las aguas medianamente duras y duras.

Manganeso. La NOM-127-SSA1-1994 considera un promedio de 0.15 mg/l. Los datos muestran una concentración promedio de 8.36 mg/l en las comunidades rurales, no detectándose este metal en las comunidades urbanas. Las altas concentraciones reportadas de manganeso están en relación con las altas concentraciones obtenidas de nitratos.

Plomo. La NOM-127-SSA1-1994 considera un promedio de 0.01 mg/l; se detectó una concentración promedio de 8.36 mg/l de plomo en el agua de las comunidades rurales. No se detectaron concentraciones de plomo en el agua de uso doméstico de las comunidades urbanas. Al igual que el cobre, las altas concentraciones de plomo se la atribuyen a que proviene de la disolución de este metal de las instalaciones de fontanería doméstica, ya que el plomo no se encuentra de forma natural en el agua. Este metal es un tóxico importante que se bioacumula por lo que su presencia puede causar daños a la salud (Legaspi, 1995 y Arriagada *et al.*, en Hernández, 2005).

Cinc. El cinc se encuentra en el agua potable en forma de sales o complejos orgánicos; es común encontrar concentraciones de cinc menores a 0.01 en aguas superficiales y de 0.05 mg/l en aguas subterráneas (OMS, 2006, p, 362). Los resultados de las concentraciones promedio de cinc en el agua muestran en las comunidades rurales de 78.32 mg/l y de 22.48 mg/l para las comunidades urbanas, concentraciones muy altas en relación a promedio de 5 mg/l establecidos por la NOM-127-SSA1-1994. Las altas concentraciones reportadas pueden atribuirse al deterioro de las tuberías de hierro galvanizado y la corrosión del latón, lo anterior también justifica las concentraciones elevadas de plomo y cadmio en el agua analizada.

Arsénico. La NOM-127-SSA1-1994 considera un promedio de 0.5 mg/l; los resultados de las concentraciones promedio de arsénico en las comunidades rurales fue 1,037.62 mg/l y de 1,515.38 mg/l en las comunidades urbanas. Las altas concentraciones determinadas pueden deberse a que el arsénico puede provenir de la disolución de minerales y menas de origen natural, donde se tiene mayor concentración de arsénico en las aguas subterráneas (OMS, 2006, p. 250; OMS, 2003a, p. 2). La determinación del arsénico es muy importante en la salud debido a los problemas que origina principalmente el arsénico inorgánico, provocando inclusive el cáncer, una enfermedad común en la actualidad.

Límites permisibles de características microbiológicas

Bacterias mesofílicas aerobias. Los resultados indican valores promedio de bacterias mesofílicas aerobias de 55 UFC/100ml en el agua de las comunidades rurales, mientras que en las comunidades urbanas fue de 79.25 UFC/100ml. La NOM-127-SSA1-1994, considera un LMP ausente. La presencia de bacterias mesofílicas aerobias puede deberse al contacto del agua con el medio ambiente, donde es común la contaminación fecal, forma habitual de contaminación.

Accesibilidad

La accesibilidad refiere que el agua y las instalaciones y servicios de agua deben estar al alcance físico de todos, sin discriminación alguna, dentro de la jurisdicción del Estado parte (Naciones Unidas, 2002). La accesibilidad presenta cuatro dimensiones superpuestas: accesibilidad física, accesibilidad económica, no discriminación y acceso a la información.

Los datos revelan que en su mayoría las familias cuentan con instalaciones (toma de agua) para el agua de abastecimiento público, y las familias que no cuentan con estas, es porque no tienen casa propia y acceden al agua de familiares y vecinos. En el medio rural el 53.85% de las familias afirma que no comparten su toma de agua, y el 46.15% restante señala que comparte una toma de agua entre dos familias. En la zona urbana el 79.55% no comparten su toma de agua, mientras que el 20.45% comparte su toma de agua con otra familia.

Accesibilidad física. De acuerdo a la OMS (2006), la fuente de agua debe encontrarse a menos de 1,000 metros del hogar y el tiempo de desplazamiento para la recogida no debería superar los 30 minutos (ida y vuelta). Los resultados mostraron que ninguna familia rural o urbana acarrea agua a pie a distancias superiores a 1,000 metros del hogar y no mayor a 30 minutos de desplazamiento. Por lo que se considera que el agua y las instalaciones y servicios de agua están al alcance físico de la población.

Accesibilidad económica. El programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2006) sugiere que el costo del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar. Los gastos mensuales de las familias rurales y urbanas por pago de agua para el abastecimiento en los hogares es variado, ya que depende de las diferentes estrategias que utiliza cada hogar, como son: el costo por el servicio del agua de la red pública, la compra de camión cisterna, compra de agua de garrafón y la compra de agua acarreada en burro. Los resultados muestran que el 10.52% de las familias rurales y el 42.10% de las familias urbanas pagan más del 3% del ingreso familiar por el costo del agua. Esto demuestra que las familias de la zona urbana pagan más por la compra y el servicio del agua.

No discriminación. Los servicios e instalaciones de agua deben ser accesibles a todos de hecho y derecho, incluso a los sectores más vulnerables y marginados de la población, sin discriminación alguna por cualquiera de los motivos prohibidos (Naciones Unidas, 2002). Se encontró que en la zona rural se tiene cubierto el total de la población con agua de la red pública, mientras en la zona urbana, 4.5% de la población no tiene acceso a este servicio, principalmente familias de zonas alejadas de la cabecera municipal.

Acceso a la información. La accesibilidad comprende el derecho de solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua. Las familias del municipio de Tecali de Herrera señalan que no tienen accesibilidad a información referente al agua, ya que no existen campañas, talleres o informes que traten las cuestiones del agua. Argumentan que no existe alguna institución o asociación reconocida en el municipio que promueva la educación de la población para generar una nueva cultura del agua. El 5.13% de la población rural mencionó que los únicos que les han otorgado cierta información sobre el cuidado del agua fue personal

de la Asociación Living Water, mientras que el 13.64% de las familias del medio urbano señalan que únicamente el tema es tratado en menor grado en los planteles educativos y en los comerciales que se presentan en los programas televisivos, pero que no se tiene mucho impacto. A pesar de este panorama crítico de la falta de acceso a la información, la población si está interesada en que se presenten estos temas públicamente.

En la zona urbana donde la administración del agua está a cargo de la Regiduría de Hacienda, el acceso a la información por parte de los ciudadanos respecto al tema del agua para abastecimiento público, suele ser bajo pese al alto grado de inconformidad por el desabasto del agua en los hogares. Los ciudadanos no son incluidos en la toma de decisiones en este ámbito. No existe la participación de la sociedad en la toma de decisiones referentes al manejo del agua en la cabecera municipal. Sin embargo, en la zona rural la participación de la sociedad es alta, ya que los comités del servicio del agua (Junta Rural de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable) están integrados por los ciudadanos, los cuales son elegidos por la misma comunidad. Una ventaja de este tipo de organización social, es que al trabajar para la propia comunidad existe un mejor desempeño.

Otra forma de evaluar el acceso a la información es mediante el conocimiento que la población tiene sobre la legislación referente al agua. Para este caso, el 17.95% de las familias rurales y el 6.82% de las familias urbanas respondieron que tienen conocimiento de un reglamento donde se señalan las responsabilidades de los usuarios del servicio del agua. Sin embargo, la mayoría de las familias en ambas zonas desconocen la existencia de algún marco regulatorio. Esto muestra el incumplimiento del factor de accesibilidad y sus dimensiones superpuestas.

CONCLUSIONES

Con base en la observación número 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas, sobre los factores fundamentales para el ejercicio del Derecho Humano al Agua, se encontraron diferencias entre las zonas rurales y urbanas de Tecali de Herrera, Puebla.

En disponibilidad, el 59% de la población del municipio recibe volúmenes de agua inferiores a los 50 litros por persona al día. Este problema está más acentuado en las comunidades rurales donde el 41% de la población se encuentra bajo esta condición, en comparación a la población urbana donde 18% está por debajo de esa cantidad, por lo que, la población urbana dispone de mayor volumen en comparación a las rurales. Sin embargo, la mayor parte de las familias de la zona rural consideran que el agua es suficiente y continua, y en menor proporción en la zona urbana. Esto evidencia un déficit de agua para uso doméstico en gran parte de la población, tanto rural como urbana.

En calidad, de los 25 parámetros analizados 10 resultaron con índices superiores a los Límites Máximos Permisibles (LMP) de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994.

El cloro libre residual resultó inferior en las muestras de ambas comunidades (rurales y urbanas). Sin embargo, los nitratos, el aluminio, el cadmio y el cinc se encontraron en concentraciones superiores a lo recomendado; mientras que el cobre, el manganeso y el plomo se encontró en cantidades superiores en las fuentes de agua de comunidades rurales, e inferiores en las fuentes de agua de comunidades urbanas, pero muy cercanos a lo recomendado por la norma. El arsénico resultó en concentraciones muy altas (por arriba de 1000 mg/l) cuando la recomendación es de 0.05 mg/l, presentando mayores concentraciones en las fuentes de agua de comunidades urbanas. En ambas fuentes se encontró la presencia de bacterias mesofílicas aerobias. Estos resultados muestran que el agua no es apta para el consumo humano y para la preparación de alimentos, ya que existen altos riesgos para la salud.

En relación a la accesibilidad, aunque en ambas zonas (rural y urbana) acarrear agua, no recorren más 1000 metros, ni consumen más de 30 minutos para el acarreo. Sin embargo, en ambas zonas existen familias que gastan más del 3% de su ingreso para acceder al agua, siendo mayor en la zona urbana (10.52% y 42.10%, respectivamente). De igual forma, en la zona urbana el 4.5% de las familias no tiene cobertura de la red pública, mientras que el 100% de las familias rurales tienen cubierto el servicio. Sobre el acceso a la información, son

más las familias de la zona urbana que reciben educación ambiental, pero menos las que conocen algún reglamento para la administración del agua, contrariamente, a lo que ocurre en la zona rural.

Con los datos de calidad se puede contrastar que en las comunidades rurales tienen más problemas por la presencia de contaminantes. Sin embargo, muchos de estos elementos no suelen ser perjudiciales a la salud, pero si afectan la calidad organoléptica del agua, en este caso debido a los valores reportados son el pH, aluminio, cobre, manganeso y cinc. Por otra parte, los contaminantes que causan daños a la salud y se encontraron en altas concentraciones son los nitritos y nitratos, cobre, plomo y arsénico. Los valores reportados nos indican las características del agua en ese momento, esto no es tomado como un valor determinante para indicar que las fuentes de agua son inaceptables para el uso doméstico y consumo humano.

Con lo anterior se puede señalar que se acepta la hipótesis y se concluye que las familias de la zona rural como de la zona urbana, no satisfacen sus necesidades básicas de agua de acuerdo al derecho humano al agua, establecido por las Naciones Unidas y las garantías instituidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, incumpléndose las garantías en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Las condiciones físico-ambientales donde se encuentran asentadas las poblaciones limitan el acceso a volúmenes de agua suficientes y de calidad. Por un lado, las lluvias son escasas y por el otro, las aguas subterráneas han concentrado sedimentos que contienen elementos químicos en concentraciones altas perjudiciales a la salud humana.

LITERATURA CITADA

AGUILAR, O. E. A. R., Jacobo, M. D., De la Vega, S. M. Y., Hernández-Rodríguez, M. L., Vélez, P. M. y Ortega, E. M. A. (2015). Derecho Humano al Agua. *Impluvium Red del Agua UNAM*. (4), 2-43. Recuperado de <http://www.agua.unam.mx/impluvium.html>

- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). (2018). Las zonas áridas son más que desierto. Disponible en: <https://www.gob.mx/conafor/es/articulos/las-zonas-aridas-son-mas-que-desierto?idiom=es>
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2015a). Actualización de la disponibilidad media anual de agua del acuífero de Valle de Tecamachalco 2101, estado de Puebla. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103299/DR_2101.pdf
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2015b). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero de Ixcaquixtla 2106, estado de Puebla. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103304/DR_2106.pdf
- GARCÍA, D. A. y Vázquez, G. V. (2017). Derecho humano al agua y desigualdad social en San Jerónimo Tecóatl, Oaxaca. *Cuicuilco Revista de Ciencias Antropológicas*. 68, 157-176.
- HERNÁNDEZ, A. H. (2005). *Evaluación del contenido de metales pesados en agua para consumo humano en la ciudad de Tepic*. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Nayarit.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tecali de Herrera, Puebla*. Clave geoestadística 21153. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21153.pdf
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). Conjunto de datos vectoriales. Marco geoestadístico. Junio 2017.
- NACIONES UNIDAS. (2002). Observación general n° 15. E/C.12/2002/11. El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales). Recuperado de http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/general/docugral/ONU_comentariogeneralagua.pdf
- NACIONES UNIDAS. (2010). El derecho humano al agua y al saneamiento. Recuperado de http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml

- NACIONES UNIDAS. (2018). El derecho al agua: Folleto informativo No. 35. Recuperado de <http://acnudh.org/wp-content/uploads/2018/03/FactSheet35sp.pdf>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2003a). Arsenic in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/75).
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2003b). Aluminium in Drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud. WHO/SDE/WSH/03.04/53
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2003c). Chloride in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/3).
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2006). Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1. Recomendaciones. Recuperado de https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2011a). Nitrate and Nitrite in Drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud. WHO/SDE/WSH/07.01/16/Rev/1
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2011b). Cadmium in Drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud. WHO/SDE/WSH/03.04/80/Rev/1
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Recuperado de http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf
- RAMÍREZ, A. V. (2010). Toxicidad del cianuro: Investigación bibliográfica de sus efectos en animales y en el hombre. *Anales de la Facultad de Medicina*, 71(1), 54-61. Recuperado en 06 de junio de 2019, de

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832010000100011&lng=es&tlng=es

SECRETARIA DE GOBERNACIÓN. (2014). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Vigésima Primera Edición*. México, D. F.: Secretaría de Gobernación. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/constitucion/marzo_2014_constitucion.pdf

SECRETARIA DE SALUD. (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2009). *ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos del acuífero 2101 Valle de Tecamachalco y se modifican los límites y planos de localización que respecto del mismo se dieron a conocer en el acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización*. Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5119225&fecha=12/11/2009

SEMARNAT y CONAGUA. (s.f.). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado. México. D. F. Recuperado de <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

SEMARNAT y CONAGUA (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua) (2017). Num3ragua México 2017. Recuperado de http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/Numeragua_2017.pdf

SEMARNAT y CONAGUA (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua) (2018). *Estadísticas del agua en México*. Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/publicaciones-estadisticas-y-geograficas-60692>

WHO (World Health Organization). (2003). Domestic Water Quantity, level and health. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf?ua=1

CONCLUSIONES GENERALES

Las condiciones físicas y ambientales son factores importantes que influyen en la disponibilidad de agua. En regiones áridas y semiáridas donde las precipitaciones son escasas, la disponibilidad de agua para todos los usos se torna compleja. En estas condiciones la apropiación y acceso al agua requiere de diferentes estrategias, formas de organización y acuerdos entre los grupos sociales asentados en territorios con déficit de agua.

El municipio de Tecali de Herrera del estado de Puebla asentado en una zona semiárida es ejemplo de un estilo de vida específico. Para la apropiación y acceso al agua para uso doméstico y consumo humano, los habitantes han implementado diferentes estrategias particulares y familiares como el acarreo a pie, acarreo en burro, acarreo en camioneta, compra de agua de camión cisterna y compra de garrafón, que complementa la red pública.

Tanto las familias de las zonas rurales y urbanas realizan éstas prácticas, no obstante, las formas de administración del recurso son diferentes en cada zona. Factores como la distancia de las viviendas a las fuentes de agua, los recursos por familia, el número de integrantes, sus hábitos de consumo, la época del año y el acceso al servicio de agua por red pública, condicionan las practicas establecidas. Cada familia ha implementado estrategias mixtas, de las cuales en la zona rural, las más comunes son ocho, de estas, la más común es la combinación de agua de la red pública, el acarreo a pie y la compra de agua de garrafón que realizan el 30.7%. En la zona urbana se han implementado once estrategias mixtas de las cuales el 34.1% combinó el agua de la red pública, la compra de agua de camión cisterna y la compra de garrafón. Con estos resultados se rechaza la hipótesis específica 1, que señala que “las familias de la zona rural utilizan más estrategias para la gestión del agua de uso doméstico, con relación a las utilizadas por las familias de la zona urbana, bajo la premisa que, en esta última, el agua se abastece por la red pública controlada por el municipio asegurando su accesibilidad física”.

Las evidencias demuestran que el servicio de agua administrado por el municipio no es suficiente, por lo que las familias tienen que acudir a otras prácticas.

Con relación a la gobernanza para la gestión del agua, se encontró que las comunidades rurales están organizadas en instituciones locales o autogobierno integradas por los habitantes de la comunidad mediante la Junta Rural de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable (comité del servicio del agua). Esta forma de organización comunitaria proporciona fortaleza institucional a las comunidades rurales donde los habitantes dialogan, acuerdan, operan, evalúan y sancionan según sus criterios locales. Los apropiadores del agua son los mismos usuarios, por lo que son vigilados por la comunidad.

En cambio, en la zona urbana la gestión corresponde al gobierno municipal donde el responsable es el representante de la Regiduría de Hacienda, que bajo criterios verticales no consideran la participación de los usuarios. Sin embargo, el marco regulatorio legislativo en las comunidades rurales y urbanas suele ser carente, por el desconocimiento sobre el tema del agua en torno a las políticas públicas, su alcance e implementación. Con estos resultados se acepta la hipótesis específica 2, “la gobernanza para la gestión del agua de uso doméstico en comunidades rurales tienen como base la participación social, mientras en la zona urbana, la gestión está bajo el control del municipio de Tecali de Herrera, Puebla”.

Respecto al Derecho Humano al Agua (DHA), las condiciones físicas, sociales, ambientales y políticas imposibilitan que se cumplan en su totalidad los factores que evalúan el cumplimiento del DHA establecido por las Naciones Unidas y las garantías instituidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. La disponibilidad del agua para cada individuo en el municipio de Tecali es inferior al volumen de agua propuesta por la OMS.

En las comunidades rurales el 41% de las familias reciben volúmenes de agua inferiores a los 50 litros diarios per cápita, y el 18% de las familias urbanas. Los resultados de calidad físicoquímica y microbiológica del agua de abastecimiento público muestran baja calidad, calificada como no potable, agua no apropiada para la ingesta, pero si para usos domésticos. El agua resultó con altos niveles de nitratos, aluminio, cadmio, cobre, manganeso y plomo, y niveles muy altos de arsénico. También resultó con bacterias mesofílicas aerobias. Estos elementos son altamente peligrosos para la salud humana.

En relación a la accesibilidad, existen familias que gastan en el agua más del 3% de sus ingresos, reciben poca información en educación ambiental y desconocen los reglamentos sobre la administración del agua. Con ello, se acepta también la hipótesis específica 3, “las familias de la zona rural como de la zona urbana, no satisfacen sus necesidades básicas de agua de acuerdo al derecho humano al agua, instituidas por las Naciones Unidas y las garantías establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, incumpléndose las garantías en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

RECOMENDACIONES GENERALES

Las recomendaciones tienen como base el Derecho Humano al Agua; es decir, “Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible”. Para lograrlo, es necesaria la participación del Estado y de la ciudadanía para la consecución de dichos fines, y lograr el uso sostenible del agua e instituciones de larga duración de recursos de uso común. Se recomienda:

Fortalecer el gobierno local:

- Que el municipio reconozca legalmente a las Juntas Rurales de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable (Comité de Agua) que funcionan en cada una de las localidades del municipio de Tecali de Herrera; respetar su forma de autogobierno y apoyar sus decisiones incluyendo el apoyo económico.
- Fortalecer el trabajo de las Juntas Rurales de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable, a través de capacitación para organizar la información y el seguimiento a los programas de trabajo entre diferentes periodos de trabajo.
- Los Comités de Agua deben actualizar el padrón de beneficiarios del servicio del agua de cada comunidad registrando a todos los usuarios domésticos, comerciales e industriales. Esto permitirá planear mejor el servicio del agua y controlar mejor los pagos y la recaudación por este concepto. Deben elaborar un mapa de la red de distribución del agua de cada comunidad para tener bien identificadas las distancias desde la fuente de agua a cada toma domiciliaria, y elaborar un cronograma de distribución del agua de abastecimiento público en el que se especifique los días que le corresponde el suministro de agua a cada zona. Esta información debe ser pública para que los usuarios conozcan qué día les corresponde hacer uso del servicio.

- Los Comités de Agua del municipio de Tecali de Herrera, deben reunirse al menos cada seis meses, con el fin de intercambiar experiencias sobre la administración del agua. Convocar a las autoridades municipales para plantear sus necesidades.

- Mejorar la transparencia de la información (gastos, acuerdos, trabajos, etc.) haciéndola pública en medios visibles para la población para que se conozca lo que se está haciendo y sea evaluado por la comunidad.

Más participación municipal e institucional:

- Mayor participación con apoyos económicos o materiales para mejorar las obras y hacer un uso eficiente del agua.

- Capacitar a las comunidades en temas como: nueva cultura del agua, marco regulatorio nacional, estatal y municipal sobre el agua y organización social.

- Proponer un plan regional para la captación de agua de lluvia a nivel de microcuenca.

Mejorar la calidad del agua:

- Profundizar en los estudios y establecer un programa de monitoreo permanente que permita validar constantemente la calidad del agua y establecer las medidas específicas para su potabilización.

-Si los posteriores estudios de calidad del agua resultaran no aptos para el consumo y uso humano, se deberán realizar pruebas de tratabilidad a nivel laboratorio con el fin de asegurar la efectividad de los mismos y así implementarse a mayor escala.

-En caso de que en los nuevos estudios de calidad del agua se determinaran concentraciones que excedan los LMP de la NOM-127-SSA1-1994 como en el caso de estudio, se recomienda tomar en cuenta los siguientes procesos de remoción de contaminantes:

Para nitratos. Coagulación, floculación, sedimentación, filtración, intercambio iónico y ósmosis inversa.

Para metales pesados. Coagulación, floculación, precipitación, sedimentación, filtración, intercambio iónico y ósmosis inversa, electrodiálisis, ablandamiento.

Se debe considerar que cada fuente de agua al ser diferente en su calidad, debe ser manejada de acuerdo a sus requerimientos.

- Realizar estudios hidrogeológicos, físico-químicos y microbiológicos a todos los cuerpos de agua subterránea y superficial a nivel de acuífero.

A nivel de hogar:

- No usar el agua de la red pública para beber y preparar alimentos.

- Implementar tecnologías amigables con el medio ambiente: captación de agua de lluvia, filtros, reúso del agua doméstica.

- Capacitarse en temas relacionados al manejo eficiente del agua de uso doméstico y personal.

ANEXOS

ANEXO I. Muestra fotográfica

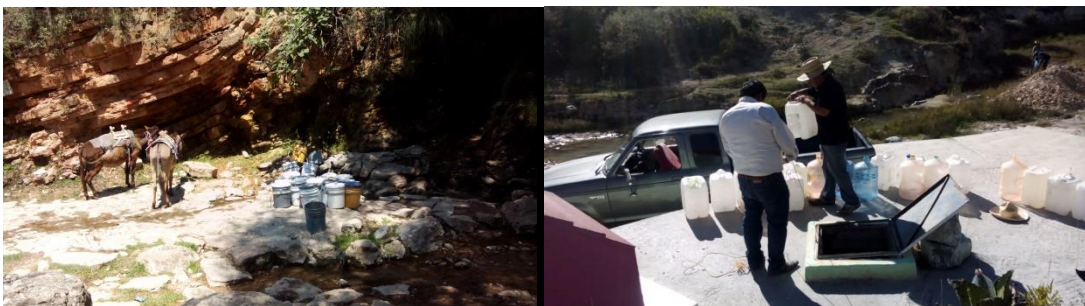
A.1 Aplicación de cuestionarios y entrevistas



A.2 Medición del volumen (cálculo de gasto)



A.3. Estrategias de acceso al agua



B. Guía de entrevista

Guía de entrevista para el tema de estudio sobre “Estrategias de acceso y derecho humano al agua de uso doméstico en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla.

Buenos días señor(a), le agradezco el tiempo que me brinda para responder esta entrevista. Le comento que la información que me comparta será utilizada para fortalecer mi estudio.

Datos generales

Nombre:

Cargo:

Escolaridad:

Ocupación:

Localidad:

1. ¿Qué es y cuáles son las funciones (gobierno, administración y operación) de la Junta Rural de Administración Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable?
2. ¿Cuántos pozos o fuentes de agua están disponibles para abastecer a la comunidad y cuáles son las características (profundidad, año en que fueron perforados, hubo apoyo externo y de la comunidad) de dichas fuentes de agua. ¿Consideran que el agua es la suficiente para todas las familias?
3. ¿Cómo comité de agua potable, en el municipio cuentan con algún registro legal como junta local?
4. ¿Bajo qué reglamento referente al servicio de agua se rige la comunidad o tienen establecidos ciertos acuerdos (mecanismos de cobro, cuotas y sanciones)?
5. ¿Cómo es que se organizan ustedes para llevar a cabo este trabajo que les impone la comunidad?
6. ¿Perciben alguna remuneración por esta labor por parte de la comunidad o cuál es el beneficio que se les otorga por realizar este cargo?
7. Respecto al manejo del agua, ¿cómo se lleva a cabo la distribución del agua en la comunidad desde la fuente de agua, la red hasta llegar a los hogares, porque lo hacen de esa forma?
8. ¿Cuánto es la cuota por el servicio del agua en la comunidad, que gastos son los que se cubren con lo que los ciudadanos pagan, consideran que se está cobrando lo suficiente?
9. ¿En qué situación o aspecto la cabecera municipal los ha apoyado?
10. ¿Recuerda alguna labor social que se haya realizado para conservar el agua?

GRACIAS POR SUS RESPUESTAS