

ISSN 2056-4856 (Print)  
ISSN 2056-4864 (Online)

# **WATERLAT GOBACT**

**NETWORK**

## **WORKING PAPERS**

**Rainwater harvesting and management in urban and rural settings: general introduction and experiences from Argentina, Brazil, Chile, Mexico, and Paraguay**



**Vol. 7, No 4**  
in Portuguese and Spanish)

Newcastle upon Tyne, BuenosAires, and Barcelona, December2020

[Cover picture](#): Fog catchers, Las Lomitas Hill, Antofagasta, Chile, 18 November 2008.  
Photography: Cristian Ruz.

Source:

[WATERLAT-GOBACIT Flickr collection](#) (Attribution-NonCommercial Creative Commons)



ISSN 2056-4856 (Print)  
ISSN 2056-4864 (Online)

# **WATERLAT-GOBACIT NETWORK WORKING PAPERS**

Vol. 7, N° 4

Thematic Area Series

Thematic Area 3, Urban Water Cycle and Essential Public Services

Rainwater harvesting and management in urban and rural  
settings: general introduction and experiences from  
Argentina, Brazil, Chile, Mexico, and Paraguay  
(in Portuguese and Spanish)

Jose Esteban Castro, and David Saurí (Eds.)

Newcastle upon Tyne, UK, Barcelona, and Buenos Aires,  
December 2020



## **WATERLAT-GOBACIT Research Network**

5th Floor Claremont Bridge Building, NE1 7RU Newcastle upon Tyne, United Kingdom

E-mail: [waterlat@ncl.ac.uk](mailto:waterlat@ncl.ac.uk)

Web page: [www.waterlat.org](http://www.waterlat.org)

## **WATERLAT-GOBACIT NETWORK Working Papers**

### **General Editor**

Jose Esteban Castro

Emeritus Professor,  
Newcastle University  
Newcastle upon Tyne, United Kingdom  
E-mail: [esteban.castro@ncl.ac.uk](mailto:esteban.castro@ncl.ac.uk)

**Editorial Commission:** ([click here](#))



ISSN 2056-4856 (Impreso)

ISSN 2056-4864 (En línea)

# Cuadernos de Trabajo de la Red WATERLAT-GOBACIT

Vol. 7, N° 4

Serie Áreas Temáticas

Área Temática 3, Ciclo Urbano del Agua y Servicios Públicos Esenciales

Recolección y gestión de agua de lluvia en medios urbanos y  
rurales: introducción general y experiencias  
de Argentina Brasil, Chile, México y Paraguay

(en portugués y español)

José Esteban Castro y David Saurí (Eds.)

Newcastle upon Tyne, Reino Unido, Barcelona y Buenos Aires,  
diciembre de 2020



## Thematic Area Series

### TA3 – Urban Water Cycle and Essential Public Services

Title: Rainwater harvesting and management in urban and rural settings: general introduction and experiences from Argentina, Brazil, Chile, and Mexico (in Portuguese and Spanish)

#### Corresponding Editor:

David Saurí  
Autonomous University of Barcelona  
(UAB), Belaterra, Catalonia, Spain  
E-mail: David.Sauri@uab.cat.

#### Corresponding authors:

For comments or queries about the individual articles, contact the relevant authors. Their email addresses are provided in each of the articles.

## Serie Áreas Temáticas

### AT3 – Ciclo Urbano del Agua y Servicios Públicos Esenciales

Título: Recolección y gestión de agua de lluvia en medios urbanos y rurales: introducción general y experiencias de Argentina, Brasil, Chile, y México (en español y portugués)

#### Editor Correspondiente:

David Saurí  
Universidad Autónoma de Barcelona  
(UAB)  
Belaterra, Cataluña, España  
E-mail: David.Sauri@uab.cat.

#### Autores Correspondientes:

Para enviar comentarios o consultas sobre los artículos individuales, por favor contactar a los autores relevantes. Sus direcciones electrónicas están indicadas en los artículos.

## Tabla de Contenidos

	Page
<b>Presentation of the Thematic Area and the issue</b> .....	1
<b>Presentación del Área Temática y del Número</b> .....	3
<b>Artículo 1 - "Aprovechamiento de aguas pluviales: oportunidades y retos"</b>	
<i>David Saurí</i> .....	5
<b>Artículo 2 - "Atrapanieblas como experimentos en el ciclo hidrosocial de zonas áridas en Chile"</b>	
<i>Martín Sanzana Calvet</i> .....	18
<b>Artículo 3 - "Contribuciones socio-hídricas de los sistemas de captación de agua de lluvia en Guanajuato, México"</b>	
<i>Daniel Tagle-Zamora</i> .....	38
<b>Artículo 4 - "Aproveitamento de água da chuva no Sertão Paraibano", Brasil</b>	
<i>Roberto de Sousa Miranda y Laiany Tássila Ferreira</i> .....	68
<b>Artículo 5 - "Los Pueblos Jesuíticos Guaraníes en la cuenca del Río de la Plata. Puesta en valor de las prácticas relacionadas con el agua"</b>	90
<i>Ana María Attías Solé y Ricardo Daniel Lombardo López</i>	

## Presentation of the Thematic Area and the issue

This issue is a product of the WATERLAT-GOBACIT Network's [Thematic Area \(TA\) 3, the Urban Water Cycle and Essential Public Services](#). TA3 brings together academics, students, professionals working in the public sector, workers' unions, practitioners from Non-Governmental Organizations, activists and members of civil society groups, and representatives of communities and users of public services, among others. The remit of this TA is broad, as the name suggests, but it has a strong focus on the political ecology of urban water, with emphasis on the politics of essential water services (both in urban and rural areas). Key themes addressed within this framework have been the neoliberalization of water services, social struggles against privatization and mercantilization of these services, the politics of public policy and management in the sector, water inequality and injustice, and the contradictions and conflicts surrounding the status of water and water services as a public good, as a common good, as a commodity, as a citizenship right, and more recently, as a human right.

In this issue we address the practice of rainwater harvesting in different settings, presenting experiences from Argentina, Brazil, Chile, Mexico, and Paraguay. Some of the papers were originally presented at the IX International Meeting of the WATERLAT-GOBACIT Network "[Water, Rights, and Utopias: priorities in the process of democratization of water politics](#)", João Pessoa, Paraíba, Brazil, 3-7 September 2018.

Article 1 was authored by David Sauri, from the Autonomous University of Barcelona, Spain, co-editor of this issue. The article provides an overall introduction to the topic of rainwater harvesting.

Article 2, by Martin Sanzana Calvet, Institute of Strategic Studies for Human Development (INEDH), Concepción, Bio-Bio, Chile, addresses the practice of fog catching in arid and semi arid regions of Chile.

In Article 3, Daniel Tagle-Zamora, University of Guanajuato, Leon, Guanajuato, Mexico, presents findings from research on the implementation of public policies oriented at the provision of rainwater catchment technologies, mostly for domestic use, in several municipalities of the semi arid State of Guanajuato, Mexico.

Article 4 was co-authored by Roberto de Sousa Miranda, Federal University of the interior of Pernambuco and Federal University of Campina Grande, Paraíba, Brazil, and Laiany Tassila Ferreira, Federal Rural University of Pernambuco, Brazil. The article discusses the implementation of a national plan to provide rainwater cisterns in the semi arid region of North eastern Brazil, with emphasis on the experience of the State of Paraíba.

Finally, Article 5, by Ana Maria Attias Sole and Ricardo Lombardo Lopez, from the North-eastern National University, Resistencia, Chaco, Argentina, provides an overview of the historic legacy of water practices and technologies inherited from

the “syncretism” between indigenous communities (Tupi-Guarani), and the Jesuit territorial expansion that took place between the early seventeenth and the mid eighteenth centuries in a large region of South America encompassing parts of Argentina, Bolivia, Brazil, Paraguay and Uruguay. The article focuses mainly on examples from Argentina, Brazil, and Paraguay, and provides insights into the significance of historical-cultural research in the production of knowledge about rainwater technologies and the associated culture and practices, which also contributes to our network’s Thematic Area 7, [Water-related Art, Communication, Culture, and Education](#).

We are delighted to present this issue of the Working Papers, which includes results from recent and ongoing research projects on rainwater technology, policies and practices in Europe and Latin America. The articles provide excellent evidence-based material and examples that will be useful for researchers, students, activists, practitioners, and decisions makers. We wish you all a pleasant and fruitful reading.

Jose Esteban Castro, and David Sauri

Editors

Newcastle upon Tyne, Barcelona, and Buenos Aires, December 2020

## Presentación del Área Temática y del número

Este número es un producto del [Área Temática \(AT\) 3, Ciclo Urbano del Agua y Servicios Públicos Esenciales](#), de la Red WATERLAT-GOBACIT. El AT3 reúne académicos, estudiantes, profesionales que trabajan en el sector público, sindicalistas, especialistas de Organizaciones no Gubernamentales, activistas y miembros de grupos de la sociedad civil, y representantes de comunidades y de usuarios de los servicios públicos, entre otros. El alcance temático de esta AT es amplio, como lo sugiere el nombre, pero su foco central es la ecología política del agua urbana, con énfasis en la política de los servicios públicos esenciales (en áreas urbanas y rurales). Algunos de los aspectos clave que abordamos en este marco han tenido que ver con temas como la neoliberalización de los servicios relacionados con el agua, las luchas sociales contra la privatización y la mercantilización de estos servicios, las políticas públicas y la gestión en el sector, la desigualdad y la injusticia en relación con el agua, y las contradicciones y conflictos que rodean al agua y a los servicios relacionados con el agua considerados como bien público, como bien común, como mercancía, como un derecho de ciudadanía y, más recientemente, como un derecho humano.

En este número abordamos la práctica de recolección de agua de lluvia en diferentes contextos y presentamos experiencias de Argentina, Brazil, Chile, México, y Paraguay. Algunos de los trabajos fueron presentados originalmente en la IX Reunión Internacional de la Red WATERLAT-GOBACIT "[Agua, Derechos y Utopías: Prioridades en el Proceso de Democratización de la Política del Agua, João Pessoa, Paraíba, Brasil, 3-7 September 2018](#)."

El Artículo 1, a cargo de David Saurí, Universidad Autónoma de Barcelona, España, co-editor del número, provee una introducción al tema de la recolección de agua de lluvia.

En el Artículo 2, Martín Sanzana Calvet, Instituto de Estudios Estratégicos para el Desarrollo Humano (INEDH), Concepción, Bío-Bío, Chile, trata el tema del uso de sistemas "atrapanieblas" en zonas áridas y semiáridas de Chile.

En el Artículo 3, Daniel Tagle-Zamora, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México, presenta resultados de investigación sobre la implementación de políticas

públicas orientadas a la provisión de tecnologías de recolección y uso de agua de lluvia, sobre todo para uso doméstico, en varios municipios del semiárido Estado de Guanajuato, México.

El Artículo 4, escrito conjuntamente por Roberto de Sousa Miranda, Universidad e Federal do Agreste de Pernambuco y Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, y Laiany Tássila Ferreira, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, discute la implementación de un plan nacional para suministrar cisternas para recolectar agua de lluvia en las regiones semiáridas del nordeste de Brasil, con énfasis en la experiencia del Estado de Paraíba.

Finalmente, el Artículo 5, a cargo de Ana María Attías Solé y Ricardo Lombardo López, de la Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, Chaco, Argentina, presenta una mirada general sobre el legado histórico de las prácticas y tecnologías heredadas del "sincretismo" entre las comunidades indígenas (Tupí-Guaraní), y la expansión territorial de la Orden de Jesús que tuvo lugar entre inicios del Siglo XVII y mediados del XVIII en una amplia región de Sudamérica, que incluye parte de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. El artículo se centra principalmente en ejemplos de Argentina, Brasil, y Paraguay, y provee indicios de la relevancia de la investigación histórico-cultural en la producción de conocimiento sobre las tecnologías de recolección de agua de lluvia y las culturas y prácticas asociadas, un tema que también contribuye al Área Temática 7 de nuestra Red, [Arte, Comunicación, Cultura y Educación relacionadas con el Agua](#).

Con gran placer presentamos este número de los Cuadernos de Trabajo, que es resultado de proyectos de investigación recientes y en marcha sobre la implementación de políticas públicas conectadas con la captación y uso de agua de lluvia en Europa y América Latina. Los artículos presentan excelente material y ejemplos, basados en evidencia empírica, que serán de utilidad para investigadores, estudiantes, activistas, especialistas y tomadores de decisiones, entre otros actores. Les deseamos una placentera y fructífera lectura.

José Esteban Castro y David Saurí

Editores

Newcastle upon Tyne y Buenos Aires, diciembre de 2020

## Artículo 3

# Contribuciones socio-hídricas de los sistemas de captación de agua de lluvia en Guanajuato, México

Daniel Tagle-Zamora<sup>1</sup>, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México

### Resumen

El acceso al agua potable en el Estado de Guanajuato, México, es un tema no resuelto, especialmente en las comunidades rurales del estado alejadas de los polos de desarrollo. Frente a la estrategia del agua entubada, que implica elevados montos de inversión para garantizar el abasto a la población, la captación de agua de lluvia se ha convertido en una alternativa que pretende atender parcialmente este adeudo institucional. El presente artículo tiene por objetivo mostrar las virtudes de la captación en viviendas de las comunidades rurales que han sido beneficiadas por el gobierno del Estado. El trabajo se concentró en identificar, mediante entrevistas personales y observación no participante como técnicas de recolección de información, los usos y beneficios asociados a la captación en viviendas rurales del estado de Guanajuato. Dentro de los principales resultados, se encontró que los usuarios tienen una percepción social positiva de los sistemas de captación vinculada con los múltiples beneficios asociados a los mismos. Se concluye que es necesario ampliar la escala de dichos sistemas acompañada de información, capacitación (educación ambiental y nociones técnicas del sistema de captación) y seguimiento para consolidar entre las viviendas una práctica que ofrece beneficios sociales, ambientales y económicos..

**Palabras clave:** captación de agua de lluvia; beneficios; países en desarrollo; ecotecnias; Guanajuato; México desarrollo.

Recibido: mayo de 2019

Aceptado: octubre de 2019

---

<sup>1</sup> E-mail: datagle@ugto.mx .

## Abstract

Access to drinking water in the State of Guanajuato, Mexico, is an unresolved issue, especially in the State's rural communities far from the centers of development. As an option to the strategy of piped water, which requires high levels of investment to guarantee the supply to the population, rainwater catchment has become an institutional alternative that intends to partially address this social debt. The objective of this article is to show the virtues of this practice in homes that have benefited with a rainwater catchment system provided by the State government. The paper is based on research that used interviews and non-participant observation for information gathering. Among the results obtained is a positive social perception linked to the multiple benefits associated with the collection systems. It is concluded that it is necessary to expand the scale of replication of said systems accompanied by information, training (environmental education and technical notions of the catchment system) and monitoring to consolidate among households a practice that offers social, environmental and economic benefits.

**Keywords:** rainwater; uses; developed countries; developing countries; local control; development; Guanajuato; Mexico.

Received: May 2019

Accepted: October 2019

## Introducción<sup>2</sup>

Una asignatura pendiente que enfrenta México en lo que va del nuevo milenio y que afecta los objetivos del desarrollo del país tiene que ver con el acceso universal al agua potable para consumo humano, en cantidad y calidad adecuados. Este es un aspecto no cumplido, un compromiso que recae sobre las instituciones responsables de la gestión del agua, y es uno de los temas de mayor sensibilidad social y política en el país. David Barkin (2006) señalaba hace década y media que el reto institucional consistía en garantizar el acceso seguro al agua para cerca de 30 millones de mexicanos que carecían dicho servicio. Esa realidad deficitaria no se ha modificado sensiblemente, como sugieren los datos de la Encuesta Intercensal publicados en 2015, según la cual 1.7 millones de viviendas carecen del servicio de agua entubada en todo el país (INEGI, 2015). Estos datos dan evidencia estadística de que México no está cumpliendo con su compromiso adquirido con respecto a garantizar el Derecho Humano al Agua y al Saneamiento a todos sus habitantes, siendo uno de los países que aprobó la existencia de ese derecho durante la votación realizada en Naciones Unidas en julio de 2010 (ONU, 2010).

Independientemente del aspecto formal, estadístico, del adeudo institucional que se tiene con la población, debe destacarse que la provisión de agua se da en gran medida por cauces informales y alternos, desde la distribución mediante camiones tanque (*pipas*), la colecta de agua de río, la extracción de agua de pozos, la distribución de agua de red mediante mangueras comunitarias, por citar las prácticas más comunes o, como tratamos en este trabajo, la captación de agua de lluvia. Sin embargo, la asequibilidad y la calidad del agua consumida son temas sin resolverse, especialmente para los segmentos poblacionalmente más vulnerables en términos socioeconómicos.

En ese contexto, el artículo pone atención en una de las formas alternas de abastecimiento de agua que practica parte de la población rural en México: la captación de agua de lluvia. Esta práctica de acceso al agua no es ajena a la historia del país, ya que, como señalan Rojas *et al.* (2009), existe evidencia de prácticas de captación de agua de lluvia en el territorio mexicano desde hace por lo menos 3.500 años. Actualmente existe en México una gran variedad de formas de realizar esta práctica, desde las más simples, como el colocar recipientes en espacios abiertos para su llenado en época de lluvias, hasta sistemas tecnológicamente sofisticados, como los que promueve el proyecto Isla Urbana, que utiliza filtros para separar los sedimentos generados en los primeros flujos de lluvia garantizando la obtención de agua de mejor calidad para su posterior potabilización y consumo humano (Isla Urbana, 2019). En el caso de este artículo, se abordan algunos resultados de investigación sobre experiencias de captación de agua de lluvia en cinco municipios del Estado de Guanajuato, mostrando los usos y aplicaciones que se le da al agua de lluvia, los impactos identificados, las resistencias y los riesgos asociados con este recurso en las zonas rurales. También, se plantean aquellas barreras de resistencia para encaminarse hacia la adopción social de esta práctica por parte de la población.

---

2 El artículo se basa en resultados de investigación del proyecto "Transformación sociocultural, uso y aplicación de ecotecnias para el mejoramiento de la vivienda de las familias vulnerables de los municipios de Pénjamo, Apaseo el Alto, Tierra Blanca, Comonfort y San Felipe en el Estado de Guanajuato, México", enero de 2016 a julio de 2017, financiado por la Secretaría de Desarrollo Social y Humano de Guanajuato (SEDESHU, 2015).

El artículo se estructura de la siguiente forma. En la primera parte se muestra el estrés hídrico que enfrenta el Estado de Guanajuato, México, y el reto que esto representará para garantizar el acceso al agua potable a toda la población. La segunda parte aborda el mundo ecotecnológico y el eje de la captación de agua de lluvia como práctica para enfrentar retos sociales y ambientales en poblaciones rurales vulnerables. En este sentido, la captación de agua de lluvia representa un esquema innovador de acceso al agua potable, que tiene un impacto transversal sobre varios aspectos fundamentales en las familias rurales guanajuatenses. En la tercera parte se aborda el caso de la captación de agua de lluvia en cinco municipios del Estado de Guanajuato: Pénjamo, Apaseo el Alto, Tierra Blanca, Comonfort y San Felipe. Se abordan los usos y aplicaciones de los sistemas de captación por parte de la gente, así como los beneficios percibidos. Finalmente se presentan la discusión y las conclusiones del trabajo.

**El contexto: el estrés hídrico en Guanajuato**

El Estado de Guanajuato enfrenta problemas serios en materia hídrica en sus diversas cuencas. El estrés hídrico que se presenta en la mayoría de sus acuíferos utilizados con fines de abastecimiento público, agrícola, industrial y comercial muestra indicadores elevados de abatimiento junto con problemas de calidad (Tabla N° 1). La atención centrada en el abastecimiento de agua para el crecimiento económico ha relegado a un lugar secundario los temas ambientales y sociales. Confrontar adecuadamente los desafíos que presenta este estrés hídrico demanda de una nueva estructura institucional que reaccione a los retos ambientales, sociales y económicos enmarcados por un contexto de cambio climático.

**Tabla N° 1. Estado de abatimiento de los acuíferos de Guanajuato, México (2015), en millones de metros cúbicos (m³).**

Etiqueta del acuífero	Acuífero	Disponibilidad anual (millones de m³)
1101	Xichu-Atarjea	3.975445
1103	Ocampo	4.575785
1104	Laguna Seca	-25.349624
1106	Dr. Mora-San José Iturbide	-23.180032
1107	San Miguel De Allende	-8.528646
1108	Cuenca Alta Del Río Laja	-59.316301
1110	Silao-Romita	-120.2
1111	La Muralla	-10.877058

1113	Valle De León	-10.877058
1114	Río Turbio	-3.334583
1115	Valle De Celaya	136.863169
1116	Valle De La Cueva	4.753267
1117	Valle De Acámbaro	-47.2
1118	Salvatierra-Acámbaro	-60.613397
1119	Irapuato-Valle	-163.287091
1120	Pénjamo-Abasolo	125.518786
1121	Lago De Cuitzeo	-2.2
1122	Ciénega Prieta-Moroleón	-122.1

Fuente: CONAGUA (2015).

La Tabla N° 1 señala la disponibilidad de agua en los acuíferos de Guanajuato. De los 18 acuíferos que tiene el Estado únicamente dos presentan valores positivos en los datos de disponibilidad: el 1101, Xichu-Atarjea y el 1103, Ocampo. Los restantes 16 presentan elevados niveles de abatimiento, especialmente aquellos que se encuentran sobre el corredor industrial del Bajío guanajuatense: el 1113 Valle de León, el 1110 Silao-Romita, el 1119 Irapuato-Valle y el 1115 Valle de Celaya (Mapa N° 1).

## Mapa N° 1. Acuíferos del Estado de Guanajuato



Fuente: CONAGUA (2015).

### 1110 Silao-Romita

El acuífero Silao-Romita presenta una severa presión hídrica como consecuencia de las fuertes demandas de agua por parte de usuarios industriales, domésticos y agrícolas. Esta presión sobre el acuífero se refleja con un déficit de 120 millones de m<sup>3</sup> de agua al año, lo que lo posiciona como el quinto acuífero con mayor grado de sobreexplotación en el Estado de Guanajuato (CONAGUA, 2018). La vulnerabilidad del acuífero Silao-Romita obedece en mucho al modelo económico seguido para este municipio, basado en la industrialización promovida por la inversión extranjera. Dicho esquema económico ha implicado elevados requerimientos de agua para generar crecimiento económico. Durante la mayor parte del siglo XX el uso agrícola impactó seriamente a este acuífero, y en el año 2000 alcanzó un requerimiento anual de 379 millones de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) (CEAG, 2011). Sin embargo, el fuerte cambio de uso agrícola a industrial producido en las últimas décadas ha añadido presión adicional sobre un acuífero que se encuentra en veda y que se ve violentado por el volumen de uso de agua que impone el modelo económico predominante.

### 1113 Valle de León

El acuífero del Valle de León también presenta una elevada presión hídrica generada por los elevados volúmenes de agua requeridos para los usos domésticos, agrícolas y productivos. La presión sobre el acuífero se refleja en un déficit de 177 millones de m<sup>3</sup>

de agua al año, que lo posicionan como el acuífero sujeto al mayor uso intensivo dentro del Estado de Guanajuato (CONAGUA, 2018). Un serio problema es el relacionado con la calidad de la información, ya que mientras para la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el grado de sobreexplotación es de 177 millones de m<sup>3</sup>, para el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL) la sobreexplotación es de 48 millones de m<sup>3</sup> (SAPAL, 2019). Si bien existe una fuerte disparidad entre ambas cifras, el punto relevante es que el acuífero del Valle de León presenta sobreexplotación.

Adicional al deterioro ambiental que sufre el acuífero Irapuato-Valle, en términos del (des)balance hídrico, existe también un problema referente al de la calidad del agua por la presencia de arsénico en el acuífero. Un estudio del Consejo Técnico de Aguas de León (COTAS, 2011) mostró la presencia de arsénico en concentraciones que exceden lo permitido por la norma oficial en más de 200 pozos perforados en el acuífero.

### 1115 Valle de Celaya

La ciudad de Celaya se encuentra asentada sobre el acuífero Valle de Celaya, el cual presenta una fuerte presión hídrica como parte de las crecientes cantidades de agua requerida por parte de los usos industriales, domésticos y agrícolas. Esta presión sobre el acuífero se refleja en un déficit de 136 millones de m<sup>3</sup> anuales, posicionándose como el tercer acuífero con mayor sobreexplotación en el Estado de Guanajuato (CONAGUA, 2018). Dicha presión se extiende a la Cuenca Laja-Allende, que abarca los municipios de Apaseo el Alto, Apaseo el Grande, Celaya, Comonfort, Santa Cruz de Juventino Rosas y Villagrán, incluyendo a varios de los municipios cubiertos en el estudio, y está considerada como la segunda cuenca más vulnerable del Estado (IEEG, 2012b). Los factores de presión identificados derivan del crecimiento económico y poblacional, especialmente el crecimiento en la producción agrícola, el crecimiento urbano y el rápido incremento de agua para fines industriales.

### 1119 Irapuato-Valle

El acuífero Irapuato-Valle presenta un déficit de 163 millones de m<sup>3</sup>, posicionándose como el segundo acuífero con mayor grado de sobreexplotación. Esta fuerte presión hídrica es resultado de los consumos del uso agrícola, así como, en menor medida de los usos domésticos e industriales. El usuario agrícola extrae el 80 por ciento del agua frente al 10 por ciento que representa el uso público del agua. Este municipio a pesar de su creciente dinámica industrial sigue teniendo en la agricultura un brazo representativo en su modelo económico.

Es en este contexto de estrés hídrico en el que se inserta el estudio. A continuación, se abordan algunas cuestiones del marco analítico utilizado.

### Marco analítico

La innovación tecnológica ha tenido un papel esencial en el sistema capitalista, respaldando sólidamente su característica expansionista. El enfoque ortodoxo de la economía resalta las cualidades del capitalismo, enfatizando su búsqueda del incremento de la productividad, que ha impactado directamente en el dinamismo de este sistema económico, orientado hacia una trayectoria del crecimiento (Foley, 2003). Sin embargo, la introducción del concepto de entropía al análisis del proceso económico, formulado originalmente por Georgescu-Roegen (1971), permitió evidenciar desde el campo de la física la (in)viabilidad del crecimiento económico ilimitado en un sistema finito. La entropía, definida como una medida de desorden de la energía, reveló un proceso económico capitalista demandante de recursos de baja entropía con altos desalojos de materia y energía de alta entropía, de tal suerte que se tiene el predominio de un proceso económico con una evolución unidireccional irrevocable, desechando la idea de un sistema circular y aislado (Aguilera, 2016).

El fuerte peso de la innovación tecnológica en el sistema productivo capitalista ha generado una intensificación del extractivismo, que da soporte a un estilo de vida moderno que oculta tras de sí el proceso de degradación ambiental inherente al sistema. Si bien desde la perspectiva de la "economía verde" se podría afirmar que la innovación tecnológica mejora la eficiencia energética, tanto en el aparato productivo como en las mercancías resultantes, la realidad es que la economía verde continúa anclada a una lógica de crecimiento económico y, con ello, evidencia la imposibilidad de una desmaterialización de la economía (Latouche, 2009). Las enseñanzas de los principios de la termodinámica para el análisis económico indican que el crecimiento económico conduce a estados irreversibles del sistema natural y que la evolución unidireccional del empleo de materia y energía implican procesos de degradación ambiental. La entropía implica que la ruta de la maximización de la ganancia, con el papel fundamental de la innovación tecnológica, conduce inevitablemente al deterioro ambiental.

### Las ecotecnias frente al reto socioambiental

En este contexto, las ecotecnias son planteadas como respuesta a la innovación tecnológica tradicional orientada a la acumulación de capital (Toledo, 2019). El enfoque ecotecnológico está, por el contrario, orientado a resolver necesidades sociales con empatía ambiental, retornando a un metabolismo social de tipo orgánico que diluya la dependencia directa de la estructura del mercado capitalista para encaminar procesos de autonomía (Toledo, 2015) enfocados en la integración economía-sociedad-ambiente (Aguilera, 2016)

Las ecotecnias son dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el medio ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a sus usuarios, con referencia a un contexto socio-ecológico específico con la finalidad de satisfacer necesidades y mejorar la calidad de vida de los usuarios en condiciones de pobreza y marginación (Ortiz *et al.*, 2014: 16).

Este mundo ecotecnológico presenta una gran variedad de bienes que inciden en la calidad de vida de aquellas personas que implementan y adoptan ecotecnias en sus dinámicas cotidianas. La Tabla N° 2, da muestra del diverso menú que comprenden las ecotecnias, abordando de manera transversal las necesidades más sentidas en las viviendas de las personas.

Tabla N° 2. Variedades ecotecnológicas de acuerdo a las necesidades.

Ejes de necesidades	Tareas Específicas	Alternativa Tecnológica (Ecotecnia)
ENERGÍA	Cocción de alimentos	Estufas de leña mejoradas cocinas solares
	Conservación de alimentos	Deshidratadores solares
	Generación de electricidad	Aerogeneradores
		Paneles fotovoltaicos
		Plantas hidroeléctricas a pequeña escala
	Iluminación	Lámparas eficientes
Calentamiento de agua	Calentadores solares de agua	
AGUA	Abastecimiento y purificación de agua	Sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia
		Purificación de agua
MANEJO DE RESIDUOS	Saneamiento con arrastre hidráulico	Biofiltros
		Humedales artificiales
		Sistemas sépticos
	Saneamiento seco	Sanitarios ecológicos secos
		Mingitorios secos
Manejo de residuos pecuarios	Biodigestores	
ALIMENTACIÓN	Producción de alimentos a pequeña escala	Huertos familiares
	Control de plagas	Control biológico
	Fertilización	Biofertilizantes
VIVIENDA	Diseño y construcción de la vivienda	Principios de diseño
		Materiales de construcción
	Implementación de ecotecnias en la vivienda	Varias de las anteriores

Fuente: Ortiz, Macera y Fuentes (2014 : 28).

Dentro de los beneficios asociados al uso de ecotecnias, se encuentran mejoras en las dimensiones de salud, economía y ambiente. Entre otros componentes de impacto se identifican aportaciones frente al cambio climático, así como favorecer procesos de arraigo social (Ortiz et al., 2014). La necesidad de transformar la economía expansionista, y violenta ambientalmente (Barkin, Fuente y Tagle, 2011), con ecotecnías surge bajo la premisa de generar las pautas de restauración ambiental congruentes con la entropía.

Las ecotecnias propician el desarrollo de nuevo conocimiento mediante el acercamiento entre el saber científico y el saber ciudadano, planteando las necesidades de las comunidades para conseguir un mejor entendimiento y solución a los problemas que las aquejan. Este planteamiento incorpora características esenciales del Principio de Precaución: responsabilidad, respeto, prevención, obligación de saber informar y obligación de compartir el poder (Riechmann y Tickner, 2002), lo que les permite tener una lógica diferente a la que caracteriza al enfoque de la innovación y el desarrollo dominantes en el sistema capitalista. La Tabla N° 3 sintetiza la secuencia de los procesos de implementación de ecotecnias.

Tabla N° 3. Proceso de implementación

<b>1. Apertura Comunitaria</b>	<b>2. Transferencia Tecnológica</b>	<b>3. Seguimiento y Evaluación</b>
Diagnóstico de la comunidad	Talleres de instalación	Asesorías optativas
Estrategias de trabajo	Entrega de material y manuales	Visitas de seguimiento
Selección de beneficiarios	Aplicación de formatos de control	Reuniones de evaluación
Selección de comunidad		Talleres de cierre
Taller de apertura (objetivos, alcance, metas, metodología)		Evaluaciones de impacto

Fuente: IMTA(2012: 4).

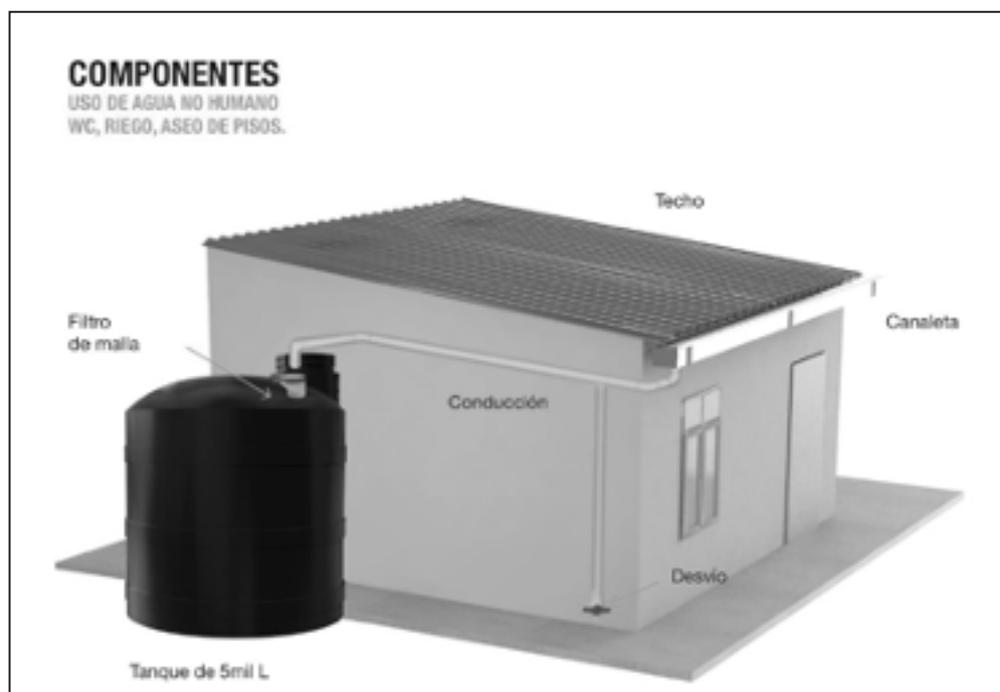
Resulta consecuente señalar que las ecotecnias no resuelven por sí solas las necesidades sociales y los problemas ambientales. Los artefactos requieren de un cuidadoso proceso de implementación que favorezca su adopción por los usuarios; pero que, además, den respuestas adecuadas a las particularidades de cada zona de intervención. Para ello es esencial la elaboración de diagnósticos (socioeconómicos); la difusión de información; así como capacitación, la cual deberá incorporar la perspectiva de género y la educación ambiental; y finalmente, un proceso de seguimiento; todo esto con la finalidad de promover el uso y mantenimiento de ecotecnias en los usuarios.

### Los sistemas de captación de agua de lluvia: el eje hídrico de las ecotecnias

Las definiciones de la captación de agua de lluvia están mayormente presentes en el campo de la ingeniería, desde la hidráulica hasta la ambiental. Por ejemplo, Gleason (2014: 267) señala que “es un conjunto de tuberías, accesorios y equipos que captan y recolectan la lluvia que cae sobre una superficie para conducirla a un dispositivo de almacenamiento para su uso posterior.” Por su parte, Ortiz, Masera y Fuentes (2014: 59) la definen como “un arreglo para interceptar, almacenar y canalizar el agua de lluvia.” Como se puede apreciar, ambas definiciones están dissociadas de los diversos contextos y condiciones sociales, políticos, económicos y ambientales que motivan la captación. En el caso mexicano, la recuperación de esta práctica ancestral (Rojas *et al.*, 2009) tiene su motivación por los múltiples problemas institucionales que se presentan para garantizar de manera universal el derecho humano al agua. De igual manera, ambas definiciones al ser meramente técnicas, eluden la importancia que tiene el comportamiento social y cultural para normalizar esta práctica entre aquellos usuarios que disponen de un sistema de captación de agua de lluvia. Promover el cambio de paradigma del “tener-recibir-poseer” al “haber-saber-conservar” (Martínez, 2013: 47), este último, como parte de una naturalización que conduzca hacia el encause de procesos de autonomía hídrica dentro del planteamiento del Derecho Humano al Agua.

Con base en lo anterior, el presente documento sugiere que un sistema de captación es un proceso socio-técnico derivado de una necesidad socioambiental reconocida por el Derecho Humano al Agua), que motiva la implementación de un sistema, simple de tuberías, accesorios y equipos, para captar y almacenar el agua de lluvia que será posteriormente aplicada en distintos usos que cubrirán las distintas necesidades sociales dicha satisfacción de necesidades incentivará la adopción de su uso y mantenimiento. La Figura N° 1 ilustra los componentes de un sistema de captación.

Figura N° 1. Sistema de captación de agua de lluvia en vivienda.



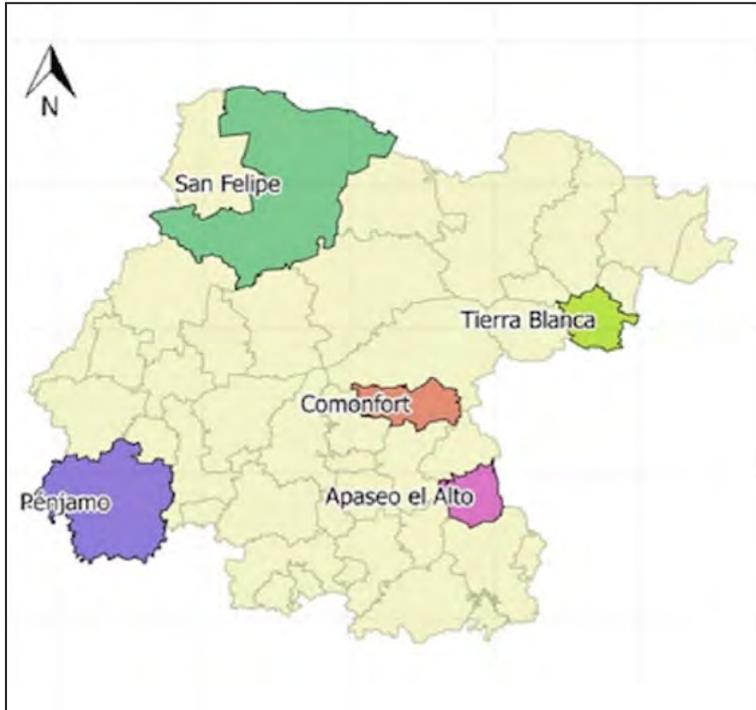
Fuente: Lomnitz, Sotomayor, Vargas, Revollo y Hernández (2018: 26).

### La experiencia de la captación de agua de lluvia en Guanajuato

Como explicamos al inicio, el proyecto en el que se basa este artículo (SEDESHU, 2015) abordó el análisis de múltiples tecnologías ambientales con el fin de determinar la relevancia de un programa social de ecotecnias promovido por el Gobierno del Estado de Guanajuato para enfrentar las carencias sociales y económicas en viviendas vulnerables de las comunidades rurales, tomando como referencia las experiencias de cinco municipios: Pénjamo, Apaseo el Alto, Tierra Blanca, Comonfort y San Felipe( Mapa N° 2). El trabajo de campo se realizó a partir de un abordaje metodológico mayormente cualitativo, el cual captó la percepción que los beneficiarios tienen de los artefactos ecotecnológicos, a través, de las distintas aplicaciones que les han dado y de los beneficios reportados. Los resultados reflejan el desarrollo de una percepción social positiva de las personas con respecto al impacto de dichas ecotecnias sobre su calidad de vida. De los hallazgos de dicha investigación surgen mejoras en aspectos como el

ingreso, la salud, la sustentabilidad, el uso del tiempo, las relaciones familiares, entre otros. Para el presente artículo nos acotamos a presentar exclusivamente la experiencia de los cosechadores de agua de lluvia en los municipios cubiertos en el estudio.

Mapa N° 2. Municipios de estudio en Guanajuato, México



Fuente: elaboración propia.

La práctica de la captación de agua de lluvia en el Estado de Guanajuato, México, es una práctica recurrente en las zonas rurales. Se trata de una práctica antigua que consiste en captar de manera directa el agua de lluvia con cualquier recipiente disponible, o bien, colocando estos en las bajadas de agua de las viviendas para capturar el agua. En el Estado existen asociaciones civiles que han desarrollado sistemas mucho más sofisticados para la captura de agua de lluvia para grupos vulnerables. En la última década, también se registra una creciente participación del gobierno del Estado a través de sus dependencias de Desarrollo Social y Humano y del Instituto de Ecología del Estado con la implementación de ecotecnias, las cuales contemplan sistemas de captación de agua de lluvia. Sumado a esto, el gobierno federal, a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), ha implementado cosechadores de agua de lluvia a nivel doméstico con cisternas de ferrocemento y tinacos rotomoldeados de polietileno. De igual forma, se han implementado proyectos de mayor escala en términos de captación de agua de lluvia, como habilitar grandes superficies para mayores niveles de captura, tal como el aprovechamiento de los techos en centros deportivos patrocinados por el sector privado.

La Tabla N° 3 sintetiza los tipos de sistemas de captación de agua de lluvia identificados en nuestro estudio.

Tabla N° 3. Descripción de los sistemas de captación de agua de lluvia en el Estado de Guanajuato, México.

Ecotecnia	Decripción
Sistema de captación mediante cisternas de ferrocemento	Cilindro de ferrocemento a base de malla electrosoldada, malla para gallinero y cemento. Por dentro tiene que ir lisa (pulida), la cisterna no debe quedarse sin agua porque puede sufrir fracturas. En la parte de arriba tiene una puerta para entrar y darle mantenimiento. A un costado se encuentra una llave de paso que sirve para sacar agua, esta debe estar a la altura de un bote. Esta cisterna se conecta con un sistema de tuberías para la captación de aguas pluviales desde los techos de los hogares. Permite captar y almacenar el agua de lluvia que cae sobre los techos. Su capacidad ronda entre los 9 mil y 12 mil litros de agua.
Sistema de captación mediante tinaco rotomoldeado de polietileno	Cilindro de un plástico especial el cual cuenta con un acceso en la parte superior y con una llave de paso en la parte de abajo para disponer del agua. Se conecta con un sistema de tuberías para la captación de aguas pluviales. Permite captar y almacenar el agua de lluvia que cae sobre los techos. Su capacidad va desde mil hasta 10 mil litros de agua.

Fuente: Tagle *et al.* (2018).

Las fotografías N° 1 a N° 8 completan la información de la Tabla N° 3 sobre Variedades de sistemas de captación de agua de lluvia identificados en el estudio.

Fotografía N° 1. Tinaco rotomoldeado de polietileno, vivienda en el municipio de Tierra Blanca



Fuente: Tagle *et al.* (2018).

Fotografía N° 2. Tinaco de ferrocemento, vivienda en el municipio de Pénjamo.



Fuente: Tagle *et al.* (2018).

Fotografías N° 3 y N° 4. Sistema de captación de agua de lluvia en vivienda, usando aljibe abierto para almacenar el agua, municipio de Tierra Blanca.



Fuente: Tagle *et al.* (2018).

Fotografía N° 5. Sistema de captación de agua de lluvia en vivienda (tinaco rotomoldeado de polietileno), en el municipio de Apaseo el Alto.



Fuente: Tagle *et al.* (2018).

Fotografía N° 6. Cisterna a cielo abierto en vivienda, municipio de Comonfort.



Fuente: Tagle *et al.* (2018).

Fotografías N° 7y 8. Sistema de cosecha de agua de lluvia comunitaria. Centro deportivo y sistema de captación de agua de lluvia en el municipio de Tierra Blanca. Sis



Fuente: Tagle *et al.* (2018).

Fuente: Tagle *et al.* (2018).

### Inventario y costos de sistemas de captación de agua de lluvia en Guanajuato

Actualmente Guanajuato no cuenta con un censo ecotecnológico integral, que pudiese contribuir a realizar un análisis detallado de la cobertura de estos artefactos en viviendas en distintos territorios; no obstante, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en su encuesta intercensal 2015, incorporó dos ecotecnias en su conteo: a) calentadores solares y b) paneles fotovoltaicos; mostrando el interés institucional por la presencia de estos artefactos en las viviendas de los mexicanos (Álvarez y Tagle, 2019).

En conexión con esto, de acuerdo con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Social y Humano del Estado de Guanajuato, como ejemplo de una de las dependencias que usan ecotecnias en sus programas, entre 2013 y 2015 se instalaron 2,901 ecotecnias en toda la entidad. Calentadores solares: 1,057; paneles fotovoltaicos: 211; baños dignos: 967; baños secos: 185; estufas ecológicas: 286 y 195 sistemas de captación de agua de lluvia, aunque la información no permite ubicar específicamente la distribución de estos artefactos por municipio.

En 2018, Lomnitz, Sotomayor, Vargas, Revollo y Hernández, por encargo del Instituto de Ecología del Gobierno de Guanajuato y por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) de Alemania, evaluaron la aplicación de proyectos relacionados con los impactos del cambio climático en países de desarrollo y emergentes, que para el caso específico mexicano tomó como ejemplo el Estado de Guanajuato. En dicho reporte, se presenta un inventario de sistemas de captación de agua de lluvia para nueve municipios; desagregando entre sistemas instalados, evaluados, en uso y sin operar (Tabla N° 3). En total se reportan 1,263 sistemas de captación de agua de lluvia, lo que muestra el elevado esfuerzo institucional realizado para garantizar el acceso al agua en el Estado; este trabajo identificó que la tasa social de rechazo de dichos sistemas es del 34% (Lomnitz *et al.* (2018).

**Tabla N° 3.** Inventario de sistemas de captación de agua de lluvia en el Estado de Guanajuato.

Municipio	Sistemas instalados	Evaluados	En operación	Fuera de operación
Doctor Mora	105	5	6	4
Dolores Hidalgo	26	8	1	3
Irapuato	133	50	40	7
León	65	6	3	10
Pénjamo	88	52	38	3
Salamanca	20	8	0	12
San Diego de la Unión	117	50	28	8
San Felipe	75	67	40	21
Silao	47	5	1	26
<b>Total</b>	<b>1,263</b>	<b>302</b>	<b>194</b>	<b>101</b>

**Fuente:** Lomnitz, Sotomayor, Vargas, Revollo y Hernández (2018: 5-7).

Respecto a los costos de instalación de un sistema de captación de agua de lluvia, éstos varían de acuerdo a los arreglos de cada municipio y según el tipo de sistema de captación a instalar (tinacos de ferrocemento o rotomoldeados de polietileno). Tras realizar una serie de entrevistas con Directores de Desarrollo Social de los municipios cubiertos en el estudio obtuvimos un rango de costos de entre 17 mil y 25 mil pesos mexicanos (entre 822 y 1208 dólares de EEUU<sup>1</sup>) para la instalación de un sistema de captación con tinaco rotomoldeado de polietileno, y de entre 12 y 15 mil pesos mexicanos (entre 580 y 725 dólares de EEUU<sup>2</sup>) para sistemas con tinacos de ferrocemento.

### Usos y beneficios de la captación de agua de lluvia en Guanajuato

Uno de los retos esenciales que enfrenta la captación de agua de lluvia en Guanajuato es la carencia de un proceso de implementación que tenga como propósito la adopción social por parte de los beneficiarios de la transferencia ecotecnológica. El proceso

<sup>1</sup>A una tasa de cambio de 1 USD por 20.68 pesos mexicanos en diciembre de 2016.

<sup>2</sup>A una tasa de cambio de 1 USD por 20.68 pesos mexicanos en diciembre de 2016.

seguido por las autoridades carece de capacitación, educación ambiental y seguimiento del uso de los artefactos instalados por parte de los receptores, además de la falta de monitoreo de la información sobre el funcionamiento de los sistemas de captación. Este proceso parcial de implementación deriva en una alta tasa de rechazo por parte de los receptores, como ya fue señalado. A pesar de ello, el trabajo de campo realizado, con entrevistas y grupos focales, mostró que los poseedores de sistemas de captación le dan múltiples aplicaciones al agua de lluvia en sus viviendas.

La Tabla N° 4 sintetiza estos usos, y a partir de ello, también los diversos beneficios identificados por los beneficiarios de esta práctica ecotecnológica.

Tabla N° 4. Usos y aplicaciones del Agua de Lluvia dentro de las viviendas con sistemas de captación en los municipios de Pénjamo, Comonfort, Tierra Blanca, Apaseo el Alto y San Felipe, Estado de Guanajuato, México.

<b>Usos y aplicaciones identificados</b>
Agua para consumo humano
Preparación de alimentos
Higiene personal
Lavado de ropa
Limpieza del hogar
Riego de plantas
Producción de alimentos en huertos domésticos
Descarga de baños
Consumo para animales
Aseo de animales
Lavado de unidades motoras
Para humedecer el suelo y reducir el nivel de polvo en el aire

Fuente: Resultados del trabajo de campo (julio-octubre de 2016).

La Tabla N° 5, retoma los beneficios identificados por los poseedores de un sistema de captación de agua de lluvia que le fue otorgado por alguna Dirección de Desarrollo Social de su municipio. Estos beneficios son multidimensionales, mostrando las virtudes del artefacto cuando la gente le da una aplicación.

Tabla N° 5. Beneficios percibidos por los usuarios de sistemas de captación de agua de lluvia en los municipios de Pénjamo, Tierra Blanca, Apaseo el Alto, Comonfort y San Felipe, Estado de Guanajuato, México.

Dimensión	Beneficios intangibles	Beneficios tangibles
SALUD	<p>Apoya a la higiene del hogar.</p> <p>Menor estrés por el acceso al agua por parte de la mujeres y niños.</p> <p>Menor presión en mujeres adultas mayores y mujeres embarazadas.</p>	
ECONOMÍA	<p>Pagan menos por el agua al municipio o a los vendedores de agua (piperos).</p> <p>Las mujeres pueden dedicar tiempo a cuestiones productivas en las cuales reciben un ingreso.</p>	<p>El ahorro promedio obtenido variaba entre \$52 y \$150 pesos-mexicanos mensuales (entre 2.5 y 7 dólares de EEUU)<sup>3</sup>. El rango más alto correspondía al abastecimiento por vendedores de agua (carros-pipa).</p> <p>De acuerdo con el Simulador de Hipoteca Verde del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los trabajadores (INFONAVIT), el ahorro monetario para estos municipios con un sistema de captación de 10 mil litros de agua varía entre \$25 y \$28 pesos mexicanos (entre 1.2 y 1.4 dólares de EEUU<sup>4</sup>) al mes .</p> <p>/Tabla N° 5 Continúa...</p>

3 A una tasa de cambio de 1 USD por 20.68 pesos mexicanos en diciembre de 2016.  
4 una tasa de cambio de 1 USD por 20.68 pesos mexicanos en diciembre de 2016.

Dimensión	Beneficios intangibles	Beneficios tangibles
TIEMPO	Se reducen las visitas al río para la recolección de agua. Ya no se está a la espera de buscar la manguera de uso común. Las mujeres mayores de edad son ampliamente beneficiadas por la reducción de las cargas en tiempo.	Las mujeres entrevistadas señalaron asignar en promedio 8 a 10 horas a la semana para acarrear agua en viviendas sin ningún tipo de conexión.  Para el caso de viviendas abastecidas por carros-pipa, el tiempo promedio destinado semanalmente es de 2 a 3 horas
AMBIENTE	Menor consumo de agua de río y de extracción de pozos. Mayor aprovechamiento del agua y promoción de conciencia ambiental. Menor consumo de energía eléctrica o de gasolina para bombeo de agua, y por tanto, menor contaminación	
RELACIONES FAMILIARES	Mejoran ya que las familias pueden pasar más tiempo juntos. Disminución de conflictos familiares al reducirse las responsabilidades de la búsqueda y acarreo de agua.	

Fuente: Resultados del trabajo de campo (julio-octubre de 2016).

A partir de la información proporcionada por los beneficiarios de sistemas de captación de agua de lluvia entrevistados en Guanajuato, cabe destacar que los sistemas les permiten contar con un abasto de agua regular durante el periodo de lluvias, de mayo a noviembre, para su consumo en las viviendas, evitando recurrir a las formas tradicionales de abastecimiento como son los carros-pipa, el bombeo de agua de pozo o la recolección de agua de río. En esencia, los sistemas les permiten tener cierto nivel de independencia hídrica durante los meses de lluvia y en los meses inmediatos al terminar dicho período. Esto permite que los habitantes de viviendas que no cuentan

con abasto público del agua, puedan reducir el estrés, así como la presión económica que representa la búsqueda de formas alternativas de acceso al agua. Las entrevistas también indicaron que, en algunos casos, como el del municipio de Pénjamo, el agua de lluvia era incluso aplicada para fines de consumo humano sin ningún tipo de potabilización.

Una vez concluida la temporada de lluvias, el agua almacenada en los sistemas de captación, de aproximadamente 10 a 12 mil litros, permite abastecer a una familia de 4 miembros, entre dos a tres meses posteriormente a la última lluvia, esto de acuerdo con las bitácoras y reportes de campo. Dato que se puede traducirse en que los sistemas de captación con capacidad de 12 mil litros permiten a las familias poder autoabastecerse en un rango de 6 a 9 meses por año, otorgando beneficios y ahorros para las familias que dependen de estos sistemas. En esencia, los sistemas les permiten tener cierto nivel de independencia hídrica durante los meses de lluvia y en los meses inmediatos al terminar dicho período. Esto permite que los habitantes de viviendas que no cuentan con abasto público del agua, puedan reducir el estrés, así como la presión económica que representa la búsqueda de formas alternativas de acceso al agua. Las entrevistas también indicaron que, en algunos casos, como el del municipio de Pénjamo, el agua de lluvia era incluso aplicada para fines de consumo humano sin ningún tipo de potabilización.

Ahora bien uno de los elementos preocupantes que identificamos en la estrategia gubernamental para resolver la escasez del agua en las viviendas a través de sistemas de captación de agua de lluvia es la ausencia de un diagnóstico socioeconómico que permita seleccionar con precisión las viviendas que podrían beneficiarse de la provisión de estos sistemas. Un elevado número de las viviendas visitadas en el trabajo de campo (3 de cada 10) constataron que éstas no requerían de un sistema de captación, ya que disponían de una conexión a la red pública de agua.

## Conclusiones

La captación de agua de lluvia en Guanajuato, México, es una práctica cada vez más recurrente en las comunidades rurales del Estado. En esencia, el aumento en el número de sistemas de captación instalados se asocia por la participación de las distintas instancias de gobierno, a nivel estatal y federal, que sumadas a las distintas Asociaciones Civiles que se encuentran interviniendo en la región han promovido la aceptación de estos sistemas entre la gente de las comunidades rurales.

Tal como se ha señalado en otros estudios, como los de Ortiz, Maser y Fuentes(2014) y Lomnitz, Sotomayor, Vargas, Revollo y Hernández (2018), los beneficios asociados con la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia son diversos. En el caso guanajuatense inciden positivamente en edimensiones como la salud, la economía, el uso del tiempo, el ambiente o las relaciones familiares , incluyendo cuestiones recreativas. El desarrollo de estrategias como la captación de agua de lluvia se ha vuelto atractiva para las personas que se encuentran fuera de la zona de cobertura municipal de agua potable, dado que les permite tener mayor tranquilidad en lo que respecta a su acceso al agua.

En este sentido, la investigación concluye que urge profundizar y mejorar los procesos de implementación de sistemas de captación de agua de lluvia que viene realizando el ámbito gubernamental. Para incidir en aquellas viviendas que realmente lo necesitan, se requiere de una gama de cambios sustantivos en los procesos institucionales de los distintos programas que incorporan estos sistemas de captación; desde revisar y evaluar sus programas de manera radical, para mejorar la comprensión de la lógica social de estos procesos por parte de los beneficiarios de un sistema de captación, lo que incluye aspectos fundamentales como capacitación, información y seguimiento; teniendo como punto de arranque un diagnóstico socioeconómico que permita valorar a los sujetos sociales que cumplen con las condiciones para facilitarles la dotación de estos sistemas.

Para finalizar, quiero remarcar la importancia de dar a conocer los beneficios sociales de los sistemas de captación de agua de lluvia como elemento necesario para incidir seriamente en el campo de las políticas públicas y en la expansión del acceso al agua potable para la población, no sólo en las zonas rurales sino también en las zonas urbanas, estableciendo estrategias socioambientales que garanticen el Derecho Humano al Agua con resiliencia hídrica.

## Referencias

Aguilera, Federico (2016). Naturaleza Humana, Economía y Cultura. Hábitos de pensamiento y reglas de juego. Málaga: Ediciones del Genal.

Álvarez, Lorena y Daniel Tagle (2019). "Transferencia de ecotecnologías y su adopción social en localidades vulnerables: una metodología para valorar su viabilidad." Ciencia UAT 83. págs. 83-99.

Barkin, David (2006). La Gestión del Agua Urbana en México. Retos, debates y bienestar. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Barkin, David (2008). "Presentación". Argumentos. Año 21. N° 56. págs. 7-15. Nueva época.

Barkin, David, Mario Fuentes y Daniel Tagle (2011). "El crecimiento económico, la crisis ambiental y el marxismo. Debates y perspectivas epistemológicas." Revista Pensar. Epistemología y Ciencias Sociales. N°6, págs. 15-30.

CONAGUA – Comisión Nacional del Agua (2018). Estadísticas del Agua en México 2018. Ciudad de México: CONAGUA.

CONAGUA – Comisión Nacional del Agua (2015), "Comisión Nacional del Agua, Acciones y Programas, Disponibilidad por Acuíferos, Guanajuato". Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/guanajuato-74892>. Consultado en julio de 2019.

CEAG – Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (2011). Diagnóstico sectorial del agua potable y saneamiento 2011 del Estado de Guanajuato. Guanajuato: CEAG. Disponible en: <http://seia.guanajuato.gob.mx/document/Diagnostico2011.pdf>. Consultado en: julio de 2019.

COTAS – Consejo Técnico de Aguas de León (2011). "Informe de los COTAS del Estado de Guanajuato". Guanajuato: COTAS. Disponible en: <http://>

cotas-guanajuato.blogspot.com/p/zona-centro.html. Consultado en julio de 2016.

Duncan, Foley (2003). Unholy Trinity: Labor, Capital and Land in the new economy. Routledge.

Georgescu-Roegen, Nicholas (1971). The Entropy Law and the Economic Process, Cambridge, MA.: Harvard University Press.

Gleason, José (2014). Sistemas de Agua Sustentables en las Ciudades. Ciudad de México: Trillas.

IEEG – Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2008). Programa Estatal de Protección al Ambiente de Guanajuato 2007-2012. Guanajuato: IEEG. Disponible en: [http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/micro/biblioteca/politica\\_ambiental/Programa\\_Estatal\\_de\\_Proteccion\\_al\\_Ambiente\\_Guanajuato\\_2007-2012.pdf](http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/micro/biblioteca/politica_ambiental/Programa_Estatal_de_Proteccion_al_Ambiente_Guanajuato_2007-2012.pdf). Consultado en julio de 2016.

IEEG – Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2012a). "Informe ambiental del Estado de Guanajuato 2012". Guanajuato: IEEG. Disponible en: <http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/>. Consultado en julio de 2016.

IEEG – Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2012b). Programa de educación y comunicación ambiental para la sustentabilidad en condiciones de cambio climático del Estado de Guanajuato. Guanajuato: IEEG. Disponible en: [http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/micro/biblioteca/cambio\\_climatico/Programa\\_Estatal\\_de\\_Cambio\\_Climatico.pdf](http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/micro/biblioteca/cambio_climatico/Programa_Estatal_de_Cambio_Climatico.pdf). Consultado en julio de 2016.

INEGI – Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). Encuesta Intercensal 2015. Ciudad de México: INEGI.

Isla Urbana (2019), "Lluvia para Todxs", Disponible en: <https://islaurbana.org/>. Consultado en octubre de 2019.

Latouche, Serge (2009). Pequeño Tratado del Decrecimiento Sereno. Barcelona: Icaria.

Lomnitz, Enrique, José Sotomayor, David Vargas, Daniel Revollo, y Carmen Hernández(2018). "Evaluación del programa integral de sustentabilidad comunitaria del Estado de Guanajuato, componente sistemas de captación de agua de lluvia."Guanajuato: Instituto de Ecología del Gobierno de Guanajuato y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Martínez, José Luis., (2013). Directrices, Lineamientos y Guía Metodológica para la evaluación de la adopción social de ecotecnias en localidades marginadas menores de 2,500 habitantes. Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

ONU – Organización de las Naciones Unidas (2010, "El derecho humano al agua y el saneamiento", Nueva York: ONU.

Ortiz, Jorge Adrián , Omar Raúl Masera, y Alfredo Fernando. Fuentes Gutiérrez (2014). La Ecotecnología en México. Unidad de Ecotecnologías, Morelia: Imagia, CIECO, UNAM.

Rivero, María Elena. (2012). "Transferencia de ecotecnias", JiutepecMorelos, México:IMTA.Disponible en:[https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/07/Transferencia-Ecotecnias\\_MERB\\_IMTA.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/07/Transferencia-Ecotecnias_MERB_IMTA.pdf). Consultado en: julio de 2019.

Rojas. Teresa., José Luis Martínez y Daniel Murillo (2009). Cultura Hidráulica y Simbolismo Mesoamericano del Agua en el México Prehispánico. Jiutepec Morelos, México: IMTA.

Tickner, Joel y Jorge Riechmann (coords.) (2002). El Principio de Precaución en medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica. Barcelona: Icaria.

SAPAL – Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (2019), "Acuífero del Valle de León". León, Guanajuato: SAPAL. Disponible en: <https://www.sapal.gob.mx/servicios/aguapotable>. Consultado en julio de 2019.

SEDESHU – Secretaría de Desarrollo Social y Humano del Estado de Guanajuato (2015). "Términos de referencia: 'Transformación sociocultural, uso y aplicación de ecotecnias para el mejoramiento de la vivienda de las familias vulnerables de los municipios de Pénjamo, Apaseo el Alto, Tierra Blanca, Comonfort y San Felipe en el Estado de Guanajuato, México'", Guanajuato: Gobierno del Estado de Guanajuato.

Tagle, Daniel, Caldera, Alex y Juan Antonio Rodríguez (2017): "Complejidad ambiental en el bajío mexicano: implicaciones del proyecto civilizatorio vinculado al crecimiento económico." Región y Sociedad N° 68, págs. 193-221.

Tagle, Daniel, Carmen Álvarez y Alex Caldera (2018). La cosecha de agua de Lluvia en Guanajuato, México: usos, impactos y resistencias. En Daniel Tagle y Jacobo. Herrera (coordinadores). Análisis Multidimensional en la Implementación de ecotecnias. Reflexiones teórico-prácticas. Ciudad de México: Fontamara, págs.99-105.

Toledo, Víctor (2015). "¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico política." Interdisciplina Vol. 3, N°7. págs. 35-55.

Toledo, Víctor (2019). Los Civilizacionarios. Repensar la modernidad desde la ecología política. Ciudad de México: UNAM.



**WATERLATGOBACIT**