



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

---

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA  
EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA**

**Maestría en Ciencias en Conservación  
y Aprovechamiento de los Recursos Naturales  
Especialidad en Biodiversidad del Neotrópico**

**“GOBERNANZA Y GESTIÓN LOCAL DEL AGUA USO DOMESTICO EN LA  
SUBCUENCA DEL RÍO ATOYAC, OAXACA, MÉXICO”**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:  
M A E S T R O E N C I E N C I A S**

**PRESENTA  
ING. FERNANDO GUMETA GÓMEZ**

**DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. ELVIRA DURÁN MEDINA**

Santa Cruz Xoxocotlán, Octubre 2015.



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

## ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 20 del mes de noviembre del 2015 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: **“Gobernanza y gestión local del agua uso doméstico en la subcuenta del rio Atoyac, Oaxaca, México”**

Presentada por el alumno:

<b>Gumeta</b> Apellido paterno	<b>Gómez</b> materno	<b>Fernando</b> nombre(s)
		Con registro: B 1 3 0 0 6 5

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA  
Director de tesis

Dra. Elvira Durán Medina

Dr. Emilio Martínez Ramírez

Dr. Gabriel Ramos Fernández

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez

Dr. Gustavo Hindiosa Arango

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. José Rodolfo Martínez y Cárdenas



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACION PARA  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
CIIDIR  
UNIDAD OAXACA



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 02 del mes de diciembre del año 2015, el (la) que suscribe **Gumeta Gómez Fernando** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro B130065, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Elvira Duran Medina y cede los derechos del trabajo titulado: **“Gobernanza y gestión local del agua uso doméstico en la subcuenta del río Atoyac, Oaxaca, México”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: [posgradoax@ipn.mx](mailto:posgradoax@ipn.mx) ó [fernandgu3@gmail.com](mailto:fernandgu3@gmail.com). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
**Gumeta Gómez Fernando**



## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto Politécnico Nacional, por brindarme la oportunidad de seguir preparándome y realizar la Maestría en Ciencias en las instalaciones del CIIDIR-Oaxaca.

A los integrantes de los Comités del Agua de Cuilapam de Guerrero, Jalapa del Valle, San Martín Tilcajete y Santa Catarina Minas, y los usuarios entrevistados por abrirme la puerta de sus hogares y permitirme obtener información valiosa para realizar esta investigación.

Al Comisariado de Bienes Ejidales y Comunales de Jalapa del Valles, San Martín Tilcajete y Santa Catarina Minas que nos permitieron realizar los recorridos en sus bosques y obtener los datos de cartografía. Asimismo a las autoridades locales por brindarnos su apoyo.

A la Dra. Elvira Durán Medina, por todas sus enseñanzas y su disposición en las asesorías otorgadas durante la realización de esta investigación, por ayudarme en la fase de campo, por brindarme sus consejos y por ser parte esencial en mi formación académica.

Al Dr. David Bray, al Dr. Emilio Martínez, Dr. Salvador Belmonte, Dr. Gustavo Hinojosa, Dr. José Luis Chávez Servia y Dr. Gabriel Ramos Fernández por sus asesorías y por sus valiosos comentarios para mejorar esta investigación.

Al Biólogo Raúl Rivera, por su valiosa asesoría brindada para la elaboración de la cartografía utilizada en este trabajo de investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por otorgarme los recursos económicos necesarios para realizar esta investigación.

Al programa de Becas Mixtas que me otorgo los recursos necesarios para realizar una estancia en el CATIE, Costa Rica. Así como, al programa de Becas de Intercambio del Instituto Politécnico Nacional que fue un recurso complementario para la realización de la estancia en Costa Rica.

Al proyecto SIP-20140771 “Importancia del Capital Social para la Provisión de Servicios Ambientales en Bosques Comunitarios de Oaxaca, México” y al proyecto SIP 20150962 “Resiliencia social-ecológica en los bosques comunitarios de Oaxaca, México”, por apoyarme económicamente para cubrir parte de los trabajos de campo en el bosque.

Al programa PIFI (después BEIFI) por otorgarme una beca para realizar trabajo de campo.

Al programa de Becas Tesis del Instituto Politécnico Nacional por otorgarle los recursos necesarios para finalizar el desarrollo de esta tesis.

Finalmente, y siendo lo más importante a Dios, a mi familia, y amigos que me apoyaron durante esta etapa de mi vida, y me dieron la fuerza para culminarlo.

CONTENIDO	
“GOBERNANZA Y GESTIÓN LOCAL DEL AGUA USO DOMESTICO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ATOYAC, OAXACA, MÉXICO” .....	1
AGRADECIMIENTOS .....	4
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I GENERALIDADES SOBRE LA TESIS.....	16
INTRODUCCIÓN .....	16
MARCO TEÓRICO.....	20
El Agua como un Recurso de Uso Común (RUC).....	20
El agua de uso doméstico como Sistema Sociales-Ecológicos (SSE).....	21
Sustentabilidad del agua.....	28
JUSTIFICACION .....	31
HIPÓTESIS GENERAL .....	32
OBJETIVO GENERAL.....	32
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
MÉTODOS .....	33
Sitio de estudio.....	33
Aproximación metodológica de la investigación .....	35
Obtención de datos .....	36
Análisis cartográfico .....	38
Análisis estadístico de los datos .....	39
ESTRUCTURA DE LA TESIS .....	40
REFERENCIAS .....	41
CAPÍTULO II COBERTURA FORESTAL EN MICROCUENCAS Y SU RELACIÓN CON LA PERCEPCIÓN Y LA ACCION DE LOS USUARIOS EN EL RÍO ATOYAC, OAXACA, MÉXICO.....	49
RESUMEN.....	49
INTRODUCCIÓN .....	50
MÉTODOS .....	53
Sitio de estudio.....	53
Cartografía de la cobertura forestal de las microcuencas.....	57
Acciones de restauración ecológica .....	58
Percepción y conocimiento de los usuarios.....	59

Análisis estadístico.....	59
RESULTADOS.....	61
Cobertura Forestal y características de las microcuencas .....	61
Acciones restauración de las microcuencas .....	66
Percepción y conocimiento de los usuarios.....	67
Relación de la cobertura forestal con la percepción de los usuarios .....	69
DISCUSIÓN .....	71
Cobertura forestal y acciones de restauración.....	71
Relación de la cobertura forestal con la percepción de los usuarios .....	75
CONCLUSIONES .....	79
REFERENCIAS .....	81
ANEXO II. A. Método de cartografía participativa propuesto por Durán et al., 2014. ....	88
ANEXO II. B. Recategorización de la variable dependiente (cobertura forestal de las microcuencas) y las variables independientes (de percepción y conocimiento sobre las microcuencas). ....	89
<b>CAPÍTULO III GOBERNANZA Y GESTIÓN LOCAL DEL AGUA PARA USO DOMÉSTICO: CUATRO CASOS DE ESTUDIO DE COMITÉS DE USUARIOS DEL AGUA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ATOYAC, OAXACA, MÉXICO.....</b>	<b>91</b>
<b>PALABRAS CLAVES:</b> .....	<b>92</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>92</b>
<b>MÉTODOS</b> .....	<b>94</b>
Sitio de estudio.....	94
Análisis de los datos.....	99
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>100</b>
Estructura y operatividad .....	100
Reglas institucionales.....	108
Percepción social sobre los procesos de gobernanza y gestión del agua.....	113
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>120</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>126</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>128</b>
ANEXO III. A. Manejo de las variables que formaron parte de las entrevistas de actores claves y usuarios, con respecto a los datos socioeconómicos y la percepción social sobre los procesos de gobernanza y gestión del agua llevada a cabo por los CAs.....	132
<b>CAPÍTULO IV SUSTENTABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO DE COMITÉS DEL AGUA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ATOYAC, OAXACA, MÉXICO. ....</b>	<b>136</b>

RESUMEN.....	136
INTRODUCCIÓN .....	137
MÉTODO.....	141
Sitio de estudio .....	141
Indicadores de Sustentabilidad.....	144
Análisis de los indicadores de sustentabilidad .....	144
RESULTADO.....	146
Desempeño ecológico .....	146
Desempeño social.....	147
DISCUSIÓN .....	149
Desempeño ecológico .....	149
Desempeño social.....	155
Potencial de los CAs para lograr la sustentabilidad del agua.....	159
CONCLUSIONES .....	161
REFERENCIAS .....	163
ANEXO 1. Artículo sometido a la Revista Acta Universitaria.....	170
Multilevel governance for local management of drinking water in Latin America: case studies from Costa Rica, Honduras and Mexico .....	170
Abstract .....	170
Resumen.....	171
Introduction .....	171
Materials and Methods.....	173
<i>Study area</i> .....	173
<i>Data collection in the field and literature review</i> .....	175
Results.....	176
<i>The legal framework</i> .....	176
<i>Committees Structure and Operation</i> .....	177
Multi-scale governance .....	180
Efficiency for the provision and conservation of water resources .....	181
Discussion .....	182
<i>Legal framework</i> .....	182
<i>Operability and Structure</i> .....	184
<i>Multilevel Governance</i> .....	185



<i>Efficiency for provision and conservation</i> .....	185
Conclusions .....	187
Acknowledgements .....	187
References .....	188
ANEXO 2. Entrevista a actores claves.....	197
ANEXO 3. Entrevista a usuarios del agua .....	210
ANEXO 4. Mapa entregado al CAs de Tilcajete. Microcuencas, los afluentes de agua y la infraestructura de abasto de agua. ....	222
ANEXO 5. Material de divulgación científica realizado para el CAs de Barrio San Juan de Cuilápam de Guerrero .....	223
ANEXO 6. Constancias de participación a congresos y seminarios internacionales e institucionales para presentar apartados de la tesis. ....	225
ANEXO 7. Constancia de inscripción en el programa de Intercambio estudiantil en el CATIE Turrialba, Costa Rica. ....	229
ANEXO 8. Mención honorífica obtenida en el Concurso Internacional de Fotografía organizado por la FAO para el XIV World Forestry Congress 2015, Durban, Sudafrica, el cual fue puesto en el calendario People and Forest 2016. Esta foto fue tomada durante los recorridos a las áreas de recarga hídrica con bosque del ejido de Jalapa del Valle y que fueron parte del trabajo de campo de la tesis.....	230

## Índice de Tablas

Tabla I.1. Variables de primer nivel y segundo nivel propuesto para el marco analítico de los SSE de Ostrom (2009) y modificado por McGinnis y Ostrom (2014). .....	23
Tabla I. 2. Variables de desempeño ecológico y social (segundo nivel), de acuerdo al marco analítico propuesto por Ostrom (2009) y modificado por McGinnis y Ostrom (2014). Estas variables pueden ser explicadas a partir de variables de tercer nivel que han sido utilizadas por diferentes autores. Las variables de tercer nivel propuestas se comparan con las variables utilizadas por van Leeuwen y Chandy (2014), para ver su compatibilidad.....	30
Tabla I. 3. Características que integran a los casos de estudios seleccionados. En el caso de Cuilápam está conformado por ocho CAs ya que la población es muy grande y dispersa y fueron seleccionados cuatro de los ocho CAS para este estudio. En los casos de Tilcajete y Minas, los CAs están asentados y tienen influencia sobre dos microcuencas. ....	34
Tabla II.1. Características que integran a los casos de estudios seleccionados. En el caso de Cuilápam está conformado por ocho CAs ya que la población es muy grande y dispersa y fueron seleccionados cuatro de los ocho CAS para este estudio. En los casos de Tilcajete y Minas, los CAs están asentados sobre dos microcuencas. ....	55
Tabla II.2. Características de las microcuencas que proveen de agua a los CAs estudiados .....	64
Tabla II.3. Áreas de las coberturas forestales y los usos de suelos de las microcuencas .....	64
Tabla II.4. Acciones de restauración en las microcuencas de estudio.....	67
Tabla II.5. Percepción y conocimientos sobre el recurso hídrico y los bosques por parte de usuarios del agua en los distintos CAs analizados. ....	68
Tabla II.6. Cinco modelos de regresión para describir la relación entre la cobertura forestal de las microcuencas y las variables de percepción social sobre el agua, los bosques y sus amenazas. ....	69
Tabla II.7. Resultado del análisis de varianza de la cobertura forestal en las microcuencas con las variables de percepción y conocimiento sobre los recursos. Para este caso la cobertura forestal de la microcuenca de Minas fue de 11% .....	70
Tabla II.8. Resultado del análisis de varianza de la cobertura forestal en las microcuencas con las variables de percepción y conocimiento sobre los recursos. Para este caso la cobertura forestal de la microcuenca de Minas fue de 52.5% .....	71
Tabla III.1. Características que integran a los casos de estudios seleccionados. En el caso de Cuilápam está conformado por ocho CAs ya que la población es muy grande y dispersa y fueron seleccionados cuatro de los ocho CAS para este estudio. En los casos de Tilcajete y Minas, los CAs están asentados y tienen influencia sobre dos microcuencas. ....	96
Tabla III.2. Ámbito en que operan distintos tipos de reglas conforme el marco institucional de Ostrom (1990), ejemplificándolas en los CAs y comparando con el régimen de propiedad común en México.....	111
Tabla III.3. Reglas de elección colectiva de los Comités de Agua (CAs), en referencia a Madrigal et al. (2011) para las instituciones de gobernanza del agua para uso doméstico. 0=No reglas o no se cumplen, 1=reglas que se cumplen. ....	112
Tabla III.4. Reglas operacionales de los CAs estudiados (reglas de cobranza del agua, mantenimiento de infraestructura, calidad del agua, rendición de cuentas, monitoreos y sanciones),	

los cuales usan como referencia lo propuesto por Madrigal et al. (2011) para las instituciones de gobernanza del agua de ciudadanos. 0=No reglas o no se cumplen, 1=reglas que se cumplen. ....	112
Tabla III.5. Preguntas con mayor inercia de la entrevista de usuarios, que en conjunto explican un 87.22% de la varianza entre los CAs estudiados. * Mayor contribución o inercia. ....	114
Tabla III.6. Preguntas con mayor inercia de la entrevista de actores claves, que en conjunto explican un 87.22% de la varianza entre los CAs estudiados. * Mayor contribución o inercia. ....	115
Tabla IV.1. Características que integran a los casos de estudios seleccionados. En el caso de Cuilápam está conformado por ocho CAs ya que la población es muy grande y dispersa y fueron seleccionados cuatro de los ocho CAS para este estudio. En los casos de Tilcajete y Minas, los CAs están asentados y tienen influencia sobre dos microcuencas .....	143
Tabla IV.2. Variables de 2° nivel propuesto por McGinnis y Ostrom (2014) y su medición a partir de variables de 3° nivel propuestos en base a una revisión bibliográfica. Así como su aproximación metodológica y la fuente, que ayudan al análisis de sustentabilidad de los sistemas hidrológicos manejados por los Comités de Agua (CAs). * si aplica .....	145
Tabla IV.3. Comparación de los porcentajes de provisión del agua potable en las viviendas entre los datos obtenidos por esta investigación, los datos reportados por INEGI en el Censo de Población y Vivienda del 2010 y la Media Nacional. ....	156

## Índice de Figuras

Figura I.1. Componentes de <i>Unidades del recurso</i> (Resources Units; leyenda en inglés), <i>Sistema del recurso</i> (Resource system; leyenda en inglés), <i>Sistema de gobernanza</i> (Governance system; leyenda en inglés) y <i>Usuarios</i> (Users; leyenda en inglés). Así como sus <i>interacciones</i> (Interactions; leyenda en inglés) y los <i>resultados</i> producidos (Outcomes; leyenda en inglés) en los Sistemas Sociales-Ecológicos. Los cuales se ven influenciados por las <i>configuraciones sociales, económicas y políticas</i> (S) y los <i>ecosistemas relacionados</i> (Related ecosystems; leyenda en inglés) en los que se encuentran inmersos. Fuente: Ostrom (2009). ....	22
Figura I. 2. a) Macrolocalización de la Cuenca del Río Verde-Atoyac, en el estado de Oaxaca, México. b) Subcuencas del río Verde-Atoyac, las subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez está representada por patrón rayado; las microcuencas donde se asientan los casos de estudio, están en fondo gris. c) Localización de las microcuencas (fondo gris), las delimitaciones político-administrativas de los municipios y núcleos agrarios (comunidad y/o ejidos), donde se ubican los CAs estudiados. ....	35
Figura I. 3. Aproximación metodológica de la investigación. Las preguntas de investigación conforman cada uno de los objetivos específicos de la tesis. Los métodos, los casos de estudios son generales para todos los objetivos. La obtención de los datos varió de acuerdo a la pregunta de investigación. En el apartado de Análisis se encuentra separados por números cuales fueron las variables independientes (recuadro derecho) utilizadas para explicar las variables dependientes (recuadro izquierdo). ....	36
Figura II.1. a) Macrolocalización de la Cuenca del Río Verde-Atoyac, en el estado de Oaxaca, México. b) Subcuencas del río Verde-Atoyac, las subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez está representada por patrón rayado y las microcuencas donde se asientan los casos de estudio están en fondo gris. c) Localización de las microcuencas (fondo gris), las delimitaciones político-	

administrativas de los municipios y núcleos agrarios (comunidad y/o ejidos), donde se ubican los CAs estudiados.....	56
Figura II.2. Pasos seguidos para la realización de los análisis mediante regresión logística multinomial (ARLM). Se realizaron ARLM para dos matrices de datos, 1) donde la cobertura de la microcuenca de Minas fue 11% y 2) otra donde la cobertura de Minas fue 52%. Esto debido a que en Minas está situado en dos microcuencas con cobertura forestales contrastantes. ....	61
Figura II.3. Mapas de la cobertura forestal y uso de suelo y acciones de restauración en las microcuencas estudiadas .....	65
Figura III.1. a) Macrolocalización de la Cuenca del Río Verde-Atoyac, en el estado de Oaxaca, México. b) Subcuencas del río Verde-Atoyac, las subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez está representada por patrón rayado y las microcuencas donde se asientan los casos de estudio, están en fondo gris. c) Localización de las microcuencas (fondo gris), las delimitaciones político-administrativas de los municipios y núcleos agrarios (comunidad y/o ejidos), donde se ubican los CAs estudiados.....	97
Figura III.2. Modelos de gobernanza y gestión del agua de los CAs estudiados. La diferencia reside en los actores involucrados en los procesos de toma de decisiones y de la gestión del agua. a) Caso CAs de Cuilapam de Guerrero (n=4), b) caso Santa Catarina Minas (n=1), c) caso Jalapa del Valle (n=1) y d) caso San Martín Tilcajete (n=1). Flecha continúa: Relación de causalidad directa. Flecha discontinua: retroalimentación. ....	105
Figura III.3. Grafica de dispersión de la percepción de cada usuario entrevistado agrupado de acuerdo a cada CAs, para el eje 1 y 2 (grafica izquierda) con un total de 38.8% de la variabilidad explicada; y para el eje 2 y 3 (grafica derecha) con un total del 35.9% de la variabilidad explicada. ....	118
Figura III.4. Grafica de dispersión de la percepción de cada actor clave entrevistado agrupado de acuerdo a cada CAs, para el eje 1 y 2 (grafica izquierda) con un total de 51.8% de la variabilidad explicada; y para el eje 2 y 3 (grafica derecha) con un total del 40.4% de la variabilidad. ....	119
Figura III.5. Gradiente de acuerdo al mayor o menor involucramiento del Municipio y de los Usuarios.....	122
Figura IV.1. Componentes o Variables de primer orden: Leyendas en inglés: <i>Unidades del recurso</i> (Resources Units), <i>Sistema del recurso</i> (Resource system), <i>Sistema de gobernanza</i> (Governance system) y Usuarios (Users). Así como sus <i>interacciones</i> (Interactions) y los <i>resultados</i> producidos (Outcomes) en los Sistemas Sociales-Ecológicos. Fuente: Ostrom (2009). ....	140
Figura IV.2. a) Macrolocalización de la Cuenca del Río Verde-Atoyac, en el estado de Oaxaca, México. b) Subcuencas del río Verde-Atoyac, las subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez está representada por patrón rayado y las microcuencas donde se asientan los casos.....	142
Figura IV.3. Resultados de las variables de tercer nivel utilizadas para medir el desempeño ecológico y social en los CAs estudiados. En el caso de Tilcajete, para la variable de eficiencia económica los datos no fueron proporcionados por el municipio por lo que la variable presenta un valor cero.....	148

## **RESUMEN**

El agua dulce es un recurso vital, cada vez menos disponible para la humanidad. Su disponibilidad está en crisis por problemas asociados a su gobernanza. En este trabajo se documentó la existencia de regímenes de gobernanza y gestión del agua locales a través de comités de usuarios del agua (CAs), en la subcuenca del río Atoyac, Oaxaca; los cuales han solventado problemas de escases y de inadecuada gestión del recurso por parte de los municipios y el Estado. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la gobernanza y gestión del agua de uso doméstico mediante CAs y sus componentes como Sistemas Social-Ecológicos (SSE), en cuatro casos de estudio de la Subcuenca del Río Atoyac y evaluar su sustentabilidad a partir del desempeño ecológico y social. Los cuatro casos fueron 7 CAs de diferentes comunidades: Cuilápam de Guerrero (4), Jalapa del Valle (1), San Martín Tilcajete (1) y Santa Catarina Minas (1). Los datos se colectaron a partir de cartografía participativa, entrevistas informales y entrevistas semiestructuradas, observación participante y revisión documental. Los resultados obtenidos mostraron que los CAs operan bajo un régimen de gobernanza y gestión del agua para uso doméstico de múltiple nivel, basados en autogobernanza, pero que interactúa en diferente grado con otras instituciones locales y gubernamentales como el Municipio, Autoridades Agrarias, CONAGUA, CONAFOR, CONANP y No Gubernamentales. Todos los casos estudiados mostraron potencial para lograr la sustentabilidad del recurso a escala local, cuando existe mayor certidumbre de la tenencia de la tierra, reglas de sanciones graduadas escritas y monitoreo, mecanismos de rendición de cuentas y gobernanza de múltiple nivel. Sin embargo, no son considerados dentro de la Ley de Aguas Nacionales, lo que amenaza su existencia. Los CAs podrían

coadyuvar en asegurar la provisión del agua principalmente en las zonas rurales o semiurbanas y en la conservación y recuperación de cuencas hidrológicas sobreexplotadas.

**Palabras Claves:** Sistemas Sociales-Ecológico, provisión de agua, regímenes de gobernanza, cartografía participativa, Comités de Usuarios del Agua

## **ABSTRACT**

Drinking water is a common use resource for all humanity that has become scarcer day-by-day mainly related to governance issues. This work documents the existence of local governance and water management regimes throughout water user committees (Comités del Agua or CAs as in Spanish) in the micro-watershed of the Atoyac River in Oaxaca. This regime has solved water supply and inadequate management of this resource by government institutions, such as municipalities and state agencies. We aimed to characterize governance and water management for drinking water by CAs and their components as Socio Ecological Systems (SES), at four case studies in the Atoyac micro-watershed. We evaluated its sustainability considering ecological and social performances. We studied 7 CAs located at 4 different communities: Cuilápam de Guerrero (4), Jalapa del Valle (1), San Martín Tilcajete (1) and Santa Catarina Minas (1). Participatory mapping, participant observation, informal and semi-structured interviews, and literature review were used for data collection. Our results demonstrate that CAs are multi-level regimes based on self-governance but with interactions with other local institutions at various levels, e.g. the Municipality, the Comisariado, CONAGUA, CONAFOR, CONANP, and Non-governmental Organizations. All cases have high potential to achieve local sustainability if land tenure of the upper watershed is not an uncertainty; there are written rules and progressive sanctions, a monitoring program, accountability and multi-level governance. Nonetheless, CAs are not recognized in the

National Water Law and their very existence is at risk. CAs could contribute to ensure water provision on rural and semi-urban areas, and for the conservation and restoration of overexploited watersheds.

**Keywords:** Socio Ecological Systems, water provision, governance regimes, participatory mapping, Water Users Committees

## **CAPÍTULO I GENERALIDADES SOBRE LA TESIS**

### **INTRODUCCIÓN**

El agua de uso doméstico es un recurso importante para la vida cotidiana de la gente. Con el crecimiento de la población humana, en asentamientos urbanos y semiurbanos ha aumentado la demanda de agua (Rosegrant et al., 2002). Abastecer las demandas para usos agrícolas-pecuarios y uso doméstico e industrial, ha ocasionado que en varias regiones del mundo ocurra sobreexplotación de los acuíferos y de los cuerpos de agua superficiales como ríos, lagos y manantiales (Pulwarty et al., 2005). Aunado a esto, se suman los problemas de deforestación en áreas de recarga hídrica y de contaminación, lo cual constituyen amenazas al reducir la disponibilidad del agua o la calidad de ésta (Gleik, 1993; Schoonover, et al., 2006). En la última década se habla de crisis del agua (WWC, 2006), como un asunto de seguridad nacional, principalmente porque la falta de este recurso atenta contra el cumplimiento del derecho humano de acceso al agua segura (disponible en cantidad y calidad aceptable; UNDP, 2006). Actualmente, en la mayoría de las áreas no urbanizadas del mundo, el agua para uso doméstico no es segura (WHO-UNICEF, 2014); y se estima que para el 2030, hasta el 50% de la población mundial, principalmente en países emergentes y en desarrollo, vivirá en zonas de escasas de agua (ONU, 2014). En general, decisiones no adecuadas sobre el recurso hídrico conducen a la escases, el desabasto del agua o a su contaminación. La escases de agua suele ocurrir aun en situaciones en que podría ser disponible; por ello se ha planteado que la crisis del agua puede llegar a ser un problema no de la disponibilidad del recurso o de infraestructura hidráulica, sino de tipo social ligado a su gobernanza (WWAP, 2006).



Las investigaciones y políticas públicas para gobernar la gestión del agua de uso doméstico ha seguido tres grandes tendencias (Meinzen-Dick, 2007): 1) El régimen centralizado del Estado, 2) El régimen en instituciones del mercado y 3) Regímenes ciudadanos que operan a nivel local (Madrigal et al., 2011; Naiga et al., 2015; Gumeta-Gómez et al. *sometido*). El primer régimen se centra en el rol del Estado como ente regulador con gran capacidad de gestión. Wittfogel (1957) argumentó que una sólida organización gubernamental es necesaria para ejecutar, financiar, construir y mantener grandes sistemas hidráulicos. Aunque este enfoque le ha apostado fuertemente al desarrollo de la ingeniería hidráulica para resolver problemas en el desempeño del sistema del agua (Gourbesville, 2008), solo ha funcionado en situaciones específicas de ciudades muy desarrolladas tales como Arabia Saudita y China (Lautzen et al., 2011) y su funcionalidad ha sido decadente en muchos otros lugares con contextos no urbanos (Ostrom, 1990). El segundo régimen mediante el rol de las instituciones del mercado, como las empresas proveedoras del servicio del agua para uso doméstico, de igual forma no han logrado el desempeño esperado, registrándose casos como en Cochabamba, Bolivia, donde se exacerbó aún más la desigualdad social y la pobreza y termino estallando en una guerra por el agua (Dwinell y Olivera, 2014). Estos regímenes de gobernanza se caracterizan por una toma de decisiones de arriba hacia abajo (top-down), que manejan el recurso mediante el modelo de comando-control (Meffe et al., 2002). Se ha argumentado que ambos, el régimen controlado por el estado como el controlado por el mercado, presentan fallas como son: poca compatibilidad con las condiciones locales, marcos de rendición de cuentas poco claras o inexistentes, corrupción, sobrerregulación del recurso, fragmentación de sectores y limitación de la participación social a niveles simbólicos e inexistentes (Jessop, 1998; Meffe, et al., 2002;

Rogers, 2002; Zurbriggen, 2011). La tercera tendencia a partir de regímenes ciudadanos del agua, involucra activamente a los usuarios para el manejo organizado del recurso. Este régimen se considera una alternativa para gobernar y gestionar el agua a nivel local (Ostrom, 1990; Zurbriggen, 2011) y se ha documentado en África, Asia y América Latina (Kleemeier, 2000; Propokky, 2005; Mwangi, 2007; Knipier, et al., 2010; Madrigal et al., 2011; Marks y Davis, 2012), donde ha mostrado un buen desempeño en la eficiencia de la provisión del agua y, en algunos casos, en la sustentabilidad local del recurso hídrico. Este régimen de gobernanza promueve la acción colectiva de los usuarios y se caracterizan por una distribución descentralizada del poder y de las responsabilidades de gestión del agua (Ostrom, 1990). La toma de decisión y acuerdos es ejercida mediante instituciones locales formales e informales (que no tienen reconocimiento explícito en las leyes y en documentos políticos; Marín y Berkes, 2010).

Cuando el agua para uso doméstico es manejada de manera organizada, a través de un sistema que provee del recurso a un colectivo de usuarios, se puede considerar que opera como un recurso de uso común (RUC) *sensu* (Ostrom, 1990). Concebida como RUC, el sistema de abasto del agua también puede considerarse como un particular Sistema Social-Ecológico (SSE; Ostrom, 2009; Madrigal et al., 2011; Naiga et al., 2015) ya que para hacer disponible el agua interactúa tanto un subsistema biofísico como un subsistema social (Janssen y Ostrom, 2006). En el subsistema biofísico está incluido lo que Ostrom (1980) denomina el sistema del recurso (las cuencas hidrográficas o los cuerpos de agua naturales), el cual está en estrecha relación con la cobertura y los usos del suelo en la áreas de recarga hídrica (Bruijnzeel, 2004). De esta manera, se asegura el flujo de unidades del recurso (metros cúbicos de agua que se extraen y se distribuyen en el sistema hidráulico; Ostrom,

2011). El subsistema social establece la gobernanza sobre el recurso (sistema de reglas o instituciones para la toma de decisiones sobre la gestión del recurso) y sus usuarios involucrados (Ostrom, 2009); así como la infraestructura hidráulica con la cual se distribuye el recurso. Los SSE son complejos y operan a distintas escalas, asimismo se caracterizan por una gran diversidad social, política, económica, ecológica y técnica (Ostrom, 2009; Knipier, et al., 2010), sin embargo, suelen ser relativamente más simple en contextos locales que son más homogéneos.

Dado que hay necesidad apremiante de resolver las necesidades de agua (Knipier, et al., 2010) y que cada vez más se reconoce la importancia de los regímenes de gobernanza ciudadanos (Madrigal et al. 2011). Este estudio se enfocó a analizar la gobernanza y gestión del agua para uso doméstico en los Comités del Agua Potable, que operan en asentamientos humanos rurales o semirurales periféricos a la ciudad de Oaxaca de Juárez, México (los cuales en adelante se denominaran como CAs). Estos regímenes de gobernanza han perdurado por décadas y suelen ser respetados o tolerados por los municipios en los que se encuentran inmersos (Caldera, 2009; Guzmán-Puente, 2013; INSO, 2014; Gumeta-Gómez et al., *sometido*); no obstante, no se encuentran reconocidos en la Legislación de Aguas Nacionales del 2004 vigente (Lay de Aguas Nacionales, 2004). Se pretende profundizar en el conocimiento de estos regímenes de gobernanza y analizar cómo se estructuran, como operan, la percepción social sobre los procesos que desarrollan y determinar qué tan sustentables son en cuanto a su desempeño ecológico y social.

## MARCO TEÓRICO

### El Agua como un Recurso de Uso Común (RUC).

El agua es un recurso natural renovable que se encuentra en un ciclo dinámico físico-químico. Las cantidades de agua superficial y subterránea fluctúan en tiempo y espacio en las cuencas hidrológicas ya que el agua sigue una trayectoria desde las montañas al océano, para el caso de las cuencas exorreicas, como la de la subcuenca del río Atoyac. El agua se extrae de pozos, se capta de manantiales o se toma a su paso por los ríos, para proveer del recurso a cientos o miles de personas en un asentamiento humano (Jiménez, 2010). Aunque hay regulaciones, casi no existen maneras de evitar la extracción o captación del agua de los ríos o de los acuíferos y una vez que está siendo canalizada y es disponible para su uso no es fácil excluir o regular a usuarios potenciales, porque es costoso y complicado.

Por ello, Elinor Ostrom ha planteado que el agua para uso doméstico debe ser incluida entre los recursos de uso común [*recursos naturales, o creados por el hombre, que son suficientemente “grandes” que es costoso excluir a beneficiarios potenciales y que al ser usados por unos, se ven reducidos en su disponibilidad para que otros puedan utilizarlos* (Ostrom 1990; Ostrom et al. 1999)]. La teoría de los RUC y el marco institucional de Ostrom (1990), es usado como el marco teórico para este estudio y se enfoca al contexto local de los CAs analizados. Así, el agua es el RUC, la cuenca hidrológica (integrada por el acuífero y los cuerpos de agua superficiales como manantiales, ríos, lagos, lagunas y represas que se encuentran en su delimitación) es el *acervo* o el *sistema del recurso*. El pozo o tanque de almacenamiento constituye el elemento de extracción o *apropiación* del recurso, los m<sup>3</sup> de agua extraídos representan la *unidad o flujo del recurso*, mientras que los *apropiadores* son los usuarios del agua. En circunstancias favorables, el *sistema del recurso* es capaz de

producir una cantidad máxima de un *flujo* de *unidades del RUC*. Por otra parte, al proceso de repartir las unidades del recurso se le llama *provisión* (Ostrom, 1990). Los CAs realizan la *apropiación* (extracción del agua) y son los *proveedores* del RUC, porque se encargan de su *provisión* a todos los usuarios (*apropiadores*). Conforme Ostrom (1990), los CAs también se pueden considerar como las *instituciones* que establecen los procesos de organización y gobernanza para asegurar el proceso de *apropiación* y *provisión* del RUC (agua).

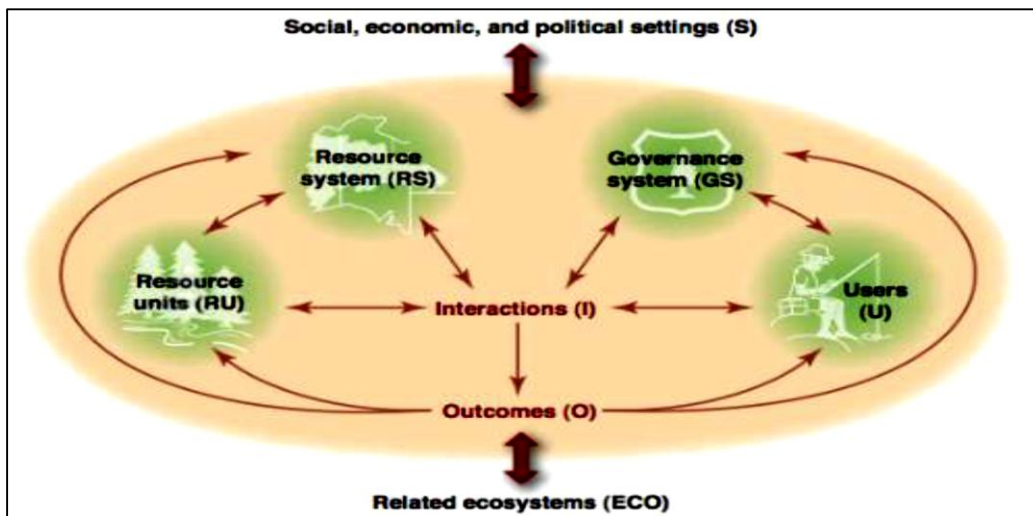
Los CAs entonces tienen que resolver dos tipos de problemas: los de apropiación (asegurar las formas de extraer el agua) y los de provisión (las formas de proveer el recurso y de asegurarse que dicha provisión de mantenga a largo plazo). Es decir, la forma de proveer el agua a los hogares y de asegurar que se mantenga una provisión de agua aceptable y constante. La resolución de estos problemas se da a través de un sistema de gobernanza que establece instituciones o un conjunto reglas para los *apropiadores*, siendo una tarea central de los CAs el evitar que haya gorriones (*free riders sensu* Ostrom, 1990), aquellos que tratan de obtener el beneficio del agua sin trabajar, sin cumplir las reglas y/o sin pagar por el recurso).

### **El agua de uso doméstico como Sistema Sociales-Ecológicos (SSE)**

El término de “sistemas sociales-ecológicos” (SSE) fue introducido por Berkes y Folke (1998) para referir de manera holística a la integración del hombre con la naturaleza, partiendo desde una perspectiva ecosistémica en las que el sistema social, se incluye explícitamente dentro de los ecosistemas en su dimensión ecológica. Esto ha implicado reconocer que algunos recursos naturales, como el agua de uso doméstico, mantienen estrecha conexión, interacción y retroalimentación entre un sistema ecológico de donde

proviene el recurso. Por ello, resulta arbitrario analizarlos o delimitarlos de manera desagregada.

Puesto que el agua para uso doméstico es un RUC, que opera como un sistema donde se involucran componentes del entorno (biofísicos) del recurso agua y componente sociales como los usuarios y las reglas o instituciones involucradas, se ha considerado como un Sistema Social-Ecológico (SSE; Janssen y Ostrom, 2009). Ostrom (2009) propuso un modelo de cuatro componentes para analizar los SSEs, en el cual se reconoce que el subsistema social, se integra de: 1) el *sistema de gobernanza* (de los CAs) y 2) los *apropiadores* (usuarios del agua) y que el subsistema ecológico se integra de: 1) el *sistema de recursos* (cuenca hidrológica o sus divisiones en subcuenca o microcuenca) y 2) las *unidades del recurso* (m<sup>3</sup> de agua; Figura I. 1). Todos los subsistemas y/o sus componentes interactúan y producen ciertos resultados en todo el SSE (Ostrom, 2009; McGinnis y Ostrom, 2014). Estos resultados se han medido principalmente por su desempeño social y ecológico (Tabla I. 1).



**Figura I.1.** Componentes de *Unidades del recurso* (Resources Units; leyenda en inglés), *Sistema del recurso* (Resource system; leyenda en inglés), *Sistema de gobernanza* (Governance system; leyenda en inglés) y *Usuarios* (Users; leyenda en inglés). Así como sus *interacciones* (Interactions; leyenda en inglés) y los *resultados* producidos (Outcomes; leyenda en inglés) en los Sistemas Sociales-Ecológicos. Los cuales se ven influenciados por las *configuraciones sociales, económicas y políticas* (S) y los *ecosistemas relacionados* (Related ecosystems; leyenda en inglés) en los que se encuentran inmersos. Fuente: Ostrom (2009).

Los dos subsistemas de un SSE mantienen interacciones que son influenciadas por el componente institucional que determina la gobernanza. Es importante considerar que la provisión del agua para uso doméstico no depende exclusivamente de soluciones de infraestructura hidráulica, sino también de las condiciones de la cuenca hidrológica (*sistema del recurso*) de donde provienen las *unidades del recurso* (m<sup>3</sup> de agua), de las instituciones que gobiernan sobre el recurso (*sistema de gobernanza*) y de las características de los *apropiadores* (usuarios). Al mismo tiempo, se deben reconocer las interacciones que se mantienen a otras escalas temporales y espaciales que tienen que ver con el contexto ambiental (otros ecosistemas relacionados) y el contexto social, económico y político en que opera un RUC (Janssen y Ostrom 2006). Finalmente, se debe reconocer que como sistemas complejos, los SSE tienen propiedades emergentes: se auto-organizan, son vulnerables, tienen capacidad adaptativa y son resilientes (Berkes y Folke, 1998). La Tabla I. 1 muestra la integración de variables relacionadas a los componentes de un SES, sus interacciones y sus resultantes que fue realizada por McGinnis y Ostrom (2014).

**Tabla I.1.** Variables de primer nivel y segundo nivel propuesto para el marco analítico de los SSE de Ostrom (2009) y modificado por McGinnis y Ostrom (2014).

<b>Variables de primer nivel</b>	<b>Variables de segundo nivel</b>
Configuraciones Sociales, económicos y políticos (S)	S1 – Desarrollo Económico
	S2 – Tendencias Demográficas
	S3 – Estabilidad Política
	S4 – Otros sistemas de gobernanza
	S5 – Mercados
	S6 – Organización Media
	S7 – Tecnología
Sistema del recurso (RS)	RS1 – Sector (Agua)
	RS2 – Claridad de los límites del sistema
	RS3 – Tamaño del sistema del recurso
	RS4 – Instalaciones construidas por el humano
	RS5 – Productividad del sistema
	RS6 – Propiedades del equilibrio

	RS7 – Predictibilidad de las dinámicas del sistema
	RS8 – Características de almacenamiento
	RS9 – Ubicación
Sistema de gobernanza (GS)	GS1 – Organizaciones gubernamentales
	GS2 – Organizaciones no gubernamentales
	GS3 – Estructura de la red
	GS4 – Sistemas de derecho de propiedad
	GS5 – Reglas de selección operacional
	GS6 – Reglas de elección colectiva
	GS7 – Reglas de selección constitucional
	GS8 – Reglas de sanciones y monitoreos
Unidades del Recursos (RU)	RU1 – Movilidad de la unidad del recurso
	RU2 – Rangos de crecimiento y reemplazo
	RU3 – Interacciones entre las unidades del recurso
	RU4 – Valor económico
	RU5 – Números de unidades
	RU6 – Características distintivas
	RU7 – Distribución espacial y temporal
Usuarios (U)	A1 – Número de usuarios relevantes
	A2 – Atributos socio-económicos
	A3 – Historias o experiencias pasadas
	A4 – Ubicación
	A5 – Liderazgos/emprendimientos
	A6 – Normas (confianza-reciprocidad)/Capital social
	A7 – Conocimientos del SSE/Modelo mental
	A8 – Importancia del recurso (dependencia)
	A9 – Tecnologías disponible
Situaciones de Acción: Interacciones (I) → Resultados (O)	I1 – Cosecha
	I2 – Información compartida
	I3 – Procesos de deliberación
	I4 – Conflictos
	I5 – Actividades de inversión
	I6 – Actividades de presión
	I7 – Actividades de auto-organización
	I8 – Actividades de creación de redes
	I9 – Actividades de monitoreo
	I10 – Actividades de evaluación
	O1 – Medición del desempeño social (eficiencia, equidad, rendición de cuentas)
	O2 – Medición del desempeño social (sustentabilidad)
	O3 – Externalidades de otros SSEs



Ecosistemas relacionados (ECO)	ECO1 – Patrones climáticos
	ECO2 – Patrones de contaminación
	ECO3 – Flujos dentro y fuera del foco del SSEs

Estas variables, sobre todo las de segundo nivel, fueron el referente para el diseño metodológico de la tesis usado, principalmente en de las entrevistas (Ver sección de métodos y capítulos III y IV), con el cual se trató de caracterizar los CAs estudiados y generar variables independientes que permitieran analizar su desempeño social y ecológico. Conforme esto, se seleccionaron como variables del sistema de gobernanza: la organización, estructura y operatividad de la gobernanza local del agua (mediante los comités de usuarios del agua, los municipios y las organización no gubernamentales que apoyan el proceso), los procesos de rendición de cuentas, las reglas de elección colectiva, operacional y constitucional, el monitoreo y la reglas de sanciones.

### ***Cuenca hidrográfica***

Las características de las cuencas hidrográficas, las decisiones que se toman sobre el uso del suelo en la cuencas (Bruijnzeel, 2004), así como la disponibilidad natural del recurso son elementos importantes a considerar cuando se analiza el tema del agua para uso doméstico. La cuenca hidrográfica se define como la unidad natural en donde los escurrimientos de agua confluyen hacia el punto más bajo de la superficie, en una corriente principal que las evacuan hacia un lago, un mar u océano; para el caso de las cuencas exorreicas, como la subcuenca del río Atoyac (Jiménez, 2010). Asimismo son unidades morfológicas superficiales donde sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principales de las precipitaciones (también conocido como "parteaguas"). El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca

hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja (Lugo, 1989). Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior como microcuencas, el nivel de este estudio es a microcuencas. Las cuencas hidrográficas se conciben como un delimitación natural del recurso hídrico, que es dinámica y se encuentra integrada por elementos biológicos, físico y antrópicos que reaccionan dialécticamente entre sí, creando por lo tanto un conjunto único e inseparable, en permanente cambio (Jiménez, 2010). Debido a esta característica, las cuencas hidrográficas son unidades naturales para la gestión de los recursos naturales y en particular del agua. Es importante enfatizar que las cuencas hidrológicas son más integrales que las cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas que además de todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo. Asimismo, constituye una unidad hidrológica descrita como una unidad físico-biológica y también como unidad socio-política para la planificación y ordenación de los recursos naturales (FAO, 1992).

En ocasiones las cuencas hidrográficas pueden coincidir al ser también cuencas hidrológicas, puesto que sus límites superficiales como subterráneos son compatibles. Cuando sucede este caso, como en la Subcuenca del río Atoyac que constituye el enfoque de este estudio, son condiciones ideales para estudiar bajo una delimitación natural todos los procesos de gobernanza y gestión del agua, que involucra todas las fuentes de aprovisionamiento tanto de extracción de agua subterránea como captación de agua de manantiales o ríos. Cabe destacar que la unidades del recurso disponible para uso doméstico es baja en esta subcuenca con una disponibilidad per cápita menor a 2.7 m<sup>3</sup>/por habitante/año (CONAGUA, 2011) ya que el acuífero de los Valles Centrales (principal provisor de agua a

los asentamientos humanos de la subcuenca) se encuentra en estado de subexplotación, por lo que se ha decretado en veda para evitar llegar a la sobreexplotación del acuífero, siendo esta veda permanente y abarcando a todo el área que abarca el acuífero (INSO, 2014). Dada las características y fundamentos antes mencionados, las variables de segundo nivel seleccionadas para nuestro estudio para el sistema del recurso fueron: la claridad de los límites del sistema del agua, las características de la microcuencas, características de la infraestructura, ubicación, escases o disponibilidad del agua; y para las unidades del recurso: valor económico de las unidades y el número de unidades extraídas y usadas.

### ***Sistema de gobernanza y gestión del agua***

Aunque existen un gran número de definiciones sobre gobernanza, para propósitos de la tesis la gobernanza del agua se refiere a el conjunto de reglas o instituciones formales e informales que determinan los procesos de toma de decisiones para resolver los problemas de *apropiación* (extracción) y *provisión* (abasto) del agua (Ostrom, 1990). Sin embargo, como es difícil de observar, los estudiosos de la gobernanza recomiendan centrar la atención en la estructura de las instituciones formales o informales y las reglas que determinan la toma de decisiones sobre la gestión del agua y cómo se presenta la rendición de cuentas (Graham, et al., 2003). Para los propósitos de la tesis nos centramos en la estructura, operatividad, reglas de selección institucional (constitucional, elección colectiva, operacional). La gestión se refiere principalmente a las acciones como la búsqueda de financiamiento, la construcción, la operación y mantenimiento de todo el sistema hidráulico del agua potable (Gourbesville, 2008). La cual es regida por las reglas o instituciones de gobernanza (Pahl-Wostl, 2009; Knipier, et al., 2010).

## **Sustentabilidad del agua**

La sustentabilidad es definida de manera general como la capacidad de asegurar que el uso actual de un recurso no afecte su disponibilidad para las generaciones futuras (ONU, 2012). La discusión de este concepto se ha acrecentado y a veces aun es ambiguo, pero su importancia radica en que se ha planteado como una meta a la cual se debe encauzar el manejo ecosistémico de los recursos naturales tanto en la escala local como global (Meffe et al., 2002; Milman y Short, 2008). La sustentabilidad ambiental, incluida el agua para uso doméstico, es una de las ocho metas del documento de la Organización Mundial de la Salud “Ecosistemas y Bienestar Humano” (MEA, 2005). Esta meta plantea integrar los principios del desarrollo sustentable a las políticas públicas y programas de las naciones del mundo, a fin de revertir la pérdida de los recursos naturales, que atenta contra el bienestar humano y cualquier meta de desarrollo (MEA, 2005). Por su importancia, la sustentabilidad es un concepto que guía los principios y metas del desarrollo humano y económico a cualquier escala.

Sin embargo, no existe un consenso de cuáles son los componentes que integra la sustentabilidad, por lo que medirla se vuelve un reto mayor. Meffe et al. (2002), propone que la sustentabilidad de los recursos, está compuesto por tres componentes: un componente socioeconómico, uno ecológico y otro institucional, pero las partes de cada componente que deben ser medida para evaluar la sustentabilidad varía de acuerdo al recurso en estudio. Para evaluar la sustentabilidad del agua para uso doméstico se han propuesto diferentes conjunto de variables, tales como la disponibilidad física, la calidad del agua, el servicio de provisión y las finanzas (Milman y Short, 2008); van Leeuwen y Chandy (2013) ha propuesto otro conjunto de variables como: seguridad del agua, calidad del agua, agua para beber,

saneamiento, infraestructura, robustez climática, biodiversidad y belleza escénica y gobernanza.

Dado la diversidad de variables o indicadores para medir la sustentabilidad y de acuerdo a la disponibilidad de datos que se obtuvo par esta tesis, se proponen un conjunto de variables o indicadores para la medición de la sustentabilidad del agua para uso doméstico como resultado de la gobernanza y gestión del agua de los CAs (Tabla I. 2). Este conjunto de variables toman como referencia al marco de McGinnis y Ostrom (2014), que proponen a la sustentabilidad como un resultado de las interacciones de los componentes del *sistema del recurso*, de las *unidades del recurso*, de los *sistemas de gobernanza* y de los *usuarios*. Y su medición es a partir del desempeño ecológico y social como variables de segundo orden.

Dichas variables ayudan a transitar de un concepto abstracto en un objetivo tangible; y han sido utilizadas para monitorear el progreso de políticas públicas o planes de manejo. Es importante evaluar la sustentabilidad del agua de los regímenes de gobernanza y gestión ya que nos ayuda a entender cuáles son los resultados que genera sus arreglos, reglas, decisiones tomadas; y entender cuáles son los factores que pueden determinar que los regímenes de gobernanza sean sustentables o no.

**Tabla I. 2.** Variables de desempeño ecológico y social (segundo nivel), de acuerdo al marco analítico propuesto por Ostrom (2009) y modificado por McGinnis y Ostrom (2014). Estas variables pueden ser explicadas a partir de variables de tercer nivel que han sido utilizadas por diferentes autores. Las variables de tercer nivel propuestas se comparan con las variables utilizadas por van Leeuwen y Chandy (2014), para ver su compatibilidad.

<b>Variable de 2do. Nivel de acuerdo a McGinnis y Ostrom (2014)</b>	<b>Variabes de acuerdo a van Leeuwen y Chandy (2013)</b>	<b>Variable de 3er. nivel</b>	<b>Definición</b>
Desempeño ecológico	Seguridad del agua	Cobertura forestal	Medida de la cobertura forestal de las microcuencas, principalmente por su relación con la recarga hídrica (Lundin et al., 1997; Brujinzeel, 2004)
		Acciones de restauración (reforestación, construcciones de retenes de agua y suelo)	Se refiere a todas las acciones implementadas para la restauración y conservación de las microcuencas (EPA, 2014), medida a partir del número de acciones realizadas
		Captura de agua de lluvia	Se ha considerado un indicador para medir acciones que disminuyan la presión sobre el servicio de agua (Woltersdorf, 2010)
	Saneamiento	Porcentajes de viviendas con drenaje, fosa séptica o baños ecológicos	Indicador medido a partir del número de vivienda que tiene drenaje por 100 entre el número total de viviendas (European Green City Index, 2009)
		Tratamiento de agua residuales	M3 de agua residual tratada por 100 entre el total de m3 de agua residual producida por la comunidad (Verstraete et al., 2009)
	Desempeño social	Agua para beber	Cobertura de viviendas con agua potable
Satisfacción social			Porcentajes de usuarios que están satisfechos con la gestión del agua que realizan los CAs (Madrigal et al., 2011)
Infraestructura		Fugas en el sistema	Porcentajes de fugas del sistema reportadas promedio anual (Milman y Short, 2008)
		Eficiencia económica	Ingresos generados promedio *100/costos generados promedio, donde los resultados > 100 se dejan en 100% (González et al., 2012).

## JUSTIFICACION

Pocas investigaciones han documentado y evaluado regímenes de gobernanza y gestión local del agua ciudadanos en América Latina (Madrigal et al., 2011; Dwinell y Olivera, 2014; Bray, 2015; Gumeta-Gómez et al. *sometido*). En México se ha documentado la existencia de los CAs (Guerrero-de León et al., 2010; INSO, 2014) pero no se ha profundizado en su sistema de reglas y su operatividad y no se ha evaluado que tan sustentables son. Un factor de incertidumbre es que los CAs no se encuentran reconocidos como sistemas de gobernanza del agua ante la legislación mexicana; lo que los hace frágiles y se atenta contra su existencia (Ostrom, 1990). La propuesta a la Ley Nacional del Agua de 2015 por el gobierno del presidente Enrique Peña Nieto, privilegia la mercantilización de los servicios de agua como una manera de incrementar la cobertura de provisión. No obstante de reconocer y empoderar a los CAs podría coadyuvar en lograr la provisión de agua principalmente a zonas rurales y semiurbanas, así como en la recuperación de acuíferos sobreexplotados.

En la subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez, se presentan dos escenarios contrastantes en cuanto al involucramiento de los usuarios en la gobernanza y gestión del agua, el primero sin participación social que se presenta en la ciudad de Oaxaca de Juárez y la zona conurbana y el caso opuesto es el de los municipios y asentamientos humanos semirurales adyacentes a la zona conurbada (INSO, 2014). La zona sin participación social presenta evidencia de deterioro ambiental como contaminación del río principal de la Subcuenca, problemas de desabasto por sobreexplotación del acuífero y de mala calidad del agua para uso doméstico (INSO, 2014). Por otra parte, en los municipios y asentamientos urbanos y semirurales donde operan CAs se presentan condiciones aceptables en cuanto al

estado de las cuencas y los cauces. Esto sugiere que los CAs podrían representar alternativas para frenar el avance de los problemas ambientales en la cuenca, asociados a una inadecuada planeación, regulación y gestión del agua que han implementado entes Estatales y Municipales.

La importancia de solucionar la crisis de agua puntual para la zona conurbana y cuenca abajo, reside en que la subcuenca es la principal fuente de agua superficial y subterránea para la región de los Valles Centrales, en donde viven más de 1/3 de los habitantes del estado (INEGI, 2010). Por ello, entender los regímenes de gobernanza y gestión del agua para uso doméstico mediante CAs, podría permitir identificar los factores que determinan que tenga un buen desempeño ecológico y social, para poder replicarlos en otros CAs o municipios; y con ello enfrentar la crisis futura del agua a nivel local y regional.

### **HIPÓTESIS GENERAL**

El régimen de gobernanza y gestión del agua para uso doméstico mediante CAs presenta elementos que podrían lograr la sustentabilidad del recurso hídrico a nivel local.

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la gobernanza y gestión del agua para uso doméstico en siete CAs en la Subcuenca del Río Atoyac, Oaxaca, México y sus SES asociados. Esto, a fin de evaluar la sustentabilidad del recurso mediante su desempeño social (eficiencia de la provisión) y ecológico.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el estado actual de la cobertura forestal de las microcuencas que provee de agua a los CAs estudiados y su relación con la percepción de los usuarios, así como las acciones restauración en sus microcuencas.



- Caracterizar el régimen de gobernanza de siete CAs, para conocer cómo están estructurados, como operan y cuáles son sus reglas institucionales y analizar sus diferencias o similitudes a partir de la percepción de los usuarios.
- Evaluar la sustentabilidad de siete CAs, mediante el análisis de su desempeño social (eficiencia en la provisión) y ecológico, para determinar cuáles son los factores que hacen que un CAs tenga potencial para asegurar el recurso hídrico a largo plazo.

## **MÉTODOS**

### **Sitio de estudio**

Los CAs estudiados se ubican en la subcuenca del río Atoyac, la cual se encuentra dentro de la cuenca del Río Verde-Atoyac, ubicada al sureste del estado de Oaxaca, México (Figura I. 2a). Esta cuenca tiene una extensión de 18,260 km<sup>2</sup> y ocupa una quinta parte de la extensión del estado. En su territorio se encuentran 243 municipios, dos de ellos del estado de Guerrero. La subcuenca del Río Atoyac-Oaxaca de Juárez es la más importante porque incluye a la región de los Valles Centrales, donde se concentra el 36% de la población del estado de Oaxaca (más de 1,360,000 de personas; INSO, 2014). Esta subcuenca presenta el mayor deterioro ambiental de toda la cuenca, lo cual se debe no solo a la gran demanda del recurso agua, sino al inadecuado manejo de todo el sistema y la falta de aplicación de la legislación vigente para su aprovechamiento. Las principales problemáticas ambientales que se reporta son alteración de las funciones hidrológicas, sobreexplotación del acuífero y escases y mala calidad de agua para uso doméstico (INSO, 2014).

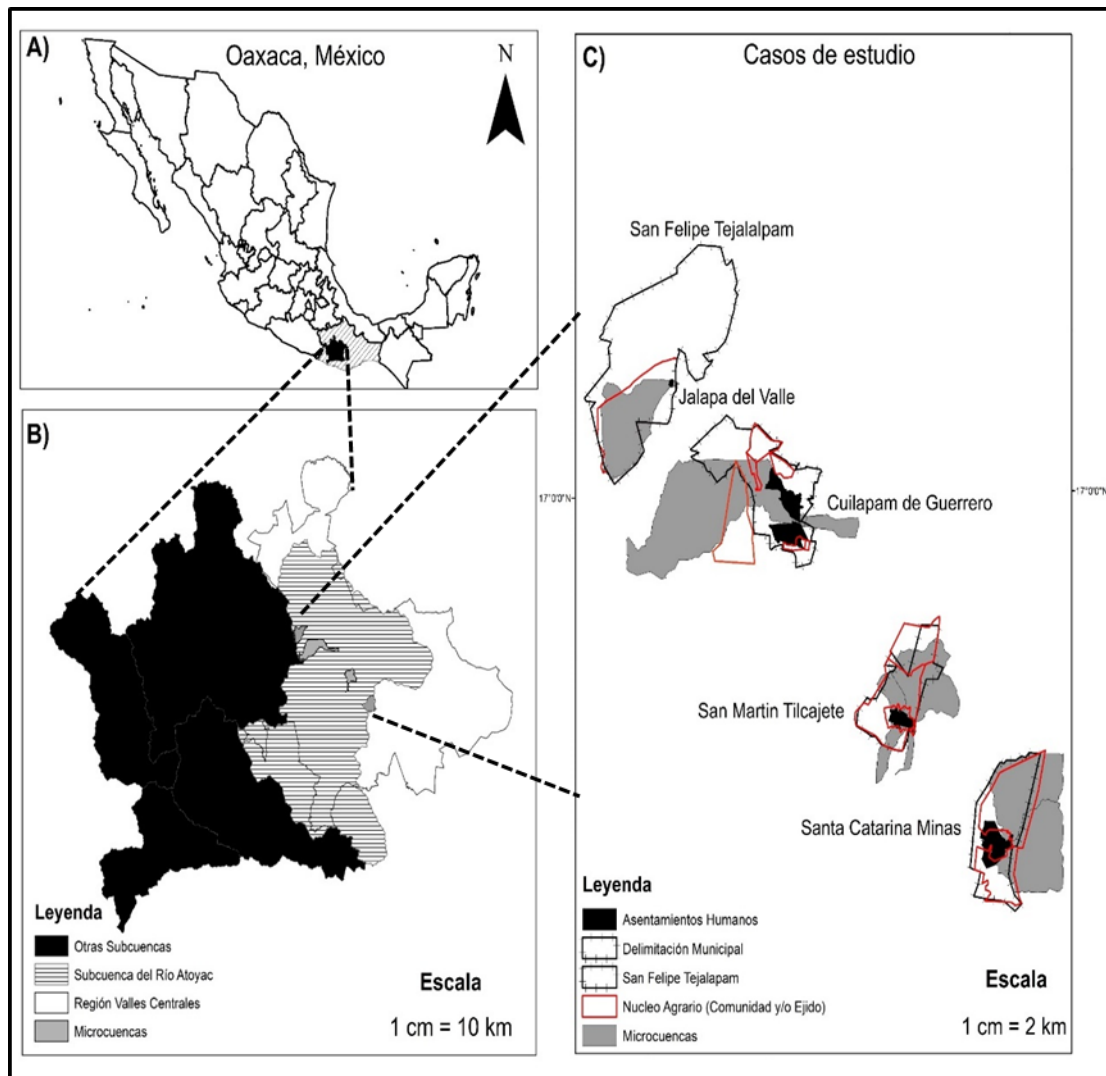
Se trabajó con siete CAs y sus respectivas microcuencas (Tabla I. 3), abordados con el enfoque de casos de estudio (Gerring, 2007). Los CAs están situados en tres municipios: Cuilápam de Guerrero, San Martín Tilcajete y Santa Catarina Minas y en el Ejido de Jalapa

del Valle (Figura I. 2c). La selección de los casos de estudio se llevó a partir de tres criterios:

- 1) factibilidad logística, 2) extensión territorial de la microcuenca relativamente comparable,
- 3) régimen de gobernanza del agua mediante CAs.

**Tabla I. 3.** Características que integran a los casos de estudios seleccionados. En el caso de Cuilápam está conformado por ocho CAs ya que la población es muy grande y dispersa y fueron seleccionados cuatro de los ocho CAS para este estudio. En los casos de Tilcajete y Minas, los CAs están asentados y tienen influencia sobre dos microcuencas.

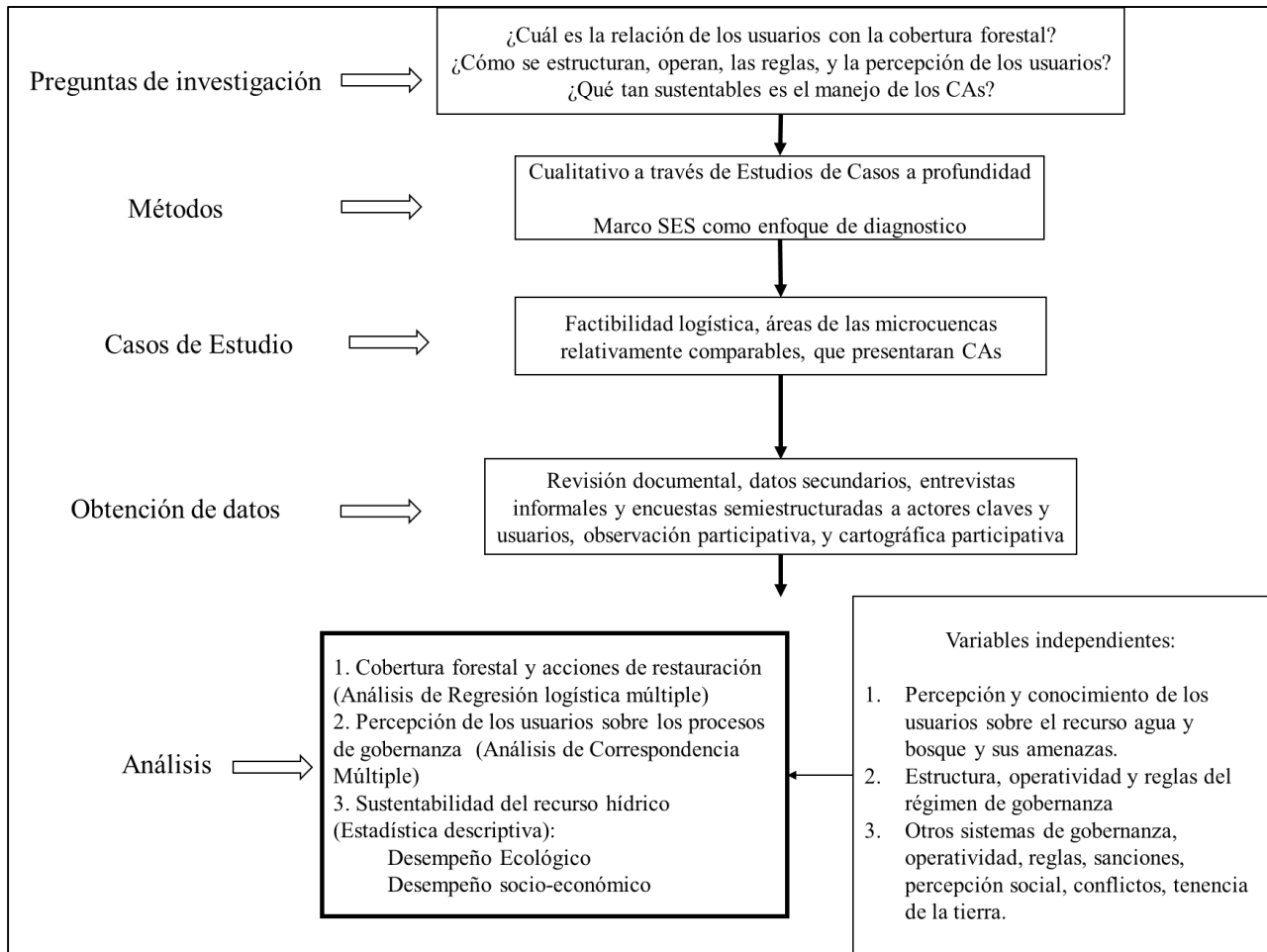
<b>Casos de estudio</b>	<b>Cuilápam</b>	<b>Jalapa</b>	<b>Tilcajete</b>	<b>Minas</b>
Municipio	Cuilápam de Guerrero	San Felipe Tejalalpam	San Martín Tilcajete	Santa Catarina Minas
Tenencia de la Tierra	Comunidad/ejido y propiedad privada	Ejido	Comunidad/ejido	Comunidad
No. De CAs	4	1	1	1
Microcuencas	Río Valiente	Río San Sebastián	Río Verde y Río Pecado	Río Grande y Río Chico
Área de la microcuenca (ha)	6931	2516	2324	2723



**Figura I. 2.** a) Macrolocalización de la Cuenca del Río Verde-Atoyac, en el estado de Oaxaca, México. b) Subcuencas del río Verde-Atoyac, las subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez está representada por patrón rayado; las microcuencas donde se asientan los casos de estudio, están en fondo gris. c) Localización de las microcuencas (fondo gris), las delimitaciones político-administrativas de los municipios y núcleos agrarios (comunidad y/o ejidos), donde se ubican los CAs estudiados.

### **Aproximación metodológica de la investigación**

El diseño general de la investigación consistió en una serie de pasos donde se establece la pregunta general de la investigación y la metodología de la forma de obtención de los datos y su análisis (Figura I. 3).



**Figura I. 3.** Aproximación metodológica de la investigación. Las preguntas de investigación conforman cada uno de los objetivos específicos de la tesis. Los métodos, los casos de estudios son generales para todos los objetivos. La obtención de los datos varió de acuerdo a la pregunta de investigación. En el apartado de Análisis se encuentra separados por números cuales fueron las variables independientes (recuadro derecho) utilizadas para explicar las variables dependientes (recuadro izquierdo).

### Obtención de datos

Los datos para el estudio se obtuvieron de cinco estrategias: 1) revisión documental, 2) entrevistas informales y 3) entrevistas semiestructurada, 4) observación participante y 5) cartografía de la cobertura forestal en las microcuencas.

La revisión documental consistió en revisar el marco legal del agua y los bosques para México, así como documentos internos como actas de asamblea, reglamentos y listas de cobros y de rendición de cuentas de los CAs. La aplicación de entrevistas informales incluyó a tres grupos i) los líderes y representantes los CAs, ii) los funcionarios de las instituciones

gubernamentales relacionados con el agua como Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y de cuatro Municipios de los que forman parte los CAs y iii) representantes de fundaciones Rodolfo Morales en Ocotlán de Morelos, Oaxaca y de una empresa privada. Se hizo cruce de información para corroborar los datos provenientes de los distintos informantes (Bernard, 2005).

3) Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a dos grupos: i) usuarios del agua elegidos al azar (n=252) y ii) actores claves seleccionados por el método de bola de nieve (n=53; usuarios que en ese momento estaban ocupando un cargo en la junta directiva del CAs o que lo ocuparon en el pasado). Las entrevistas para los usuarios del agua consistieron de 112 preguntas repartidas en 5 secciones: 1) datos generales (14) 2) sobre representantes de los CAs (7), 3) sobre las asambleas, reglas y sanciones (21), 4) suministro, uso del agua, costos y drenaje (30), 4) aspectos ambientales y percepción a futuro (40). Las entrevistas para los actores clave consistieron de 135 preguntas, divididas en 5 secciones: 1) datos generales (16), 2) organización del sistema del agua e historia (25), 3) funciones, reglas y sanciones (43), 4) infraestructura del sistema de agua (9) y 5) aspectos ambientales y percepción a futuro (42). La aplicación de la entrevista duro entre 40 a 60 min.

Adicionalmente, se hizo observación participante (Puri, 2011), con lo cual fue posible conocer la construcción, mantenimiento y monitoreo de la infraestructura de manantiales y pozos. Asimismo, se realizaron recorridos para conocer el estado de las áreas de recarga hídrica y se presenciaron actividades de reforestación. Se observaron actividades de cobranza, clausura de tomas de agua de usuarios morosos y procesos de participación en la toma de decisiones y modificación de reglas.

Por otra parte, se hicieron recorridos de campo en las microcuencas, para reconocer el estado del bosque, las áreas agrícolas y de pastoreo; así como la ubicación de los pozos, represas, las áreas de reforestación y los asentamientos humanos. Los recorridos se hicieron junto con guías locales, quienes apoyaron a complementar las observaciones entorno a los puntos georreferenciados. Dichos puntos se usaron como campos de entrenamiento para realizar una clasificación supervisada de las imágenes de satélite del área de las microcuencas.

### **Análisis cartográfico**

Se realizó cartografía participativa (Durán et al., 2014) de cada microcuenca, para estimar la cobertura forestal. Las microcuencas fueron delimitadas con las herramientas de hidrología del programa de ARCGIS 10.1. Se trabajó con una imagen de satélite LANDSAT 8 OLI (del 22 de Marzo del 2014) obtenida del servidor <http://glovis.usgs.gov/>. A las imágenes se les realizó la corrección radiométrica y geométrica hasta lograr un error cuadrático medio permisible de  $RMS < 0.15$  (Chuvienco, 2002); asimismo se hizo la corrección topográfica utilizando el método propuesto por Minaert (1941), con el fin de eliminar las sombras en las zonas montañosas. Dichos puntos se usaron como campos de entrenamiento para realizar una clasificación supervisada de las imágenes de satélite del área de las microcuencas, conforme el algoritmo de máxima similitud sin clase nula. Para ello, se utilizó el programa ENVI 5.1. Posteriormente se realizaron procesos de validación de la imagen clasificada (Congalton y Green, 1999). Las áreas de recarga potencial se obtuvieron de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Versiones preliminares de los mapas se presentaron en talleres y asambleas de los CAs, en caso de encontrar inconsistencias, estas fueron corregidas y se entregaron versiones impresas a cada CAs.

### **Análisis estadístico de los datos**

Para establecer la relación entre la cobertura forestal de la microcuenca y la percepción que tienen los usuarios sobre la misma, se realizó una regresión logística multinomial (Gujarati, 1999), que es un modelo utilizado para predecir probabilidades de una variable dependiente categórica, dado un conjunto de variables independientes (de valor real, binario o categórico). Para ello se utilizó como variable dependiente de la ecuación el porcentaje de cobertura forestal en las microcuencas que abastece de agua a los pozos y manantiales de los CAs estudiados. Las variables independientes o predictores fueron las 34 preguntas sobre percepción del estado del bosque y del agua en las microcuencas por parte de los usuarios, así como de las amenazas percibidas en cuanto a la calidad del agua y su disponibilidad a futuro.

Para determinar la estructura y operatividad de los CAs, así como sus reglas de selección institucional; se hizo cruce de información entre las observaciones participantes y datos provenientes de los distintos informantes (Bernard, 2005). Posteriormente las preguntas de las entrevistas se categorizaron para su análisis en el software SPSS 20.0. Se realizó un Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) entre todas las preguntas de las entrevistas, para conocer qué tan diferentes eran las percepciones de los usuarios con respecto a los procesos de gobernanza y gestión y si esta diferencia era compatible con la estructura y operación de cada CAs. El ACM resulta una técnica de análisis multivariado de gran utilidad en la investigación por entrevistas, tanto por su potencial en términos exploratorios como por

su adecuación para el tratamiento de variables de distinta naturaleza (categóricas, binomiales, de rango; Ledesma, 2008).

Para establecer las diferencias entre la sustentabilidad de los distintos CAs estudiados se realizó un análisis descriptivo utilizando gráficas de barras. Esto nos permitió visualizar y contrastar la diferencia en las variables de tercer orden del desempeño ecológico y social (Madrigal et al., 2011)

## **ESTRUCTURA DE LA TESIS**

La tesis está estructurada en cuatro capítulos. El capítulo I es la introducción general de la tesis. Se muestran una introducción a las problemáticas actuales del agua, la gobernanza mediante CAs como una alternativa que puede ayudar a la provisión y sustentabilidad del agua. Se presenta el marco teórico que fundamenta la investigación, la justificación del porque estudiar el régimen de gobernanza mediante CAs, la hipótesis general del trabajo, los objetivos generales y específicos, la metodología general seguida y la estructura de la tesis.

En el capítulo II, se analiza y discute la cobertura forestal de las microcuencas que proveen de agua a los CA, las acciones de restauración que han implementado y su relación con la percepción de los usuarios.

En el capítulo III. Se caracteriza el régimen de gobernanza y gestión del agua para uso doméstico mediante CAs a partir de su estructura, su operatividad, sus reglas de constitución, elección colectiva y operación, así como las percepciones de los usuarios para ver si había diferencias entre ellas y estas diferencias eran compatibles con las diferentes estructuras de gobernanza.



En el capítulo IV. Se presenta el análisis con respecto a indicadores de desempeño ecológico y social y la discusión sobre los factores que determinan que un CAs sea eficiente sustentable.

Cada capítulo tiene formato de artículo científico y consta con sus respectivos anexos. Asimismo la tesis en general cuenta con sus Anexo. Todos los capítulos se diseñaron para leerse de manera independiente, por lo tanto, en ellos puede encontrarse información un tanto repetitiva. Asimismo, cada capítulo presenta bibliografía de manera autónoma.

El anexo 1, corresponde a un artículo sometido a la Revista Acta Universitaria (del padrón de revistas del CONACYT) y es un producto que se obtuvo de una parte de los datos de la tesis, una pasantía de 3 meses en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza en Costa Rica. El anexo 2 es la foto de los ejidatarios de Jalapa del Valle, del calendario People and Forest Calendar 2016, que obtuvo una mención honorífica en el XIV World Forest COngress 2015 en Durban, Sudafrica.

## **REFERENCIAS**

- Berkes, F. & Folke, C., 1998. Linking Social and Ecological Systems: Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Bernard, R. H., 2005. Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches. Oxford, U.K.: 4th Edition. Altamira Press.
- Bray, D. B., 2015. Facing Future Storms: Poor Honduran Communities Unite to Protect Watersheds and Nature. [En línea] Available at: <http://news.mongabay.com/2015/0505-bray-honduran-community-conservation.html>

- Bruijnzeel, L. A., 2004. Hydrological functions of tropical forest: Not seeing the soil the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 104, pp. 185-228.
- Caldera, O. A. R., 2009. *Gobernanza y sustentabilidad: Desarrollo institucional y procesos políticos en torno al agua subterránea en México. Los casos del Valle de León y del Valle de Aguascalientes*. México: Tesis Doctoral. FLACSO.
- Chuvieco, E., 2002. *Teledetección ambiental*. Barcelona, España: Ariel Ciencia.
- CONAGUA, 2011. *Agenda del agua 2030*, México, D. F.: Comisión Nacional del Agua. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Congalton, R. G. & Green, K., 1999. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices*. Boca Raton: Lewis Publishers.
- Durán, M. E., Rivera, G. R., Gumeta, G. F., Camille, A., & Gordon, R., 2014. Mapping "virtuous" management of forest carbon stocks in five forestry communities in Oaxaca, Mexico. 2° Congreso Internacional de la Red de Medio Ambiente.
- Dwinell, A. & Olivera, M., 2014. The water is ours Damn it! Water communing in Bolivia. *Community Development Journal*, 49(1), pp. 44-52.
- European green city index, 2009. *Assessing the Environmental Impact of Europe's Major Cities*, München, Germany. A Research Project Conducted by the Economist Intelligence Unit, Siemens.
- EPA, 2014. *MOVING TOWARD SUSTAINABILITY: Sustainable and Effective Practices for Creating Your Water Utility Roadmap*, USA: United State Environmental Protection.
- FAO, 1992. *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas*. Guía FAO conservación 13/6.

- Gerring, J., 2007. Case study research: principles and practices. Cambridge University Press.
- Gleik, P. H., 1993. Water in crisis, A Guide to the World's Fresh Water Resources. New York. U.S.A.: Oxford University Press.
- González, V. F. J., Bensusan, N. R., Estrada, D. C. & Rocha, D. G., 2012. Diagnóstico de los servicios de agua y saneamiento en tres municipios representativos del estado de Oaxaca. XXII Congreso Nacional de Hidráulica, Acapulco, Guerrero.
- Gourbesville, P., 2008. Challenges for integrated water resources management. Physics and Chemistry of the Earth, Volume 33, p. 284–289.
- Graham, J., Amos, B. & Plumtree, T., 2003. Governance principles for protected areas in the 21st century. Institute on Governance in collaboration with Parks Canada and CIDA. Ottawa Canada.
- Guerrero-de León, A. A. y otros, 2010. Gobernanza y participación social en la gestión del agua en la microcuenca El Cangrejo, en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco. Economía, Sociedad y Territorio, Volumen 33, pp. 541-567.
- Gujarati, D., 1999. Econometría. Santa Fe de Bogotá, Colombia.: McGraw-Hill.
- Gumeta-Gómez, F., Durán, M. E. & Bray, D. B., Sometido. Multilevel governance for local management of drinking water in Latin America: Case studies of Costa Rica, Honduras and Mexico. Acta Universitaria.
- Guzmán-Puente, M. A. A., 2013. La gestión participativa del agua en México (2002-2012): El caso de San Agustín Amatlipac (Morelos). Agua y Territorio, Issue 2, pp. 93-106.
- INEGI, 2010. Censo Poblacional y de Vivienda 2010. México, D. F.: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- INSO, 2014. Un plan común para un bien común. Hacia una estrategia articulada de esfuerzos en pro del agua en la cuenca del río Verde-Atoyac, Oaxaca. México: Instituto de la Naturaleza y Sociedad de Oaxaca.
- Janssen, M. A. & Ostrom, E., 2006. Chapter 30 Governing Social-Ecological Systems. Handbook of Computational Economics, Volume 2, pp. 1465-1509.
- Jessop, B., 1998. The Rise of Governance and the Risks of Failure: The Case of Economic Development. *International Social Science Journal*, 50(155), pp. 29-45.
- Jiménez, F., 2010. Reconocimiento inicial de la cuenca e identificación y caracterización de actores claves., Turrialba, CR.: CATIE.
- Kleemeier, E., 2000. The impact of participation on sustainability: An analysis of the Malawi rural piped scheme program. *World Development*, 28(5), pp. 929-944.
- Knipier, C., Holtz, G., Karstens, B. & Pahl-Wostl, C., 2010. Analyzing water governance in heterogeneous case studies-Experiences with a database approach. *Environmental Science and Policy*, Issue 7, pp. 592-603.
- Lautzen, J., de Silva, S., Giordano, M. & Sanford, L., 2011. Putting the cart before the horse: Water governance and IWRM. *Natural Resources Forum*, Issue 35, p. 1-8.
- Ledesma, R., 2008. Software de Análisis de Correspondencia Múltiple: Una Revisión Comparativa. *Metodología de Entrevistas*, Volumen 10, pp. 59-75.
- Lugo, J., 1989. Diccionario geomorfológico. México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lundin, M., Molander, M. & Morrison, G., 1977. Indicators for the Development of Sustainable Water and Wastewater Systems. Manchester, Sustainable Development Research Conference.

- Madrigal, R., Alpízar, F. & Schlüter, A., 2011. Determinants of performance of community-based drinking water organizations. *World Development*.
- Marín, A. & Berkes, F., 2010. Network approach for understanding small-scale fisheries governance: The case of the Chilean coastal co-management system. *Marine Policy*, Volume 34, pp. 851-858.
- Marks, J. S. & Davis, J., 2012. Does user participation lead to sense of ownership for rural water systems? Evidence from Kenya. *World Development*, 40(8), pp. 1569-1576.
- McGinnis, M. D. & Ostrom, E., 2014. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, 19(2), p. 30.
- MEA, 2005. . Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.*, Washington, DC. Island Press.
- Meffe, G. K., Nielsen, L. A., Knight, R. L. & Schenborn, D. A., 2002. *Ecosystem Management. Adaptive, Community-Based Conservation.* Washington, Covelo y London.: Island Press.
- Meinzen-Dick, R., 2007. Beyond panaceas in water institutions. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*, 104(39), pp. 15200-15205.
- Milman, A. & Short, A., 2008. Incorporating resilience into sustainability indicators: An example for the urban water sector. *Global Environmental Change*, Volumen 18, p. 758–767.
- Morales, M., Naughton-Treves, L. & Suárez, L., 2010. Seguridad en la tenencia de la tierra e incentivos para la conservación de bosques. Quito-Ecuador: ECOLEX.
- Mwangi, E., 2007. *Socioeconomic Change and Land Use in Africa.* New York, U.S.: Palgrave MacMillan.

- Naiga, R., Penker, M. & Hogl, K., 2015. Challenging pathways to safe water access in rural Uganda: From supply to demand-driven water governance. *International Journal of the Commons*, 9(1), pp. 237-260.
- ONU, 2012. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río+20, Río de Janeiro: ONU.
- ONU, 2014. La escasez del agua.. [En línea] Available at: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml> [Último acceso: 16 04 2015].
- Ostrom, E., 1990. *Governing the commons: the evolution of institution for collective action*. 2da. Edición ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ostrom, E., 2009. A general framework for analyzing sustainability in socioecological systems. *Science*, Volumen 325, pp. 419-422.
- Ostrom, E., 2011. *El gobierno de los bienes comunes. Evolución de las instituciones de acción colectiva*. 2da Edición ed. México: FCE UNAM IIS.
- Ostrom, E. y otros, 1999. Revisiting the Commons: Local Lessons, Global Challenges. *Science*, 284 (5412), pp. 278-282.
- Pahl-Wostl, C., 2009. A conceptual framework for analyzing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), pp. 354-365.
- Propoky, L. S., 2005. The relationship between participation and project outcomes: Evidence from rural water supply projects in India. *World Development*, 33(11), pp. 1801-1819.

- Pulwarty, R. S., Jacobs, K. L. & Dole, R. M., 2005. The hardest working river: drought and critical water problems in the Colorado River Basin. En: D. A. White, ed. Drought and Water Crises: Science, Technology, and Management Issues. Boca Raton: CRC Press.
- Puri, R. K., 2011. Participant observation. In: Conducting research in conservation: A social science perspective. Routledge, London and New York: p. 376.
- Rogers, P., 2002. Water governance in Latin America and the Caribbean. IADB.
- Rosegrant, M. W., Cai, X. & Cline, S. A., 2002. World water and food to 2025: Dealing with scarcity. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Schoonover, J. E., Lockaby, B. G. & Helms, B. S., 2006. Impacts of land cover on stream hydrology in the West Georgia Piedmont, USA. Journal of Environmental Quality, Issue 35, pp. 2123-2131.
- UNDP, 2006. Human Development Report: Beyond scarcity -Power, poverty and the global water crisis-, New York: UNDP.
- van Leeuwen, C. J. & Chandy, P. C., 2013. The city blueprint: experiences with the implementation of 24 indicators to assess the sustainability of the urban water cycle. Water Science & Technology: Water Supply, 13(1), pp. 769-781.
- Verstraete, W., Van de Caveye, P. & Diamantis, V., 2009. Maximum use of resources in domestic 'used water'. Resource Technol., Volume 100, p. 5537–5545.
- WHO-UNICEF, 2014. Estimates on the use of water sources and sanitation facilities. Mexico. [En línea] Available at: [http://www.wssinfo.org/documents/?tx\\_displaycontroller\[type\]=country\\_files](http://www.wssinfo.org/documents/?tx_displaycontroller[type]=country_files) [Último acceso: 20 Abril 2015].
- Wittfogel, K., 1957. Oriental despotism. New Haven, CT.: Yale University Press.

- Woltersdorf, L., 2010. Sustainability of Rainwater Harvesting Systems Used for Gardening in the Context of Climate Change and IWRM An example from the Cuvelai-Etoshia Basin in Namibia. Frankfurt, Germany: Master's Thesis. Master of Science in Environmental Sciences at the Johann Wolfgang Goethe University of Frankfurt.
- WWAP, 2006. Water a shared responsibility, Paris, France: The United Nations World Water Development Report 2. World Water Assessment Program. Paris, France.
- WWC, 2006. Ministerial declaration of the Fourth World Water Forum, Mexico., Mexico
- Zurbriggen, C., 2011. Gobernanza: una mirada desde América Latina. Perfiles Latinoamericanos, Volumen 38, pp. 39-64.



## **CAPÍTULO II COBERTURA FORESTAL EN MICROCUENCAS Y SU RELACIÓN CON LA PERCEPCIÓN Y LA ACCION DE LOS USUARIOS EN EL RÍO ATOYAC, OAXACA, MÉXICO.**

### **RESUMEN**

Los sistemas convencionales de la gobernanza y gestión del agua en México a través de los Municipios y Empresas, no tienen una visión integral y solo se limitan a cuestiones relacionadas a la operación y mantenimiento del sistema hidráulico del agua potable. Esto hace que no se preocupen por el estado de la cuencas de donde de manera natural proviene el agua del sistema. En Oaxaca existen regímenes de gobernanza del agua mediante Comités de Usuarios del Agua (CAs), que además de realizar cuestiones de operación y mantenimiento del sistema hidráulico de agua, también se preocupan por restaurar y conservar las cuencas que les proveen de agua. El objetivo de este trabajo fue analizar la relación entre el estado actual de la cobertura forestal de microcuencas donde se ubican siete Comités de Usuarios del Agua (CAs) estudiados y su relación con la percepción y las acciones colectivas de los usuarios. Dichas microcuencas se encuentran en la subcuenca del río Atoyac, Oaxaca. Se utilizó una metodología mixta que consistió en realizar cartografía participativa, aplicar entrevistas informales a actores claves, entrevistas semiestructuradas a usuarios del agua y observación participante. Los resultados mostraron diferencias entre la cobertura forestal de las microcuencas (11.1% a 82.7%). Asimismo hubo diferencia en el número de acciones de restauración que cada CAs esta implementado para la restauración de las microcuencas que les provee de agua. Para predecir la cobertura forestal de las microcuencas estudiadas (variable de respuesta), en función de la percepción de los usuarios del agua sobre las cuencas (variables explicativas), se realizó una regresión logística multinomial. Los modelos fueron estadísticamente significativos ( $P=0.001$ ) siendo el ajuste

del modelo  $r^2$  de 0.84% (con la cobertura del río Grande de Minas) y 0.82% (con la cobertura del río Chico de Minas), los cuales estuvieron integrados por las variables relacionadas con la percepción sobre la reforestación y el bosque. Los CAs tienen potencial para lograr una adecuada gestión de las microcuencas porque tienen horizontes de largo plazo, al considerar que las áreas de recarga hídrica pueden asegurar la provisión a sus fuentes de agua a futuro.

**Palabras claves:** Recarga hídrica, restauración ecológica, gobernanza del agua, agua para uso doméstico, percepción social.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso indispensable para la vida humana (ONU, 2010). Sin embargo, los sistemas naturales provisoros de agua están sufriendo fuerte embates por aumento de su demanda, por contaminación, así como por interrupciones en la precipitación y recarga hídrica debido a cambios de uso de suelo y efectos del cambio climático (Iglesias, et al., 2007). Por ello, se considera que existe ya una crisis del agua y la principal preocupación es por el agua para uso doméstico (CNUMP, 1977; Arlington Institute, 2015). Actualmente en la mayoría de las áreas no urbanizadas del mundo, el agua segura para uso doméstico a través de buenos servicios de abastecimiento y servicios sanitarios, se mantienen con una carencia inaceptable (WHO-UNICEF, 2014). Y estimaciones para el 2030, calculan que la situaciones de escases del agua se generalizara abarcando hasta el 50% de la población mundial, principalmente en países emergentes y en desarrollo (ONU, 2014).

Solventar la crisis del agua, para mantener una provisión adecuada del recurso a las poblaciones humanas, requiere de una visión holística que permita determinar y entender todos los componentes que alteran o limitan su disponibilidad en buena cantidad y calidad

(Gourbesville, 2008). En este sentido, el agua para uso doméstico puede considerarse como un recurso que está inmerso dentro de un complejo sistema socio-ecológico (SSE), donde cualquier cambio en sus componentes afecta al resto de los componentes o subsistemas y la dinámica de todo el sistema (Berkes & Folke, 1998). En el SES del agua para uso doméstico, una adecuada provisión no depende exclusivamente de construir infraestructura hidráulica, sino también de las características de las cuencas hidrográficas (Madrigal et al., 2011), de los usos de suelo (especialmente en la áreas de recarga hídrica; Bruijnzeel, 2004), de los sistemas de gobernanza sobre el recurso; y de la percepción y acciones de los usuarios sobre el recurso hídrico y los recursos asociados como el bosque (Ostrom, 2009), las cuales pueden detonar acciones colectivas para su conservación (Mazengia y Mowo, 2012). Incluso, la crisis actual del agua se considera que tiene sus orígenes principalmente en su gobernanza (WWAP, 2006) y es a través de los sistemas de gobernanza y los actores que se puede orientar las soluciones a la crisis del agua, principalmente a escala local (Ostrom, 1990)

Generalmente, los sistema de gobernanza del agua para uso doméstico se ha implementado a través de instituciones centralizadas del Estado (Ostrom, 1990), donde el principal enfoque ha sido la construcción de infraestructura hidráulica (Gourbesville, 2008). Sin embargo, carece de un enfoque integral que considere una adecuada gestión en las cuencas hidrográficas (Gourbesville, 2008), además de corrupción o desvíos de fondos por procesos de rendición de cuentas no claros, sectorización y politización de los recursos económicos y naturales, entre otros (Castro, et al., 2004; Zurbriggen, 2011). Recientemente, se ha discutido el papel que juegan los propios usuarios del agua para asegurar el recurso hídrico, puesto que en algunos casos se han autoorganizado, estableciendo un sistema de reglas e instituciones para gestionar el agua (Ostrom, 1990). Estas instituciones de

gobernanza y gestión del agua local en ocasiones, piensan de forma integral y con horizontes de tiempo que incluyen a sus hijos, por lo que tienden a dirigir la acción colectiva hacia la conservación y recuperación del agua y de los bosques de las áreas de recarga hídrica de las cuencas hidrográficas (Ostrom 1990, Madrigal et al., 2011; Bray, 2015). Usualmente esta acción colectiva es movida por percepciones de los usuarios y actores que están involucrados en el régimen de gobernanza, que ante cualquier cambio en la disponibilidad del recurso o evento climático, puede generar cambios en la percepción social y en las acciones colectivas (Menzengia y Mowo, 2012).

En la región de los Valles Centrales de Oaxaca, México, se concentra un tercio de la población de la entidad (INEGI, 2010). Esta población se aprovisiona del agua para uso doméstico de manantiales y de pozos que extraen agua del Acuífero de Valles Centrales; sin embargo, estas fuentes presentan problemas de contaminación y sobreexplotación (INSO, 2014). En la mayoría de las zonas semirurales adyacentes en la subcuenca del río Atoyac, existen instituciones de gobernanza y gestión local del agua para uso doméstico denominados Comités de Usuarios del Agua (CAs). Algunos CAs han funcionado por lo menos durante cinco décadas y bajo distintos arreglos han gobernado y gestionado el agua para uso doméstico a nivel local (Gumeta-Gómez et al. *sometido*). Sin embargo, aún se desconoce la relación de la cobertura forestal de las microcuencas que proveen de agua a los CAs con la percepción de los usuarios, con el estado actual. La percepción es importante porque puede potenciar acciones para restaurar y mantener la cobertura forestal en las áreas de recarga hídrica de la microcuencas. La cobertura forestal puede ser utilizada como un indicador indirecto de la recarga hídrica (Smerdon et al., 2009) y de la calidad del agua subterránea puesto que en casos de deforestación aumenta la erosión y sedimentación de los cuerpos de

agua superficiales (Sidle y Ochiai, 2006). Por ello, el objetivo fue evaluar la relación del estado actual de la cobertura forestal de la microcuenca con la percepción de los usuarios del CAs y sus acciones de conservación y restauración de las áreas de recarga hídrica de las microcuencas. Esto, con el fin de evaluar el potencial de los CAs como instituciones de acción colectiva para mantener o mejorar la provisión del agua en calidad y cantidad a largo plazo.

## **MÉTODOS**

### **Sitio de estudio**

El área de estudio se encuentra en la subcuenca del río Atoyac, la cual en un 75.57% pertenece a la región de los Valles Centrales del Estado de Oaxaca, México (Figura II.1a). En esta subcuenca se encuentra el “acuífero de Valles Centrales”, que es la principal fuente provisor de agua a un tercio de la población del estado (1, 033, 884 habitantes; INEGI, 2010), lo que genera una alta demanda del recurso. Esto, aunado a los procesos de deforestación y disminución de la recarga hídrica, hace que el acuífero sea catalogado como “subexplotado”; es decir, se prevé que próximamente la extracción superará la recarga hídrica natural (CONAGUA 2011; INSO 2014). De acuerdo al Atlas de Riesgo de Agua (Aqueduct Water Risk Atlas; WRI-Aqueduct, 2013) se trata de una región con extremadamente baja protección de las corrientes de agua y con riesgos, incertidumbre y conflictos en la regulación del recurso. En la subcuenca del río Atoyac se reconocen 285 microcuencas (unidades naturales de escorrentía a nivel local), que se encuentran dentro de los límites municipales de 143 municipios (unidades administrativas legalmente responsables de la gobernanza y gestión del agua de acuerdo a la Ley de Aguas 2004) y 212 núcleos agrarios (predios de propiedad común con derechos sobre la tierra, responsables del manejo forestal y de los usos

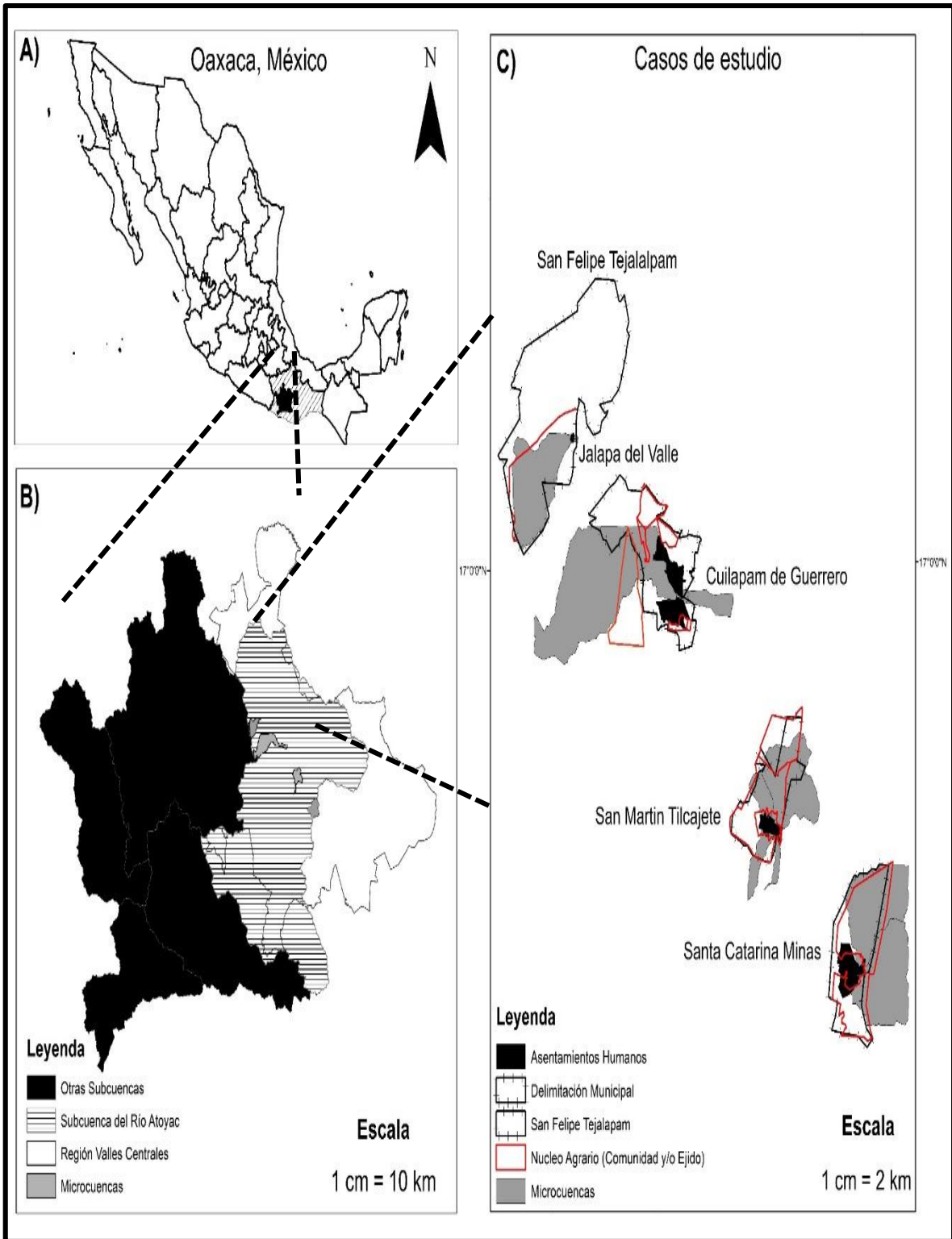
del suelo y con derechos sobre uso de agua para uso doméstico; (Ley de Agua, 2004; Bray, 2013).

El estudio se realizó en siete CAs (Tabla II.1 y Figura II.1c), que se sitúan en 6 microcuencas: 1) cuatro CAs en la microcuenca del Río Valiente en Cuilápam de Guerrero (que en lo sucesivo se denominara como Cuilápam); 2) un CAs en la microcuenca del Río Verde y río Pecado en San Martín Tilcajete (que en lo sucesivo se denominara como Tilcajete); Un CAs en la microcuenca del Río Grande y Río Chico en Santa Catarina Minas (que en lo sucesivo se denominara como Minas) y un CAs en la microcuenca del Río San Sebastián en Jalapa del Valle (que en lo sucesivo se denominara como Jalapa). Dichos casos de estudio se seleccionaron considerando: 1) factibilidad logística para efectuar el estudio, 2) extensión de la microcuenca que provee de agua a los CAs relativamente comparable (Tabla II.1), 3) que presentaran régimen de gobernanza del agua para uso doméstico mediante CAs, la cual puede tener interacciones con otras instituciones formales; *sensu* Teermer et al., 2010).

Se cumplió con la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (Mackay, 2004), al obtener consentimiento previo, libre e informado de los actores locales para realizar el estudio (autoridades municipales, agrarias de bienes comunales o ejidales y de los CAs). A quienes se les explicaron los alcances del proyecto, las metodologías implementadas y los productos que se entregarían al término del estudio.

**Tabla II.1.** Características que integran a los casos de estudios seleccionados. En el caso de Cuilápam está conformado por ocho CAs ya que la población es muy grande y dispersa y fueron seleccionados cuatro de los ocho CAS para este estudio. En los casos de Tilcajete y Minas, los CAs están asentados sobre dos microcuencas.

<b>Casos de estudio</b>	<b>Cuilápam</b>	<b>Jalapa</b>	<b>Tilcajete</b>	<b>Minas</b>
Municipio	Cuilápam de Guerrero	San Felipe Tejalalpam	San Martín Tilcajete	Santa Catarina Minas
Tenencia de la Tierra	Comunidad/ejido y propiedad privada	Ejido	Comunidad/ejido	Comunidad
No. De CAs	4	1	1	1
Microcuencas	Río Valiente	Río San Sebastián	Río Verde y Río Pecado	Río Grande y Río Chico
Área de la microcuenca (ha)	6931	2516	2324	2723



**Figura II.1.** a) Macrolocalización de la Cuenca del Río Verde-Atoyac, en el estado de Oaxaca, México. b) Subcuencas del río Verde-Atoyac, las subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez está representada por patrón rayado y las microcuencas donde se asientan los casos de estudio están en fondo gris. c) Localización de las microcuencas (fondo gris), las delimitaciones político-administrativas de los municipios y núcleos agrarios (comunidad y/o ejidos), donde se ubican los CAs estudiados



## **Cartografía de la cobertura forestal de las microcuencas**

Inicialmente, se hicieron recorridos de campo en las microcuencas, para reconocer el estado del bosque, las áreas agrícolas y de pastoreo; así como la ubicación de los pozos, represas, las áreas de reforestación y los asentamientos humanos. Los recorridos se hicieron junto con guías locales, quienes apoyaron a complementar las observaciones entorno a los puntos georreferenciados. Dichos puntos se usaron como campos de entrenamiento para realizar una clasificación supervisada de las imágenes de satélite del área de las microcuencas.

Para cada microcuenca se generaron mapas de cobertura y usos del suelo a partir de métodos de cartografía participativa propuesta por Durán et al. (2014; Anexo II. A). Las microcuencas fueron delimitadas usando un Modelo Digital de Elevación de terreno para el Estado de Oaxaca (resolución de 30m; INEGI, 2014), el cual fue procesado con las herramientas de hidrología del programa de ARCGIS 10.1. Se creó un buffer de 3 km para cada microcuenca, el cual se utilizó para hacer el corte correspondiente en una imagen de satélite LANDSAT 8 OLIS (del 22 de Marzo del 2014) obtenida del servidor <http://www.glovis.com>. Antes de hacer los cortes, a la imagen se les realizó la corrección radiométrica y geométrica hasta lograr un error cuadrático medio permisible de  $RMS < 0.15$  (Chuvienco, 2002); asimismo se hizo la corrección topográfica utilizando el método propuesto por Minaert (1941), con el fin de eliminar las sombras en las zonas montañosas. Se realizó una clasificación supervisada de la imagen de satélite, en base al algoritmo de máxima similitud con clase nula. Para ello, se utilizó el programa ENVI 5.1. Se establecieron las siguientes clases: 1) **bosque** (bosques primarios y secundarios de pino, pino-encino, encino-pino y encino; selva baja caducifolia y matorral xerofítico), 2) **sin vegetación aparente**

(zonas sin vegetación, rocas, áreas erosionadas), 3) **áreas antrópicas** (asentamientos humanos, pastizales inducidos, cultivo de temporal y permanentes) y 4) **cuerpos de agua** (represas, retenes y muros de gaviones que retienen cuerpos de agua mayores a 900m<sup>2</sup>).

La imagen clasificada se validó comparando 300 puntos aleatorios generados dentro del área de interés, contra las categorías definidas en la clasificación preliminar (Congalton y Green, 1999). El análisis de confiabilidad de la imagen clasificada se basó en la revisión de la matriz de confusión (Chuvieco 2002), hasta alcanzar un índice de Kappa final de entre 0.77 y 0.82 y con firmas de separabilidad de 1.97 a 1.99, aceptables (Mas y Ramírez, 1996). La imagen final se editó en el programa ARCGIS 10.1. Para determinar el estado del área de recarga se cruzó el mapa de coberturas resultante con la capa de áreas de recarga potencial obtenidos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

### **Acciones de restauración ecológica**

Para la obtención de información sobre las acciones de conservación y restauración se utilizó una metodología mixta cualitativa a partir de entrevistas informales a: i) los líderes y representantes los siete CAs, ii) los funcionarios de las instituciones gubernamentales relacionados con el agua como Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y de cuatro Municipios de los que forman parte los CAs y iii) representantes de fundaciones Rodolfo Morales en Ocotlán de Morelos, Oaxaca y de una empresa privada de construcción. Adicionalmente, se hizo observación participante (Puri, 2011) en asambleas y en recorridos realizados al área de recarga con los usuarios (Cuilápam) y con los ejidatarios o comuneros según correspondiera (Jalapa, Tilcajete y Minas), con lo cual fue posible conocer la

infraestructura hidráulica, las acciones de conservación y restauración como reforestaciones y obras de retención de agua y suelo.

### **Percepción y conocimiento de los usuarios**

Para la obtención de la percepción y conocimiento de los usuarios sobre los recursos naturales de las microcuencas como el agua, los bosques y sus amenazas, se aplicaron dos tipos de entrevistas semiestructuradas: una a actores claves y otra a usuarios del agua. Los usuarios entrevistados se eligieron al azar a partir del padrón de usuarios y para los actores claves se utilizó el método de bola de nieve. En total se aplicaron 305 entrevistas semiestructuradas (10% del total de los usuarios del agua de los siete CAs, N=3,025). La aplicación de la entrevista duró entre 40 a 60 minutos. La información de las entrevistas se capturó en Excel del Microsoft Office 2010. Para este capítulo, se usó información de la sección “Percepciones y conocimiento sobre el recurso” (26 preguntas) de ambas entrevistas, las otras secciones fueron usadas en los capítulos III y IV.

### **Análisis estadístico**

Se hizo una descripción de las acciones de conservación y restauración implementadas por los CAs, corroborando previamente con cruce de información de los distintos informantes y con observación participante (Bernard, 2005). Esta información se utilizó para comparar los CAs estudiados con respecto a las acciones de restauración en las microcuencas y con ello, tratar de explicar los estados de cobertura forestal encontrados.

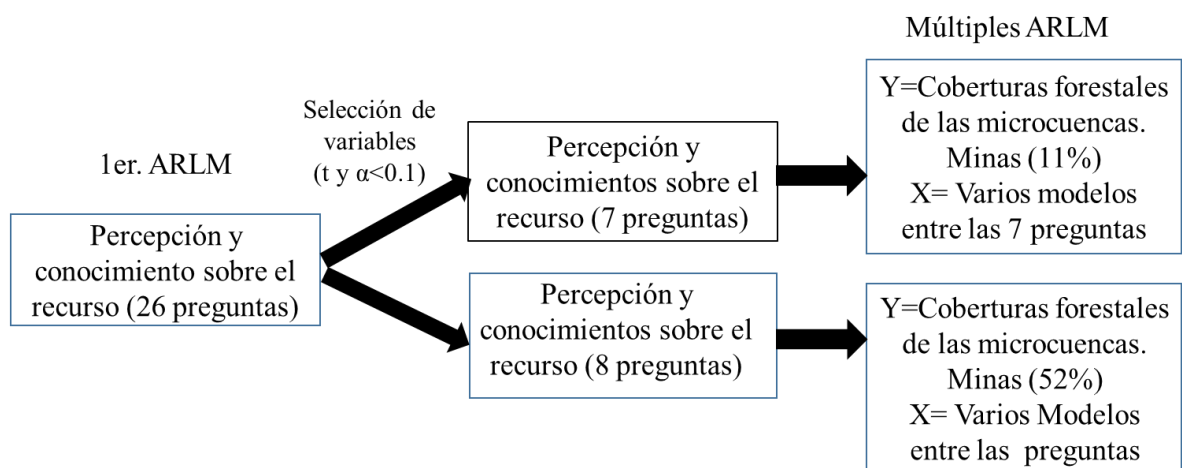
Las respuestas sobre la “percepción y conocimiento sobre el recurso” de las entrevistas de usuarios y actores clave se recategorizaron para su análisis estadístico (ver Anexo II. B). Con dicha información se realizó un análisis de regresión logística multinomial (ARLM; Gujarati, 1999), que es un modelo utilizado para predecir probabilidades de una

variable dependiente categórica en función de un conjunto de variables exploratorias (de valor real, binario o categórico). Se utilizó como variable dependiente de la ecuación el porcentaje de cobertura forestal en las microcuencas que abastece de agua a los pozos y manantiales de los CAs estudiados. Las variables independientes o exploratorias fueron las 26 preguntas sobre percepción del estado del bosque y del agua en la microcuenca por parte de los usuarios, así como de las amenazas percibidas en cuanto a la calidad del agua y su disponibilidad a futuro (Anexo II.B).

El análisis se realizó para todos los CAs y la microcuencas en las se encuentran establecidos, principalmente de la microcuenca en donde se encuentran establecidos los pozos de apropiación de agua. Para el caso exclusivo de Minas, donde dos cuencas con cobertura contrastante son manejadas por el CA respectivo: 1) microcuenca del Rio Grande, compartida con otra comunidad, donde se ubica el pozo de abasto de agua y donde la cobertura fue de 11.1% y 2) microcuenca del Rio Chico, donde están haciendo restauración del bosque y obras hidráulicas y la cobertura es del 52.5%; se corrieron dos ARLM, uno con la primera cobertura y otro con la segunda cobertura. De esta manera se exploró el cambio en la  $r^2$  ajustada con ambos modelos.

El proceso de análisis seguido se presenta en la Figura II. 2. Primero se realizó un primer ARLM con las 26 variables predictoras, a fin de reconocer aquellas que fueron significativas para explicar las tendencias de la cobertura. Se encontró que siete variables tuvieron la mayor contribución (Cobertura forestal de 11.1%) y ocho variables tuvieron la mayor contribución (cobertura forestal de 52.5%) Posteriormente, se realizaron nuevos análisis de regresión logística múltiple usando las siete y ocho variables significativas, respectivamente. De estos se seleccionaron los modelos que maximizaron la  $r^2$  ajustada, la

cual indica el porcentaje de variabilidad explicada con cada modelo (Gujarati, 1999). Posteriormente al modelo y las variables que conformaron el modelo con mayor ajuste, se le realizó un análisis de varianza, para determinar cuáles fueron las variables significativas estadísticamente.



**Figura II.2.** Pasos seguidos para la realización de los análisis mediante regresión logística multinomial (ARLM). Se realizaron ARLM para dos matrices de datos, 1) donde la cobertura de la microcuenca de Minas fue 11% y 2) otra donde la cobertura de Minas fue 52%. Esto debido a que en Minas está situado en dos microcuencas con cobertura forestales contrastantes.

## RESULTADOS

### Cobertura Forestal y características de las microcuencas

Las características de las microcuencas que provee de agua a los CAs fueron relativamente comparables en el orden de los 1000, siendo la mayor la microcuenca del río Valiente de Cuilápam (6931 ha; Tabla II. 2). El área de recarga hídrica potencial que presentaron estas microcuencas fue alta en proporción al área total de la microcuenca, siendo la microcuenca del río San Sebastián de Jalapa que presentó el 99.5% del área de la microcuenca con potencial de recarga hídrica, seguido de Cuilápam (83.8%), Tilcajete (77.9%) y Minas (75.1%). Las microcuencas que están compartidas con otras comunidades

en la parte alta fueron la del río Valiente de Cuilápam (compartida con la comunidad de San Pablo Cuatro Venados) y la del río Grande de Minas (compartida con San Miguel Tilquiapam). En este sentido, los límites geopolíticos-administrativos del municipio y de los núcleos agrarios no fueron compatibles con la mayoría de los límites naturales de las microcuencas, siendo la microcuenca del río San Sebastián de Jalapa y la del río Chico de Minas las únicas que empataron con los límites de los núcleos agrarios ejidales y de bienes comunales, respectivamente (Figura II. 3).

La cobertura forestal en las microcuencas que proveen de agua a los CAs estudiados fue variable (Tabla II. 3 y Figura II. 3). La mayor cobertura forestal se presenta en la microcuenca del río San Sebastián en Jalapa (82.7% con respecto al área de la microcuenca), seguido de la microcuenca del río Chico en Minas (52.5%), microcuenca del río Valiente en Cuilápam (39.3%) y la microcuenca del río Verde en Tilcajete (28.7%). Cabe destacar que la microcuenca el río Grande, que provee de agua a Minas tuvo una cobertura forestal de 11.1%, siendo esta la cobertura más baja. En Jalapa fue la única microcuenca en donde predominó el bosque conservado, mientras que en el resto de las microcuencas la cobertura forestal presentó condiciones prevalentemente secundarias (sensu Velázquez et al. 2002) o con algún grado de alteración.

La extensión del uso de suelo antrópico fue variado entre las microcuencas, la cual incluyó área de asentamiento humano, pastizales inducidos y áreas agrícolas. La microcuenca del río San Sebastián de Jalapa fue la que menor porcentaje presentó (14.6%), seguido de la microcuenca del río Chico de Minas (45.4%), de la microcuenca del río Valiente de Cuilápam (57.7%), el resto de las microcuencas presentó el mayor porcentaje del área de la

microcuenca como uso antrópico de (69.3-83%), siendo el mayor porcentaje de la microcuenca del río Grande de Minas. Cabe destacar que solo Minas y Jalapa (0.02 a 0.1%, respectivamente) presentaron cuerpos de aguas lo suficientemente grandes para ser visualizados en las escalas de la imagen satelital utilizada. Los cuerpos de agua de cada comunidad forman parte de las represas o muros de gaviones implementados para la retención del agua.

**Tabla II.2.** Características de las microcuencas que proveen de agua a los CAs estudiados

<b>Características de las microcuencas</b>	<b>Cuilápam</b>	<b>Jalapa</b>	<b>Tilcajete</b>	<b>Minas</b>
Área de la microcuenca que provee de agua (ha)	6931	2516	2324	2723
Área de recarga hídrica potencial (con respecto al área de la microcuenca)	5809.4 (83.8%)	2504.5 (99.5%)	1810.5 (77.9%)	2046.8 (75.1%)
La microcuenca es compartida con otra comunidad en la parte alta	1	0	0	1

**Tabla II.3.** Áreas de las coberturas forestales y los usos de suelos de las microcuencas

<b>CAs</b>	<b>Microcuencas<sup>1</sup></b>	<b>Bosque</b>		<b>Antrópico</b>		<b>Cuerpo Agua</b>		<b>Sin Vegetación aparente</b>		<b>Total</b>
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
<b>Cuilápam</b>	Río Valiente <sup>2</sup>	2691.9	39.3	3951.6	57.7	NA	0	203.5	2.6	2513.5
<b>Jalapa</b>	Río San Sebastián <sup>2</sup>	2080.1	82.7	368.3	14.6	0.6	0.02	64.5	2.1	2487.8
<b>Tilcajete</b>	Río Verde <sup>2</sup>	658.3	28.7	1589.7	69.3	NA	0	48.1	2.1	2296.1
	Río Pecado	175.9	19.8	702.8	79	NA	0	10.5	1.2	889.3
<b>Minas</b>	Río Chico	1305.6	52.5	1127.7	45.4	2.8	0.11	51.7	5.6	2723.4
	Río Grande <sup>2</sup>	303.4	11.1	2269	83.3	NA	0	151	3	6847

<sup>1</sup> Microcuencas donde están los asentamientos humanos a los que el CAs les provee el servicio

<sup>2</sup> Microcuenca donde se ubican los pozos y manantiales de los que obtienen el agua los CAs



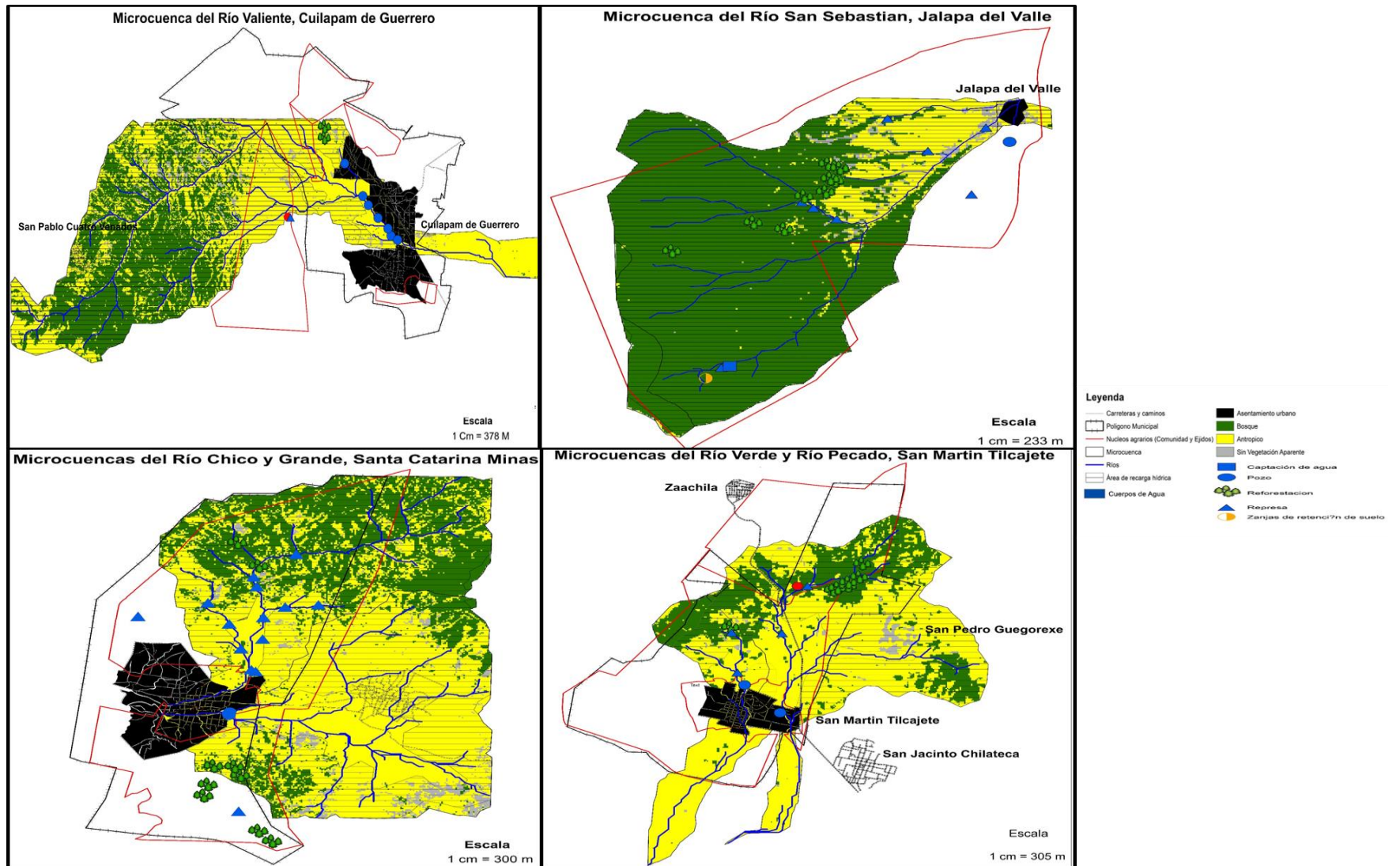


Figura II.3. Mapas de la cobertura forestal y uso de suelo y acciones de restauración en las microcuencas estudiadas

## **Acciones restauración de las microcuencas**

Todas las comunidades a las que pertenecen los CAs han implementado acciones de restauración de las microcuencas en las que se asientan, principalmente dentro de su área de jurisdicción ya sea municipal o agraria. Sin embargo, existieron diferencias en cuanto al número de acciones o la frecuencia. Por ejemplo, una de las principales acciones realizadas es la construcción de retenes, represas o muros de gaviones para retener y almacenar agua. En Minas hubo mayor cantidad de retenes de agua construidos (13), seguido de Jalapa (7), Tilcajete (4) y Cuilápam (2). En cuestión de obras de retención de suelo como zanjas, muros vivos u ollas solo Jalapa ha construido cerca de 100 zanjas de aproximadamente 8 años de antigüedad. Todas las comunidades han gestionado y realizado reforestaciones principalmente a través de los municipio y las autoridades agrarias, de las cuales Jalapa, Tilcajete y Minas mantiene reforestaciones con una frecuencia anual, que con apoyo de la CONAFOR y de Organizaciones No Gubernamentales (ONG) como la Fundación Rodolfo Morales y de los usuarios han podido realizarlas. Cuilápam tiene pocas reforestaciones (2 áreas reforestadas de una extensión menor a una hectárea) y antiguas de aproximadamente 5-7 años ya que recientemente no han realizado reforestaciones. Jalapa es la única comunidad que le da mantenimiento a sus reforestaciones, al regarlas en épocas de sequía, deshierbar alrededor de los árboles plantados y rehacer los cajetes para asegurar retención de agua (Tabla II. 4).

**Tabla II.4.** Acciones de restauración en las microcuencas de estudio

<b>Acciones de restauración</b>	<b>Cuilápam</b>	<b>Jalapa</b>	<b>Tilcajete</b>	<b>Minas</b>
Cantidad de retenes de agua construidos	2	7	4	13
Cantidad de obras de retención del suelo	0	100	0	0
Frecuencia de las reforestaciones realizadas en los últimos 10 años	Irregular	Cada año	Cada año	Cada año
Mantenimiento a la reforestaciones	0	Si	0	0

### **Percepción y conocimiento de los usuarios**

Con respecto al conocimiento y percepción sobre el recurso, un gran porcentaje de los usuarios en Jalapa y Minas conoce que existen reglas en su comunidad sobre el cuidado del bosque (97% y 93%, respectivamente; Tabla II. 5). En Cuilápam el menor porcentaje de conocimiento de reglas se dio sobre el cuidado del bosque (50%) y fue mayor en el cuidado del agua (89.3%). El mayor porcentaje de conocimiento sobre celebraciones relacionadas al agua se presentó en Cuilápam (74%) y esta está asociada a los días de semana santa donde se le celebra a los pozos y se le agradece por el agua que proveen ya sea de manera individual o colectiva. Asimismo, el 80% del total de los entrevistados reconoció que existe bosque en su comunidad, pero esto fue variable entre las comunidades. En Jalapa y Minas todos reconocieron tener bosque (100% y 98%, respectivamente), en Cuilápam la mayoría (75%) y en menor proporción en Tilcajete (49%). Gran parte (95%) de los que reconocieron tener bosque, identificaron correctamente los tipos de bosque que prevalecen en las partes altas de las microcuencas que abastecen el agua. Los mayores porcentajes de percepción sobre la existencia de manantiales fueron en Jalapa y en Minas (65.8% y 46.3%, respectivamente). Asimismo, la mayor percepción de pérdida de la vegetación fue en Cuilápam, Minas y Tilcajete con (58%, 46.2% y 44.7%, respectivamente) y el más bajo porcentaje fue en Jalapa con (5.7%).

**Tabla II.5.** Percepción y conocimientos sobre el recurso hídrico y los bosques por parte de usuarios del agua en los distintos CAs analizados.

<b>Casos de Estudios</b>	<b>Jalapa (n=1)</b>	<b>Cuilápam (n=4)</b>	<b>Tilcajete (n=1)</b>	<b>Minas (n=1)</b>
Conocimiento y percepción sobre el agua, los bosques y sus amenazas				
Conocen reglas sobre el cuidado del bosque	97%	50%	68%	93%
Conocen reglas sobre el cuidado del agua	97.1%	89.4%	93.6%	79.6%
Saben si hay bosques en su comunidad	100%	75.7%	46.8%	98%
Saben si hay manantiales en su comunidad	65.8%	21%	19.1%	46.3%
Perciben una mayor pérdida de vegetación	5.7%	58%	44.7%	46.2%
Consideran que comunidades vecinas u otros que amenazan con contaminar, obstruir o controlar el agua que les llega a su comunidad	54.3%	77.5%	80.8%	96.3%
Perciben que hay mayor crecimiento poblacional en su comunidad	96%	100%	85%	74%
Creen que el agua no será suficiente para la población en 10 años	68.6%	89.4%	72.3%	53.7%

En Minas, Tilcajete y Cuilápam la mayoría de los usuarios perciben amenazas a sus fuentes de agua (96.3%, 80.8% y 77.5%, respectivamente), en donde en Minas y Cuilápam está asociado por problemas de contaminación y de formas de control del agua por parte de las comunidades que se encuentran en la parte alta de la microcuenca que abastece a sus pozos. Particularmente en Tilcajete, la amenaza está relacionada con el desarrollo de un basurero municipal del Oaxaca de Juárez y la zona conurbana, en la parte alta de la microcuenca que provee de agua a la comunidad. Todos los casos perciben un aumento en la población de su comunidad (74%-100%) y la mayoría de los usuarios de Cuilápam y Tilcajete consideran que el agua no será suficiente dentro de diez años (89.4% y 72.3%, respectivamente) ya que habrá más usuarios, por ello consideran necesario regular las tomas

de agua. Particularmente en Jalapa y en Minas los porcentajes de usuarios que consideran que no habrá suficiente agua para la población dentro de 10 años fue menor (68.2% y 53.7%).

### **Relación de la cobertura forestal con la percepción de los usuarios**

La cobertura forestal de las microcuencas depende de varios factores sociales, económicos y ambientales que determinan un buen o mal estado de la cobertura. La percepción y conocimiento de los usuarios sobre la cobertura puede estar determinado principalmente por actividades relacionadas al bosque o por el involucramiento directo sobre actividades que se relacionen con los bosques. Mediante el diseño y evaluación de diferentes modelos de regresión logística multinomial, en función de la  $r^2$  ajustada, se determinó la relación entre la cobertura forestal y la percepción y conocimiento de los usuarios de los CAs sobre el agua, el bosque y sus amenazas. Se realizaron cinco modelos con una  $r^2$  de 0.79 a 0.84 (Tabla II.6). En el modelo de mayor  $r^2$  ajustada, las variables que determinaron la mayor variación estuvieron relacionadas con variables relacionadas al bosque principalmente.

**Tabla II.6.** Cinco modelos de regresión para describir la relación entre la cobertura forestal de las microcuencas y las variables de percepción social sobre el agua, los bosques y sus amenazas.

<b>Percepción y conocimiento sobre los recursos</b>	<b>R<sup>2</sup> ajustada (%)</b>
<b>Cobertura forestal de Minas con 11%</b>	
1. Hay bosque, estado de la pérdida de vegetación, celebración del bosque y quien reforesta	0.81
2. Hay bosque, estado de la pérdida de vegetación, celebración del bosque, quien reforesta y frecuencia	0.81
3. Hay bosque, estado de la pérdida de vegetación, celebración del bosque, quien reforesta, frecuencia y obras de suelo	0.84
<b>Cobertura forestal de Minas con 52%</b>	
4. Hay bosque, estado de la pérdida de vegetación, celebración del bosque, quien reforesta, frecuencia y obras de suelo	0.79
5. Hay bosque, estado de la pérdida de vegetación, celebración del bosque, quien reforesta, frecuencia, obras de suelo y celebración del agua	0.82

Los modelos corridos con diferentes coberturas forestal para el caso de Minas, no resultaron muy diferentes de acuerdo a la  $r^2$  ajustada, pero si en el aumento de la variables de celebración del agua, que para el caso de la cobertura de la microcuenca del río Chico de Minas (52.5%) resulto importantes. Las variables seleccionadas de los modelos que tuvieron una  $r^2$  ajustada mayor (0.84 para la cobertura de Minas de 11.1% y 0.82 para la cobertura de Minas de 52.5%), fueron introducidos a un análisis de varianza del modelo de regresión logística multinomial. Los modelos presentaron una  $P=0.002$  para la cobertura forestal de 11.1% y 0.003 para la cobertura de 52.5%, lo cual fue estadísticamente significativo a un nivel de confiabilidad del 99% (Tabla II. 7 y II. 8). En la Tabla II. 7 y II. 8, se presentan la variables que fueron significativas de acuerdo al análisis de varianza y a un nivel de significancia del 99%

**Tabla II.7.** Resultado del análisis de varianza de la cobertura forestal en las microcuencas con las variables de percepción y conocimiento sobre los recursos. Para este caso la cobertura forestal de la microcuenca de Minas fue de 11%

<b>Variable</b>	<b>Estimador</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>T</b>	<b>Valor de P</b>
Constante	29	12.82	2.25	0.025***
Hay bosque	-3.21	2.68	-1.19	0.23
Estado de la perdida de vegetación	-15.55	2.56	-6.06	0.00***
Celebración del bosque	9.37	4.34	2.15	0.032***
Quien reforesta	20.06	3.92	5.11	0.00***
Frecuencia	2.3	3.7	0.67	0.54
Obras suelos	-1.05	2.22	-0.47	0.63

\*Nivel de significancia al 10%, \*\* Nivel de significancia al 5%, \*\*\*Nivel de significancia al 1%

**Tabla II.8.** Resultado del análisis de varianza de la cobertura forestal en las microcuencas con las variables de percepción y conocimiento sobre los recursos. Para este caso la cobertura forestal de la microcuenca de Minas fue de 52.5%

<b>Variable</b>	<b>Estimador</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>T</b>	<b>Valor de P</b>
Constante	42	13.89	3.02	0.003***
Hay bosque	64.6	19.4	3.3	0.001***
Estado de la pérdida de vegetación	-13	15.75	-0.825	0.41
Celebración del bosque	10	12.8	0.77	0.439
Quien reforesta	31	6.7	4.5	0.000***
Frecuencia	31	7.4	4.17	0.000***
Obras suelos	-54.3	11.34	-4.78	0.000***
Celebración del agua	10.33	6.7	1.52	0.131

## **DISCUSIÓN**

### **Cobertura forestal y acciones de restauración**

La importancia de analizar el estado la cobertura forestal a una escala más local de microcuencas y su relación con la manera en que la gente maneja o interviene en los bosques (Boucher et al. 2011), ha sido considerado importante de entender para mejorar la sinergia entre el manejo de los bosques y los problemas de disponibilidad y calidad del agua (FAO, 2008). Ya que entre muchos de los beneficios que dan los bosques, se encuentra su influencia sobre la cantidad de agua disponible, al mantener o mejorar la infiltración del suelo y la capacidad de almacenamiento de agua y de regular de manera natural la liberación del agua a los cuerpos de agua superficiales o subterráneos (MCPFE, 2009). Ante los escenarios actuales del cambio climático y de la crisis del agua, se reconoce la necesidad de pensar globalmente, pero actuar a nivel local (Herkenrath y Harrison 2011) ya que se ha discutido que acciones locales tienen efectos a escalas regionales o globales (Vörösmarty, et al., 2010). En este sentido, analizar el estado actual de la cobertura forestal en las microcuencas que proveen de agua a sistemas locales de gobernanza y gestión como el de los Comités de

Usuarios de Agua, nos lleva a poner atención en los actores sociales que intervienen en las microcuencas (Durán et al., 2011), tales como los usuarios del agua; así como en la forma de que estos perciben la crisis del agua y de los bosques (Walker y Peters, 2006) y como esta percepción puede estar ligada con la participación de los usuarios en acciones de restauración de los bosques para asegurar la disponibilidad del agua localmente (Tahel et al., 2012).

Con el análisis cartográfico participativo se confirman dos escenarios, el primero caracterizado por una gran extensión de cobertura forestal que cubren casi en su totalidad el área de las microcuencas con recarga hídrica potencial (Caso de la microcuenca del río San Sebastián de Jalapa del Valle con 82.7% y río Chico de Santa Catarina Minas con 52.5%) y el segundo caracterizado por grandes extensiones antrópicas en las áreas de la microcuenca con recarga hídrica potencial y que amenazan con disminuir la disponibilidad y la calidad de agua (Caso de la microcuenca del río Valiente de Cuilápam de Guerrero con 57.7%, río Verde con 69.3% y Pecado con 79% de San Martín Tilcajete y del río Grande de Santa Catarina Minas con 83.3%). La tendencia de baja cobertura forestal presentada en las microcuencas de Cuilápam, Tilcajete y Minas, coinciden con lo documentado en el diagnóstico de las problemática ambientales realizados por el Instituto de la Naturaleza para el área que conforma los Valles Centrales de la subcuenca del río Atoyac (INSO, 2014).

Las diferencias en la cobertura forestal entre estos dos escenarios, puede estar asociado a diferentes escenarios del paisaje, el cual es determinado por componentes socioeconómicos, políticos y ambientales actuales e históricos (Meffe et al., 2002); que han dado como resultado la cobertura forestal actual en las microcuencas estudiadas. Principalmente en el caso de la microcuenca de Jalapa y la del río Chico de Minas, tenemos



un escenario del paisaje donde los límites naturales de la microcuenca coinciden con límites de tenencia de la tierra agrario ejidal y/o comunal, respectivamente (Figura II. 3). Caso contrario sucede con las microcuencas del río Valiente de Cuilápam y del río Grande de Minas (la cual es donde están colocados los pozos que proveen de agua a la comunidad), donde los límites naturales de la microcuenca no coinciden con los límites de tenencia de la tierra del municipio o del núcleo agrario, compartiendo la parte alta de la microcuenca con otras comunidades vecinas (Figura II. 3). En estos dos últimos casos, la situación de la microcuenca compartida y la falta de tenencia del total del área de la microcuenca parece ser un factor que influye en el estado de la cobertura forestal actual. Maffe et al. (2002) argumenta que un recurso natural como el agua no tiene límite o fronteras y en el caso de una microcuenca compartida los efectos institucionales, socioeconómicos y biológicos que se den entre las diferentes comunidades que comparten una microcuenca afectan de manera importante el manejo del recurso. Por ello, la seguridad de tenencia de la tierra ha sido considerada como uno de los factores importantes que determinan la conservación o el deterioro de los recursos naturales como el bosque (Morales et al., 2010). En este sentido, se puede apreciar una gran diferencia entre la baja cobertura forestal de la microcuenca del río Grande de Minas que es compartida con otra comunidad en la parte alta y donde no existe seguridad total sobre su tenencia, con una mayor cobertura forestal de la microcuenca del río Chico de Minas que no es compartida y existe una total seguridad sobre su tenencia. Por ello, una microcuenca compartida presenta mayores retos para conservar y recuperar las áreas de recarga hídrica que aseguran una buena disponibilidad de agua a escala local. Mismos retos se presentan a otras escalas como de cuencas regionales o transnacionales compartidas, donde el manejo de los bosques en las áreas de la recarga hídrica, necesita de buenas negociaciones

y coordinación para establecer acuerdos de conservación de los recursos naturales (Chen, 2008). Asimismo, estos retos, resultan mayores cuando entre las comunidades que comparten una misma microcuenca existen conflictos agrarios (Merino-Pérez, 2004). Tal es el caso de la microcuenca del río Valiente donde la comunidad de Cuilápam mantiene conflictos agrarios con la comunidad de San Pablo Cuatro Venados que se encuentra en la parte alta. Dicho conflicto mantiene registros de más de 300 años y es visto como una amenaza que atenta contra la disponibilidad de agua por parte de los usuarios de los CAs de Cuilápam (77.5% de los entrevistados).

Por otra parte, el caso de grandes extensiones de cobertura forestal de Jalapa (82.7%), pudiera estar relacionado con incentivos de conservación de los bosques y de la biodiversidad que esta comunidad ha estado recibiendo aproximadamente desde hace una década. Velasco et al. (2014) documenta en otras comunidades con bosques en Oaxaca donde los incentivos para la conservación resultan ser determinantes en el estado de la cobertura forestal actual. Mismas tendencias han sido documentadas en otras partes del mundo como Ecuador por Morales et al. (2010), donde los incentivos de conservación resultan ser determinantes para una buena conservación de los recursos naturales. Aunque el enfoque de este estudio no fue entender cómo influyen los incentivos de conservación como programas de pagos por servicios ambientales, si es notoria la diferencia en donde las comunidades que no presentan incentivos de conservación del bosque como Minas, Cuilápam y Tilcajete, la cobertura forestal fue menor (52.5% y 11.1%, 39.3%, 28.7% y 19.8%, respectivamente). Además, se ha documentado que aunado a los incentivos, las coberturas forestales son mantenidas por los mismos procesos internos de conservación y regulación que lleva a cabo la misma comunidad (Durán et al., 2005) ya que para el caso de Jalapa, aunque la conservación del bosque no está

asociada al aprovechamiento económico de la madera, la misma comunidad reporta que decidió conservar desde antes que pudieran acceder a los incentivos ya que su agua depende de manantiales en los bosques y la conservación del bosque es necesaria para mantener sus fuentes de agua naturales (*com. pers.* Comisariado Ejidal de Jalapa de Valle).

### **Relación de la cobertura forestal con la percepción de los usuarios**

Por otro lado, parte de los componentes sociales del escenario del paisaje corresponde a centrar la atención en los actores y usuarios involucrados en el manejo de la cobertura forestal. Principalmente, es de nuestro interés el cómo los usuarios quienes están directamente relacionados con los procesos de gobernanza local del agua mediante CAs perciben individual y colectivamente la crisis de los bosques y del agua y su relación con la disponibilidad del agua actual y futura. A partir del modelo tres, de regresión logística multinomial que mayor ajuste presentó ( $r^2 = 0.84$  para Minas con cobertura del 11.1% y  $r^2 = 0.82$  para Minas con cobertura de 52.5%, Tabla II. 7 y II. 8), encontramos que hay una gran relación entre las variables: 1) Quien financia reforestación, 2) cada cuanto reforestan, 3) estado de la pérdida de la vegetación, 4) si hay bosque, 5) si hay celebración del bosque, 6) frecuencia de la reforestaciones y obras de retención de suelo, principalmente. Con este modelo, se demuestra en este estudio que los resultados de la cartografía sobre el estado actual de la cobertura forestal de la microcuenca tienen relación con la percepción social de los usuarios del agua. En este sentido, en los casos de Jalapa y microcuenca del río Chico de Minas donde hubo mayor cobertura forestal, un mayor porcentajes de usuarios percibieron que hay bosque (100% y 98%, respectivamente) y menor porcentaje de usuarios considera que la pérdida de la vegetación ha aumentado (5.7% para el caso de Jalapa). Caso contrario sucedió en los casos de Cuilápam y Tilcajete donde hubo un menor porcentaje de usuarios

que perciben que hay bosque (75.7% y 46.8%, respectivamente) y un mayor porcentaje de usuario considera que ha habido un aumento de la pérdida de la vegetación (58% y 44.7%, respectivamente). Estos resultados contrastan con lo documentado por Walkers y Peters (2006), donde el estado actual de la cobertura forestal o los procesos de deforestación percibidos a partir de cartografía no necesariamente coincidieron con la percepción social local, que no percibe una crisis de la cobertura forestal.

Cabe destacar que en el modelo tres de mejor ajuste ( $r^2=0.84$ , Tabla II. 7), se realizó a partir del valor de la cobertura forestal correspondiente a la área de las microcuencas que proveen de agua a los pozos, donde los CAs extraen el agua para uso doméstico en los casos estudiados. Sin embargo cuando este modelo se corrió intercambiando el porcentaje de la cobertura de la microcuenca del río Grande de Minas (11.1%), por el porcentaje de la microcuenca del río Chico de Minas (52.5%; en esta microcuenca no se encuentran ningún pozo para proveer de agua a la comunidad de Minas), este ajuste se mantuvo sin grandes diferencias. Por lo tanto, se hace evidente que aunque se están haciendo esfuerzos de conservación y restauración del bosque en la microcuenca del río Chico de Minas, sus resultados positivos no se verán reflejadas en asegurar la disponibilidad del agua para la comunidad ya que los pozos donde se provee de agua a la comunidad no están situados en esta microcuenca. Inclusive los usuarios ven como una amenaza (96.2%) el hecho de que los pozos que provee de agua a la comunidad se encuentra en los márgenes del río Grande, donde aparentemente la comunidad de San Miguel Tilquiapam vierte sus aguas residuales, y según comentarios de los entrevistados, existen evidencia de contaminación del agua de los pozos por coliformes fecales según un estudio de aproximadamente 5 años, aunque no se encontró el análisis o el documento que evidenciara la contaminación y las cantidad de contaminación

por coliformes fecales. Una alternativa de solución sería realizar la construcción de otros pozos en los márgenes del río Chico de Minas, para solucionar los problemas de contaminación del agua y asegurar que los beneficios de las acciones de conservación y restauración realizadas en esta microcuenca se refleje en asegurar la disponibilidad y calidad del agua a futuro.

La importancia de las percepciones individuales de los usuarios del agua, recae en primer lugar en que se ha documentado que las personas o usuarios de un recurso pueden evaluar los cambios en su entorno y generar una percepción ecológica local (Lund et al., 2010) y en segundo lugar en que esta percepción ecológica local puede ser transmitido a través de plataformas como instituciones locales, incentivando así la percepción colectiva e incluso las acciones colectivas (Ostrom, 1990). En este sentido, el rol central de las instituciones recae en su capacidad de potenciar las percepciones individuales y con ello regular los patrones de comportamientos entre los individuos y los grupos (Leach, 1999), para responder a las retroalimentaciones ambientales locales (Folke, 2004). En los casos estudiados, los CAs son instituciones locales de gobernanza y gestión del agua que tienen el potencial de funcionar como plataformas para incentivar las percepciones individuales a percepciones y acciones colectivas. Por ejemplo, aunque en el caso de los CAs de Cuilápam no tienen la certeza legal para poder intervenir en el conflicto agrario, los CAs en el 2014 incentivaron la participación de todos los usuarios del agua para movilizarse en defensa de la tierra y del bosque en litigio, con el objetivo de recuperar las áreas boscosas de la parte alta de la microcuenca, establecerlas como reservas ecológicas y con ello asegurar la disponibilidad del agua actual y futura. En Jalapa, las asambleas para tomar cualquier decisiones en la comunidad son generales (es decir que intervienen todo el pueblo), lo cual

ofrece una plataforma donde los problemas asociados al agua y los bosques se generalizan y generan acciones colectivas y coordinadas entre los comités locales, el CAs, el comisariado ejidal y el agente municipal para realizar acciones de restauración sobre el bosque.

Particularmente en Tilcajete, se apreció que aunque existe una relación entre la percepción social sobre el bosque con la cobertura forestal, el CAs no está funcionando como una plataforma para incentivar la percepción y las acciones colectivas. De hecho aquí el comisariado Ejidal y de Bienes Comunales y el municipio, sin coordinación con el CAs gestionan reforestaciones anuales. Estas reforestaciones anuales en Tilcajete resultaron importantes en el modelo tres y cinco (Tabla II. 7) tanto en la variable de cada cuanto reforestan como con la variable de celebraciones del bosque ya que los usuarios del agua consideran estas reforestaciones anuales como una especie de celebración del bosque principalmente asociado al copal. Sin embargo la baja cobertura forestal en las microcuencas del río Verde y Pecado, está relacionado con: 1) a la tala de copal que es insumo principal de la actividad económica de producción de alebrijes característica de esta comunidad y 2) a eventos de incendios regulares en la comunidad.

Los CAs tienen potencial para lograr una adecuada gestión de las microcuencas y de sus bosques ya que se están preocupando por las áreas de recarga hídrica (en el caso de Cuilápam), así como en los casos de Jalapa, Tilcajete y Minas que están promoviendo percepciones y acciones colectiva a través de esquemas de gobernanza de múltiple nivel para asegurar la provisión de agua actual y futura. La gobernanza de múltiple nivel permite la coordinación entre diferentes instituciones locales, regionales o nacionales para conservar los bosques y los territorios ha sido documentada por Durán et al. (2011) para el caso de dos

regiones en Guerrero, México. En este sentido, los casos de estudio analizado muestran diferencias en las acciones de restauración que han implementado en las microcuencas para recuperar la cobertura forestal, almacenar agua y recargar los acuíferos, así como obras para retener suelo y evitar erosión. Podríamos considerar que los casos de Jalapa y Minas que presentan la mayoría de estas acciones de conservación, está asociado principalmente a un involucramiento y/o coordinación entre las diferentes instituciones locales como el comisariado ejidal o comunal y los agentes municipales, con instituciones gubernamentales del nivel nacional como CONAGUA, CONAFOR y CONANP (Caso de Jalapa) para gestionar y bajar recursos que permitan la implementación de las reforestaciones y la construcción de retenes de agua, principalmente. Caso contrario sucede en Tilcajete y Cuilápam donde hay menores acciones de restauración en la microcuenca y donde existe poca coordinación (Tilcajete) o nula (Cuilápam) con los comisariados ejidales y comunales y el municipio

## **CONCLUSIONES**

En este estudio se muestran baja coberturas forestales en las microcuencas compartidas con otra comunidad en la parte alta, del río Grande de Santa Catarina Minas y río Valiente de Cuilápam de Guerrero, lo cual se asoció con una menor seguridad sobre la tenencia de la microcuenca por parte de las comunidades estudiadas. Una mayor cobertura forestal de la microcuenca del río Chico de Minas y del río San Sebastián de Jalapa del Valles asociado a una total seguridad sobre la tenencia de la microcuenca y sus recursos naturales asociados. Así como a incentivos de conservación del bosque y la biodiversidad para el caso de Jalapa. Los retos que presentan una microcuenca compartida pueden ser equiparables a

otras escalas como de cuencas regionales o transnacionales compartidas ya que para un adecuado manejo de los recursos naturales se necesita de cooperación, coordinación y generación de acuerdos entre todas las comunidades que comparten la microcuenca para evitar efectos profundos en cualquier de las comunidades (Meffe et al., 2002).

Se considera importante fijar la atención en los actores involucrados en el manejo de la cobertura forestal, así como en los usuarios del agua ya que existe una fuerte relación entre sus percepciones ecológicas con el estado actual del bosque y sus problemáticas. Estas percepciones ecológicas movidas por un recurso de interés común como el agua y a través de una institución como los CAs pueden tener influencia en las percepciones y acciones colectivas. Aunque los CAs directamente no tienen influencia en la toma de decisiones sobre el bosque y el territorio, los usuarios con posesión de título agrario (ejidatario o comunero) resultan importantes para llevar esas percepciones generadas por las problemática del agua y vincularlas con el manejo forestal de las microcuencas. Asimismo, una coordinación por parte de los CAs con otras instituciones locales como Comisariados Ejidales y de Bienes Comunales, Agentes Municipales, puede generar vínculos con instituciones gubernamentales como CONAFOR y CONAGUA; promoviendo de esta manera esquemas de gobernanza de múltiple nivel sobre el bosque y el agua, para asegurar la provisión de agua actual y futura. Esta gobernanza de múltiple nivel fue presentada principalmente en los casos de Jalapa y Minas, donde todas las acciones de conservación y restauración ecológica, está asociado principalmente a un involucramiento y/o coordinación entre las diferentes instituciones locales con instituciones gubernamentales del nivel nacional, para gestionar y bajar recursos que permitan la implementación de las reforestaciones y la construcción de retenes de agua, principalmente



Por ello, aunque los CAs estudiados presentan variabilidad entre su grado de coordinación con otras instituciones locales y nacionales, poseen cualidades que de ser potenciados podrían servir como plataformas para incentivar percepciones y acciones colectivas para la conservación de los bosques y con ello asegurar la recarga hídrica y la disponibilidad del agua para las poblaciones a nivel local.

## **REFERENCIAS**

Arlington Institute, 2015. The World's Biggest Problems. [Online] Available at:

<http://www.arlingtoninstitute.org/wbp>

Berkes, F. y Folke, C., 1998. Linking Social and Ecological Systems: Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Bernard, R. H., 2005. Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches. Oxford, U.K.: 4th Edition. Altamira Press.

Boucher, D. et al., 2011. The Root of the Problem. What's Driving Tropical Deforestation Today? Tropical Forest and Climate Initiative/Union of Concerned Scientists, Cambridge: MA.

Bray, D. B., 2015. Facing Future Storms: Poor Honduran Communities Unite to Protect Watersheds and Nature. [Online] Available at: <http://news.mongabay.com/2015/0505-bray-honduran-community-conservation.html>

- Bruijnzeel, L. A., 2004. Hydrological functions of tropical forest: Not seeing the soil the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 104, pp. 185-228.
- 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. In: *El Agua en México vista desde la Academia*. México, D.F: Academia Mexicana de Ciencias, pp. 339-369.
- Chen, S., 2008. From community-based Management to Transboundary Watershed Governance. *Development*, Volume 51, pp. 83-88.
- Chuvieco, E., 2002. *Teledetección ambiental*. Barcelona, España: Ariel Ciencia.
- CNUMP, 1977. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, Mar del Plata. Mar de La Plata, ONU.
- CONAGUA, 2011. *Agenda del agua 2030*, México, D. F.: Comisión Nacional del Agua. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Congalton, R. G. y Green, K., 1999. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices*. Boca Ratón: Lewis Publisher.
- Durán, E., Bray, D., Velázquez, A. y Larrazábal, A., 2011. Multi-Scale Forest Governance, Deforestation, and Violence in Two Regions of Guerrero, Mexico. *World Development*, Volume 39, p. 611–619.
- Durán, E. J., Mas, F. y Velázquez, A., 2005. Land use/cover change in community-based forest management regions and protected areas in Mexico. In: D. B. Bray, P. Merino

- y D. Barry. Eds. *The Community Forests of Mexico*. Texas, US. University of Texas Press.
- Durán, M. E., Rivera, G. R., Gumeta, G. F., Camille, A., Gordon, R., 2014. Mapping "virtuous" management of forest carbon stocks in five forestry communities in Oaxaca, Mexico. 2° Congreso Internacional de la Red de Medio Ambiente.
- FAO, 2008. *Forest and Water*. Forestry Paper 155. Rome, Italy: FAO.
- Folke, C., 2004. Traditional knowledge in social–ecological systems. *Ecology and Society*, 3(7), p. 9.
- Gourbesville, P., 2008. Challenges for integrated water resources management. *Physics and Chemistry of the Earth*, Volume 33, p. 284–289.
- Gujarati, D., 1999. *Econometría*. Santa Fe de Bogotá, Colombia.: McGraw-Hill.
- Gumeta-Gómez, F., Durán, M. E. y Bray, D. B., *Sometido*. Multilevel governance for local management of drinking water in Latin America: Case studies of Costa Rica, Honduras and Mexico. *Acta Universitaria*.
- Herkenrath, P. y Harrison, J., 2011. “The 10th Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity –a breakthrough for biodiversity”. *Oryx-Flora y Fauna International*, Volume 45, pp. 1-2.
- Iglesias, A., Garrote, L., Flores, F. y Moneo, M., 2007. Challenges to manage the risk of water scarcity and climate change in the Mediterranean. *Water Resources Management*, 21(5), pp. 775-788.

INEGI, 2010. Censo Poblacional y de Vivienda 2010. México, D. F.: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI, 2014. Mapa Digital de México v6. [Online] Available at: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/> [Accessed 20 11 2014].

INSO, 2014. Un plan común para un bien común. Hacia una estrategia articulada de esfuerzos en pro del agua en la cuenca del río Verde-Atoyac, Oaxaca. México: Instituto de la Naturaleza y Sociedad de Oaxaca.

Leach, M., Mearns, R. y Scoones, I., 1999. Environmental Entitlements: Dynamics and Institutions in Community-Based Natural Resource Management. *World Development*, 27(2), pp. 225-247.

Ley de Aguas Nacionales (2004) DIARIO OFICIAL. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Lund, J. F., Balooni, K. y Puri, L., 2010. Perception-based methods to evaluate conservation impact in forests managed through popular participation. *Ecology and Society*, 15(3), p. 5.

Mackay, F., 2004. El derecho de los pueblos indígenas al Consentimiento libre, previo e informado y la revisión de las industrias extractivas del Banco Mundial. *Forest People Programmed* p. 17.

Madrigal, R., Alpízar, F. y Schlüter, A., 2011. Determinants of performance of community-based drinking water organizations. *World Development*.

- Mas, J. F. y Ramirez, I., 1996. Comparison of land use classifications obtained by visual interpretation and digital processing. *ITC Journal*, Volume 3, pp. 278-283.
- Mazengia, W. y Mowo., J., 2012. Role of collective actions in integrated soil and water conservation: The Case of Gununo Watershed, Southern Ethiopia. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 4(1).
- MCPFE, 2009. Sustainable Forest Management and Influences on Water Resources – Coordinating Policies on Forests and Water, Antalya, Turkey: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.
- Meffe, G. K., Nielsen, L. A., Knight, R. L. y Schenborn, D. A., 2002. Ecosystem Management. *Adaptative, Community-Based Conservation*. Washington, Covelo y London.: Island Press.
- Merino-Pérez, L., 2004. Conservación o Deterioro. El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en los usos de los bosques en México. México, D. F.: Editorial del Deporte Mexicano.
- Minnaert, M., 1941. The reciprocity principle in lunar photometry. *Astrophysics. J.*, Volume 93, p. 403–410.
- Morales, M., Naughton-Treves, L. y Suárez, L., 2010. Seguridad en la tenencia de la tierra e incentivos para la conservación de bosques. Quito-Ecuador: ECOLEX.
- ONU, 2010. Resolución A/64/L.63/Rev.1. El derecho humano al agua y saneamiento., US: Organización de las Naciones Unidas.

- ONU, 2014. La escasez del agua. [Online]. Available at: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml> [Accessed 16 04 2015].
- Ostrom, E., 1990. Governing the commons: the evolution of institution for collective action. 2da. Edición ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ostrom, E., 2009. A general framework for analyzing sustainability in social ecological systems. *Science*, Volume 325, pp. 419-422.
- Puri, R. K., 2011. Participant observation. In: *Conducting research in conservation: A social science perspective*. Routledge, London and New York: p. 376.
- Sidle, R. C. y Ochiai, H., 2006. *Landslides: Processes, Prediction, and Land Use*. American Geophysical Union.
- Smerdon, B. D., Redding, T. E. y Becker, J., 2009. An overview of the effects of forest management on groundwater hydrology. *BC Journal of Ecosystems and Management*, 10(1), p. 22–44.
- Taher, T. et al., 2012. Local groundwater governance in Yemen: building on traditions and enabling communities to craft new rules. *Hydrogeology Journal*, Volume 20, p. 1177–1188.
- Termeer, C. J., Dewulf, A. y Lieshout, M. v., 2010. Disentangling Scale Approaches in Governance Research: Comparing Monocentric, Multilevel, and Adaptive Governance. *Ecology and Society*, 15(4), p. 29.

- Velasco, M. A., Durán, M. E., Rivera, R. y Bray, D. B., 2014. Cambios en la cobertura arbolada de comunidades indígenas con y sin iniciativas de conservación, en Oaxaca, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín*, Issue 83, pp. 56-74.
- Velázquez, A., Mas, J. F. y Díaz-Gallegos, J. R., 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica INE-SEMARNAT*, Volumen 62, pp. 21-37.
- Vörösmarty, C. J. et al., 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 468(7321), p. 334.
- Walker, P. A. y Peters, P. E., 2007. Making Sense in Time: Remote Sensing and the Challenges of Temporal Heterogeneity in Social Analysis of Environmental Change—cases from Malawi. *Human Ecology*, Volume 35, pp. 69-80.
- WHO-UNICEF, 2014. Estimates on the use of water sources and sanitation facilities. Mexico. [Online]
- Available at: [http://www.wssinfo.org/documents/?tx\\_displaycontroller\[type\]=country\\_files](http://www.wssinfo.org/documents/?tx_displaycontroller[type]=country_files) [Accessed 20 Abril 2015].
- WRI-Aqueduct, 2013. World Resources Institute. Aqueduct Water Risk Atlas. [Online]
- Available at: <http://www.wri.org/applications/maps/aqueduct-atlas/> [Accessed 10 October 2015].
- WWAP, 2006. Water a shared responsibility, Paris, France: The United Nations World Water Development Report 2. World Water Assessment Program. Paris, Francia.
- Zurbriggen, C., 2011. Gobernanza: una mirada desde América Latina. *Perfiles Latinoamericanos*, Volumen 38, pp. 39-64.

**ANEXO II. A. Método de cartografía participativa propuesto por Durán et al., 2014.**

<b>Etapas</b>	<b>Técnico</b>	<b>Gente local</b>	<b>Producto</b>
<b>I. Involucramiento de actores locales</b>	Presentación en la comunidad de metas del proyecto y de cortes de la cartografía oficial y de las imágenes de satélite en el predio comunal oficial. Se solicita anuencia para realizar los recorridos guiados en la comunidad	Da su opinión, hace preguntas y se organizan para nombrar a los guías. La autoridad o líder supervisa los avances de campo.	Permiso para la investigación e Involucramiento activo de la gente local
<b>II. Área de análisis</b>	Información digital oficial del polígono comunal	Verificación en algunas mojoneras y recorridos por linderos accesibles	Delimitación del predio
<b>III. Categorías de la cartografía</b>	Consulta de leyenda de INEGI y categorías de interés desde la perspectiva del proyecto	Se le pregunta sobre los distintos tipos de bosque que se reconoce en la comunidad	Leyenda
<b>IV. Obtención de Referentes Geográficos</b>	Puntos de GPS, formatos de campo y bocetos	Narrativos, descripciones de los guías locales sobre historia de manejo o uso del paraje.	Campos de entrenamiento
<b>V. Clasificación de imágenes</b>	Uso de campos de entrenamiento, clasificación supervisada y proceso post-clasificadorio		Mapas preliminares
<b>VI. Validación</b>	Cotejo con puntos de campo o generados a partir de fuentes alternas	Presentación a la comunidad y discusión de su veracidad	Edición de mapas finales Generación de estadísticos de interés
<b>VII. Devolución de resultados</b>	Se hace una exposición técnica del desarrollo del proyecto y los productos generados. Y se hace un cartel de divulgación para que la gente pueda conocer todas las fases del proyecto.	Hace preguntas y trata de conocer la importancia de los resultados y los alcances prácticos que pueden darles. Deciden donde poner los mapas	Conclusión del proyecto



**ANEXO II. B. Recategorización de la variable dependiente (cobertura forestal de las microcuencas) y las variables independientes (de percepción y conocimiento sobre las microcuencas).**

<b>Variable Dependiente</b>		<b>Recategorización de Variables</b>
Cobertura forestal		Categorías de cobertura Forestal: 1=1-20%, 2=21-40%, 3=41-60%, 4=61-80%, 5=81-100%
<b>Variables Independientes</b>		
<b>Percepciones y conocimiento sobre los recursos</b>	¿Hay bosque en su comunidad?	No=0, Si =1
	¿Cómo percibe la pérdida de la vegetación?	Categorizado como: 3=Ha disminuido, 2=Se ha mantenido igual, 1= Ha aumentado
	¿Existe celebración sobre el bosque?	No=0, Si =1
	¿Hay reglas sobre el cuidado del bosque?	No=0, Si =1
	¿Las reglas están escritas?	No=0, Si =1
	¿Dónde están escrito las reglas?	Las respuestas se codificaron como: 0=No escritos, 1=Documentos del CAs, 2=Documentos Agrario, 3=Documentos municipales, 4=Documentos federales.
<b>Percepciones y conocimientos de los recursos</b>	¿Han realizado reforestaciones en su comunidad?	No=0, Si =1
	¿Cada cuánto reforestan?	Se categorizaron como: 0=no reforestan, 1=irregular, 2=cada 2 a 3 años, 3=cada año
	¿Quién ha financiados la reforestaciones?	Se categorizaron como: 1= Municipio y comunidad, 2=comunidad, 3= comunidad, CAs y autoridades agrarias, 4= Municipio, comunidad, instituciones locales y externas
	¿Han realizado obras de retención de suelo y/o agua?	No=0, Si =1

¿Quién financio las obras de retención de suelo?	Se categorizaron como: 1= Municipio y comunidad, 2=comunidad, 3= comunidad, CAs y autoridades agrarias, 4= Municipio, comunidad, instituciones locales y externas
¿Hay ríos en su comunidad?	No=0, Si =1
¿Hay manantiales en su comunidad?	No=0, Si =1
¿Tienen alguna celebración relacionada al agua?	No=0, Si =1
¿Hay reglas sobre el cuidado del agua?	No=0, Si =1
¿Las reglas están escritas?	No=0, Si =1
¿Dónde están escritos las reglas del agua?	Se categorizaron como: 0=No escritos, 1=Documentos del CAs, 2=Documentos Agrario, 3=Documentos municipales, 4=Documentos federales, 5=varios documentos locales
¿Han realizado obras retenes o represas de agua?	No=0, Si =1
¿Quién financio las obras de retención de agua?	Se categorizaron como: 1= Municipio y comunidad, 2=comunidad, 3= comunidad, CAs y autoridades agrarias, 4= Municipio, comunidad, instituciones locales y externas
¿Colecta agua de lluvia para su uso doméstico?	No=0, Si =1
¿El agua que le llega a su casa cree que esté contaminada?	No=0, Si =1
¿Se ha presentado escases de agua en su comunidad?	No=0, Si =1
¿Cuál es el estado de los escases del agua en su comunidad?	Se categorizaron como: 3=ha disminuido, 2=se ha mantenido igual, 1= ha aumentado
¿Cómo percibe el tamaño de la población en su comunidad?	Se categorizaron como: 3=ha disminuido, 2=se ha mantenido igual, 1= ha aumentado
¿Considera que el agua dentro de 10 años será suficiente para abastecer a la población?	No=0, Si =1
¿Consideran que hay amenazas sobre su agua?	No=0, Si =1

## **CAPÍTULO III GOBERNANZA Y GESTIÓN LOCAL DEL AGUA PARA USO DOMÉSTICO: CUATRO CASOS DE ESTUDIO DE COMITÉS DE USUARIOS DEL AGUA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ATOYAC, OAXACA, MÉXICO**

### **Resumen**

La gobernanza se refiere a todas aquellas actividades sociales, políticas y administrativas que tratan de guiar controlar y manejar bienes públicos. En algunos casos, la crisis del agua se ha considerado una crisis en la gobernanza. Esta crisis en la gobernanza, principalmente aquella que corresponde al Estado, está relacionada a fallas como corrupción, sectorización y poca compatibilidad con las condiciones locales. Los regímenes de gobernanza de abajo hacia arriba se han propuesto como alternativas solventar la crisis del agua, al menos a escala local. Nuestro objetivo fue documentar y analizar lo procesos de gobernanza y de gestión local del agua para uso doméstico a través de Comités de Usuarios de Agua (CAs), en la subcuenca del río Atoyac, Oaxaca, México, mediante su estructura, operación, sus reglas institucionales y la percepción social. Se aplicaron entrevistas informales y semiestructuradas a actores claves y usuarios del agua, además de una revisión documental y observación participante. Se aplicaron un total de 305 entrevistas semiestructuradas. Estas entrevistas fueron analizadas mediante un Análisis Correspondencia Múltiple, para reconocer la asociación entre los CAs. Se encontró que los CAs estudiados presentan estructuras y formas de operar similares en cuanto a la gobernanza y gestión del agua, pero diferentes en cuanto a los actores que se involucran en los procesos de la toma de decisiones y en la gestión en cuanto a financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de la red hidráulica. Estos regímenes también se diferenciaron por sus reglas

institucionales, principalmente en las reglas de operacionales de rendición de cuenta y, monitoreo y sanciones. Los CAs y sus usuarios han llegado a diseñar diferentes arreglos para lograr un mismo fin: la provisión del agua; el cual va acorde a las condiciones locales e históricas. Reconocer, incentivar y empoderar a los usuarios del agua para que generen sus propios CAs, pudiera ser una alternativa contra la baja participación y el desinterés ya que se hace partícipe al usuario de la provisión de un recurso tan vital como el agua.

**PALABRAS CLAVES:** Regímenes de gobernanza, instituciones del agua, provisión de agua, participación ciudadana, agua para uso doméstico.

## **INTRODUCCIÓN**

La disminución de la disponibilidad del agua en cantidad y calidad para uso doméstico, figura entre los principales problemas ambientales a nivel global (ONU, 2014). Si bien, la disponibilidad de agua es diferente entre las regiones del mundo, se ha planteado que en situaciones de disponibilidad, la crisis del agua se debe mayormente por una crisis en su gobernanza (WWAP, 2006). Entendiendo como gobernanza del agua al conjunto de reglas o instituciones formales e informales que determinan los procesos de toma de decisiones para resolver los problemas de apropiación y provisión de agua (Ostrom, 1990; Pahl-Wostl, 2009;). El agua por ser un recurso de uso común (RUC; Ostrom, 1990), convencionalmente se ha gobernado de manera centralizada por el Estado y más recientemente por empresas (mercado). Esto, a fin de que un agente gobierne el recurso y así se evite la tragedia que predijo Hardin (1968). Sin embargo, fallas subyacentes a la gobernanza centralizada tales como: corrupción, sobrerregulación, sectorización, desigualdad social y politización (Castro et al. 2004), han abierto paso en muchos países, incluido México al mercado, como opción

para asegurar el abasto. Otro modelo alternativo de gobernanza es el descentralizado o de abajo hacia arriba, que implica mayor participación ciudadana por parte de los usuarios del recurso (Ostrom, 1990).

Pocas investigaciones documentan la existencia de regímenes de gobernanza locales de abajo hacia arriba para provisión de agua de uso doméstico (Knipier, et al., 2010; Robson & Lichtenstein, 2013) y en México han sido documentadas escasamente. Dados los problemas que se vislumbran con el recurso agua y la creciente demanda, existe la necesidad de profundizar en el análisis de regímenes ciudadanos de gobernanza y gestión del agua (Knipier, et al., 2010), para entender mejor su potencial para cubrir la demanda actual y futura.

A partir de la Ley de Aguas Nacionales de 1980 y su marco legal complementario, la gobernanza del agua para uso doméstico en el país ocurre conforme un régimen centralizado de arriba hacia abajo (top-down; Castro et al., 2004), donde los municipios y las empresas son las instituciones encargadas de gobernar y gestionar la extracción, distribución y cobro del agua para uso doméstico a nivel local (Castro et al., 2004). Sin embargo, se ha documentado que en algunas zonas rurales de Chiapas, Guerrero, Estado de México, Oaxaca y Veracruz, la existencia de regímenes de gobernanza y gestión del agua para uso doméstico de abajo hacia arriba (Caldera, 2009; Guerrero-de Leon et al., 2010; Guzmán-Puente, 2013; INSO, 2014). Estos regímenes se basan en arreglos sociales, no reconocidos en la Legislación de Aguas Nacionales actual (Gumeta-Gómez et al., *sometido*) y se caracterizan por una distribución descentralizada del poder y de las responsabilidades de la gestión del agua, la cual es ejercida mediante las denominadas instituciones locales de gobernanza (Marín & Berkes, 2010).

En Oaxaca se han identificado municipios, comunidades y ejidos que ejercen la gobernanza y gestión del agua de abajo hacia arriba con instituciones informales denominados Comités de Usuarios del Agua (CAs; INSO, 2014). Los CAs principalmente en zonas rurales o semiurbanas, pueden jugar el papel de apropiadores y proveedores del agua (Ostrom, 1990). Existe un particular interés en los CAs de la subcuenca del río Atoyac ya que en esta subcuenca se encuentra el acuífero de Valles Centrales que provee de agua a más de 1/3 de la población de todo el estado (INEGI, 2010), la cual tiene problemas de abasto y mala calidad del agua de que dispone (INSO, 2014). Hasta ahora no se ha documentado como son los procesos de gobernanza y gestión del agua en estos CAs. Por lo anterior, el objetivo de este capítulo fue caracterizar el régimen de gobernanza de CAs en los municipios de Cuilápam de Guerrero, Jalapa del Valle, San Martín Tilcajete y Santa Catarina Minas, para conocer cómo están estructurados, como operan y cuáles son sus reglas institucionales y analizar sus diferencias o similitudes a partir de la percepción de los usuarios.

## **MÉTODOS**

### **Sitio de estudio**

El área de estudio se encuentra en la subcuenca del río Atoyac, la cual en un 75.57% se encuentra en la región de los Valles Centrales del Estado de Oaxaca, México (Figura III. 1a). En esta subcuenca se encuentra el “acuífero de Valles Centrales”, que es la principal fuente provisor de agua a un tercio de la población del estado (1,033,884 habitantes; INEGI, 2010), lo que genera una alta demanda del recurso. Esto, aunado a los procesos de deforestación y disminución de la recarga hídrica, hace que el acuífero sea catalogado como “subexplotado”; es decir, se prevé que próximamente la extracción superará la recarga hídrica natural (CONAGUA 2011; INSO 2014). De acuerdo al *Atlas de Riesgo de Agua* (Aquaduct

Water Risk Atlas; WRI-Aqueduct, 2013) se trata de una región con extremadamente baja protección de las corrientes de agua y con riesgos, incertidumbre y conflictos en la regulación del recurso. En la subcuenca del río Atoyac se reconocen 285 microcuencas (unidades naturales de escurrimiento a nivel local), que se encuentran dentro de los límites municipales de 143 municipios (los cuales, de acuerdo a la Ley de Aguas de 2004, se reconocen como las unidades administrativas legalmente responsables de la gobernanza y gestión del agua a nivel local) y 212 núcleos agrarios (los cuales, de acuerdo a la Ley Agraria de 1992, son predios de propiedad común con derechos sobre la tierra, responsables del manejo forestal y de los usos del suelo (Bray 2013) y, de acuerdo a la Ley de Aguas de 2004, tienen derechos sobre uso de agua para uso doméstico). Esta investigación se realizó en cuatro casos de estudios, los cuales están integrados por siete CAs (Tabla III. 1 y Figura III. 1c) ubicados en 6 microcuencas: cuatro en la microcuenca del Río Valiente en Cuilápam de Guerrero (que en lo sucesivo se denominara como Cuilápam); 2) uno en la microcuenca del Río Verde y río Pecado en San Martín Tilcajete (que en lo sucesivo se denominara como Tilcajete); otro en la microcuenca del Río San Sebastián en Jalapa del Valle (que en lo sucesivo se denominara como Jalapa). Uno en la microcuenca de los Río Grande (que en lo sucesivo se denominara como Minas). El CA de Minas tiene la peculiaridad de realizar obras y cuidar la microcuenca en el río Chico, pero tomar su agua de un pozo ubicado cerca del cauce del río Grande, el cual se comparte río arriba con la comunidad San Miguel Tilquiapam.

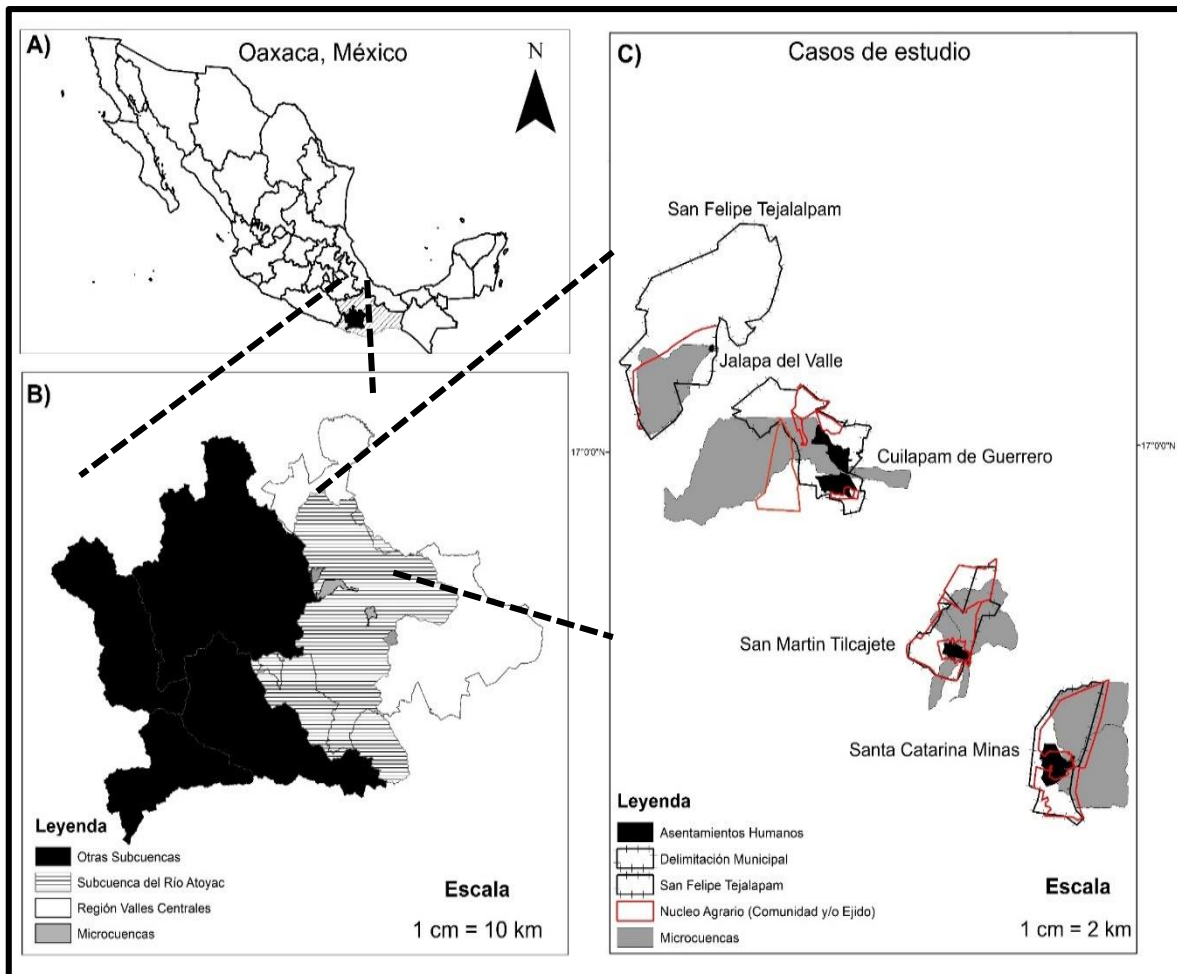
**Tabla III.1.** Características que integran a los casos de estudios seleccionados. En el caso de Cuilápam está conformado por ocho CAs ya que la población es muy grande y dispersa y fueron seleccionados cuatro de los ocho CAS para este estudio. En los casos de Tilcajete y Minas, los CAs están asentados y tienen influencia sobre dos microcuencas.

Casos de estudio	Cuilápam	Jalapa	Tilcajete	Minas
Municipio	Cuilápam de Guerrero	San Felipe Tejalalpam	San Martín Tilcajete	Santa Catarina Minas
Tenencia de la Tierra	Comunidad/ejido y propiedad privada	Ejido	Comunidad/ejido	Comunidad
No. De CAs	4	1	1	1
Microcuencas	Río Valiente	Río San Sebastián	Río Verde y Río Pecado	Río Grande y Río Chico
Área de la microcuenca (ha)	6931	2516	2324	2723

Dichos casos de estudio se seleccionaron considerando: 1) factibilidad logística para efectuar el estudio, 2) extensión de la microcuenca que provee de agua a los CAs relativamente comparable (Tabla III. 1) y 3) que presentaran régimen de gobernanza del agua para uso doméstico mediante CAs, la cual puede tener interacciones con otras instituciones formales; *sensu* Teermer et al., 2010)

Se cumplió con la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (Mackay, 2004), al obtener consentimiento previo, libre e informado de los actores locales para realizar el estudio de autoridades: municipales, agrarias de bienes comunales o ejidales y de los CAs. A quienes se les explicaron los alcances del proyecto, las metodologías implementadas y los productos que se entregarían al término del estudio





**Figura III.1.** a) Macrolocalización de la Cuenca del Río Verde-Atoyac, en el estado de Oaxaca, México. b) Subcuencas del río Verde-Atoyac, las subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez está representada por patrón rayado y las microcuencas donde se asientan los casos de estudio, están en fondo gris. c) Localización de las microcuencas (fondo gris), las delimitaciones político-administrativas de los municipios y núcleos agrarios (comunidad y/o ejidos), donde se ubican los CAs estudiados.

### Obtención de información

Para la obtención de los datos usados en este capítulo se siguió una metodología mixta a partir de revisión documental y aplicación de entrevistas informales y semiestructuradas. La revisión documental incluyó la Ley Agraria de 1992 y la Ley de Aguas Nacionales 2004, así como documentos internos de los CAs, incluidas actas de asamblea, reglamentos, listas de cobros y de rendición de cuentas.

Las entrevistas informales trataron de conocer antecedentes y aspectos generales de la estructura y funcionamiento de los CAs y del sistema hidráulico, desde la visión de los distintos entrevistados, a los funcionarios se les preguntó si conocían de la existencia de los CAs, que opinaban y que ventajas o problemas reconocían en ellos. Las entrevistas informales se aplicaron a: i) líderes y representantes actuales y pasados de los siete CAs estudiados y ii) funcionarios de CONAGUA y de los cuatro Municipios donde se encuentran los CAs. La información recabada de las entrevistas informales, ayudó a diseñar las entrevistas semiestructuradas.

Se diseñaron dos tipos de entrevistas semiestructuradas: las de actores clave (usuarios que en ese momento estaban ocupando un cargo en la junta directiva del CAs o que lo ocuparon en el pasado) y las de usuarios del agua. Estas entrevistas documentaron la percepción de actores clave y usuarios del agua sobre los procesos de gobernanza y gestión que ocurren en los respectivos CAs. La entrevista para actores clave consistió de 135 preguntas divididas en 5 secciones: i) datos generales, ii) organización del sistema del agua e historia, iii) funciones, reglas y sanciones e iv) infraestructura del sistema de agua. Las entrevistas para usuarios del agua tuvieron 112 preguntas divididas en cuatro secciones: i) datos generales, ii) representantes de los CAs, iii) asambleas, reglas y sanciones y iv) suministro, uso del agua, costos y drenaje. Las entrevistas semiestructuradas se aplicaron a 53 actores claves (elegidos mediante el método de bola de nieve) y a 252 usuarios del agua (~10% del padrón total de los siete CAs, elegidos al azar). La mayoría de las entrevistas semiestructuradas se aplicaron en los hogares de los entrevistados y tuvieron una duración de 45 a 60 minutos.

Adicionalmente, se hizo observación participante (Puri, 2011) en asambleas, en días de cobro del agua y durante actividades de cortes de toma del agua (en el caso de Cuilápam).

### **Análisis de los datos**

La revisión documental permitió conocer el marco legal que da sustento a la gobernanza y gestión local del agua y los antecedentes de los CAs. Asimismo, se hizo cruce de información para corroborar datos (Bernard 2005) y se logró tener una primera aproximación a conocer la estructura, formas de operación y las reglas institucionales que rigen a los CAs. Con base en la revisión documental, las entrevistas informales y semiestructurada, así como la observación participante, se integraron modelos del proceso de gobernanza y gestión del agua en los distintos CAs (Figura III.2).

Se analizó de qué manera los CAs se ajustan a los diferentes niveles de reglas que establece el marco institucional de Ostrom (1990; Tabla III.2): reglas constitucionales (reconocimiento de instituciones o formalización de órganos de acción colectiva), reglas de elección colectiva (determina la representación y gestión) y reglas operacionales (que establecen los procesos de apropiación, provisión, monitoreo y sanciones). Las reglas operacionales fueron desglosado, conforme la propuesta de Madrigal et al., 2011 para instituciones de gobernanza de agua de uso doméstico en: i) reglas de cobranza, ii) mantenimiento de infraestructura, iii) calidad del agua, iv) de rendición de cuentas y v) de monitoreo y sanciones (Tabla III. 3).

Para establecer los contrastes de gobernanza y gestión local del agua entre los CAs, desde la percepción de los usuarios y los actores clave se realizaron por separado análisis de correspondencia múltiple (ACM, el cual es un análisis exploratorio multivariado de utilidad

para analizar datos categóricos, binomiales o de rango derivados de entrevistas; Ledesma, 2008). Se construyeron dos matrices de información: de usuarios (252 entrevistados x 48 variables) y de actores clave (53 entrevistados x 32 variables). Las variables porcentuales y continuas se categorizaron (Anexo III. A). Previamente y de manera separada (usuarios y actores claves), se hicieron pruebas preliminares para descartar las variables autocorrelacionadas y aquellas cuya inercia fue  $<0.25$  (poca contribución determinante); esto a fin de mantener un nivel de Alfa de Cronbach  $>0.7$  (considerado aceptable para determinar la consistencia de las dimensiones resultantes; Ledesma, 2008).

Los resultados generados permitieron reconocer la distribución de los entrevistados entre los distintos CAs en los ejes multivariados y discriminar las variables con mayor contribución (inercia e índice de Alfa de Cronbach  $>0.7$ ) a explicar las diferencias entre los CAs a lo largo de los ejes (Tablas III. 4 y III. 5). Se graficaron los primeros tres ejes multivariados para actores y para usuarios y para cada CAs se ubicaron los centroides (Figuras III. 3 y III. 4).

## **RESULTADOS**

### **Estructura y operatividad**

Los usuarios del agua potable de los casos estudiados están autoorganizados en CAs, mediante los cuales realizan acción colectiva para poder apropiarse del recurso y tener su provisión. Aunque la estructura y operatividad de los siete CAs fue parecida, es posible observar algunas variaciones entre ellos, en cuanto a la gobernanza y gestión del recurso (Figura III. 2).

## ***Gobernanza del agua***

La estructura básica de los CAs consistió en dos organismos principales de acción colectiva: 1) la asamblea de usuarios, que tiene la función de tomar las decisiones sobre cualquier asunto que tenga que ver con el sistema de agua y 2) la junta directiva del CAS que tiene la función de representar y ejecutar los acuerdos realizados por la asamblea de usuarios.

### *Asamblea*

La asamblea del agua fue el organismo máximo de toma de decisiones y es el único espacio donde se pueden generar reglas o acuerdos, resolver conflictos entre los usuarios y acordar interacciones con agentes externos al sistema de agua. En las asambleas la junta directiva del CAs rinde cuentas, consulta la apertura de nuevas tomas de agua y se discuten trabajos “mayores” para el funcionamiento de la infraestructura hidráulica, que los que requieren el sistema de manera rutinaria.

La asamblea se conforma por todos los usuarios registrados en el padrón, pero es abierta a la presencia de otros actores con incumbencia o interés en asuntos del agua, como las instituciones locales (Comisariado ejidal y/o de bienes comunales, municipio, otros comités) y externa (instituciones gubernamentales como CONAGUA, CONAFOR, CONANP y organismos no gubernamentales [ONGs]). En los CAs de Cuilápam, por ejemplo, hacen presencia nuevos solicitantes de tomas de agua, para hacer “méritos” a fin de que sus solicitudes sean aceptadas. En Tilcajete, el municipio (presidente municipal y regidor de obras y de agua potable) también participan en las asambleas del agua. En Jalapa participa el comisariado ejidal y el agente municipal.

Las asambleas sesionan de manera ordinaria y extraordinaria. La frecuencia de reuniones ordinarias fue similar entre los CAs, siendo de una asamblea cada seis meses, la cual es específica para los procesos de rendición de cuentas de la junta directiva de cada CAs. En las asambleas extraordinarias los CAs presentaron variabilidad, Cuilápam presentó la mayor frecuencia de asambleas (de por lo menos una asamblea por mes), en Jalapa fue de una asamblea trimestral y en Tilcajete y Minas no hay asambleas extraordinarias generalmente. Las asambleas extraordinarias pueden ocurrir varias veces al año, dependiendo de las necesidades.

#### *Juntas directivas*

Las juntas directivas de los CAs están integradas por un presidente, un secretario, un tesorero y por vocales. El número de vocales difiere entre los CAs, lo que hace que el número de integrantes varíe entre 7 y 12 integrantes. Los integrantes de la junta directiva son elegidos por votación directa o son designados conforme la lista de usuarios (criterio tomado a partir del 2013 para los CAs de Cuilápam) y por nombramiento del municipio (durante las asambleas el presidente municipal “opina” sobre posibles candidatos a ocupar los cargos de la junta directiva, siguiendo criterios de “usos y costumbres” donde se lleva una lista de los hombres que les hace falta cumplir con cargos, o los hombres que tienen que subir de categorías a cargos de mayor importancia como los de la junta directiva del CAs).

En los todos los casos estudiados, la representación local y fuera de la comunidad lo realiza la junta directiva del CAs. La junta directiva conforme a las reglas establecidas en reglamentos o en actas de asamblea, tienen el mandato de ser vínculo con dependencias de

gobierno, ejecutar los acuerdos y realizar la operación y el mantenimiento del sistema de agua.

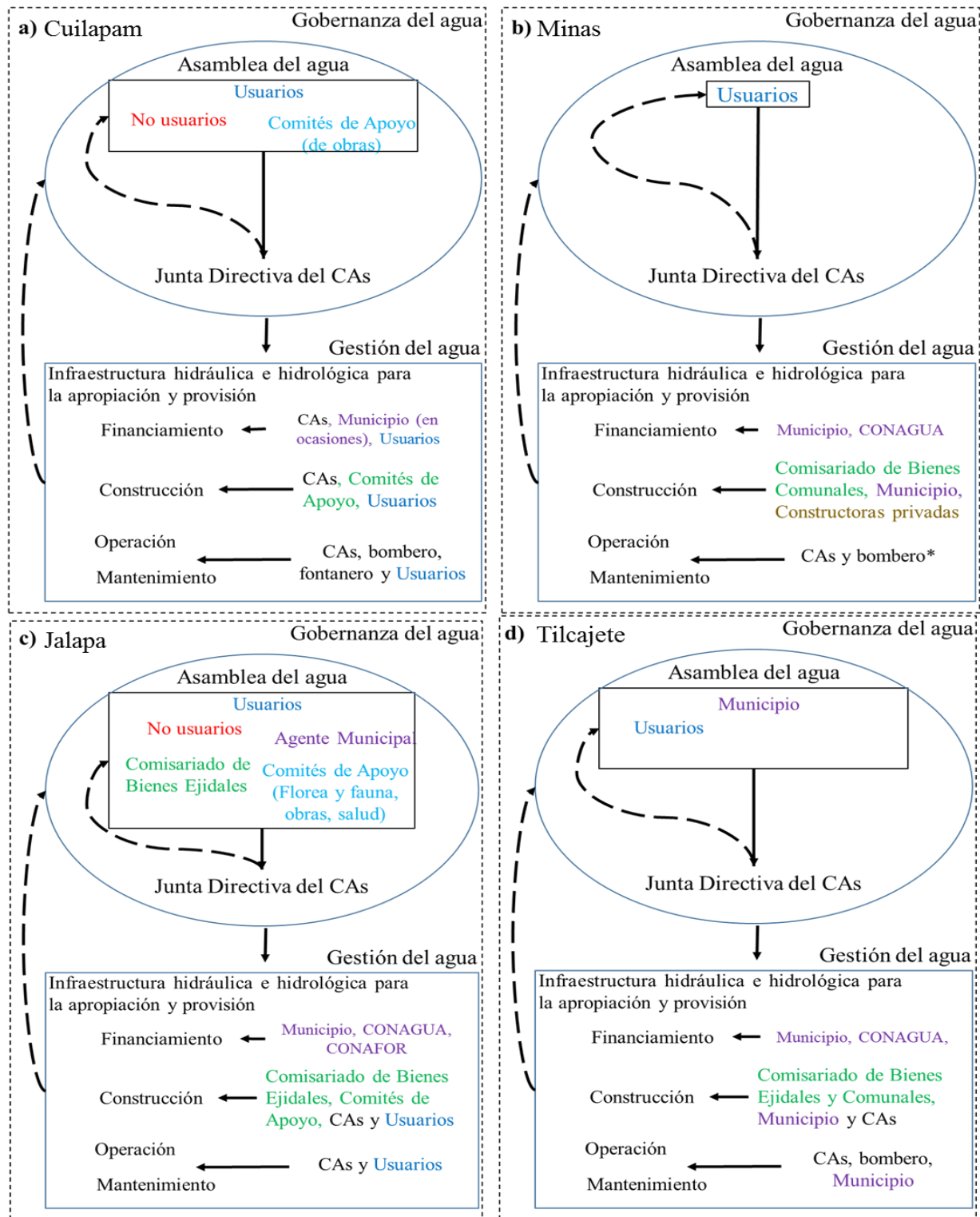
Dentro de las competencias de los integrantes de la junta directiva, el Presidente es el cargo con mayores atribuciones, le compete vigilar que el resto de los integrantes de la junta hagan su trabajo y dirigir las acciones realizadas para el sistema de agua. Cada uno de los representantes principales como el presidente, secretario y tesorero cuenta con su suplente el cual se le denomina vocales. Cuando ninguno de los representantes de la junta falta, los vocales se encargan de realizar actividades generales de apoyo. El tesorero en colaboración con el presidente y el secretario tienen la responsabilidad de llevar a cabo la administración y la contabilidad de los recursos económicos que ingresan, como parte de los pagos que realizan los usuarios por el servicio de agua y por las sanciones monetarias. Particularmente en el caso de San Martín Tilcajete la administración de la infraestructura y de recursos económicos resultantes de las sanciones económicas es llevada por la junta directiva del CAS, pero la captación y administración de los recursos económicos obtenidos por el cobro del servicio de agua la realiza la presidencia municipal (Figura III. 2d). El presidente y el secretario se encargan de administrar el sistema de agua, resguardar todos los documentos legales, reglas (reglamento), actas de asambleas y otros documentos que respaldan sus actividades. Estas labores de administración y contabilidad de la junta directiva de los CAS lo realizan en la mayoría de las ocasiones sin capacitación y sin conocimiento del ramo de contaduría y administración y en casos extremos sin tener más que primaria no concluida como grado de estudio máximo. Asimismo, los CAS están obligados a rendir informes y cuentas ante la asamblea de usuarios semestralmente, de todos los ingresos y egresos que tuvo en su tiempo de representación. En caso de incumplir con la rendición de cuentas o de

que los usuarios observen un mal manejo de los recursos económicos, existe un esquema de sanciones para los integrantes de la junta directiva que desincentiva intenciones fraudulentas dentro de los CAs (para el caso de Cuilápam, Jalapa, Minas y Tilcajete). Las sanciones pueden ir desde el pago integral del dinero faltante hasta la suspensión de por vida del servicio de agua (casos reportados para el CAs del Barrio San Juan de Cuilápam). El caso del CAs de Tilcajete en donde el municipio se encarga de cobrar el servicio del agua, no se realiza ninguna rendición de cuentas de los ingresos y egresos a los usuarios por parte del Municipio.

#### *Comités de apoyo*

Los comités de apoyo son integrados por usuarios del agua, con el cometido de colaborar con la junta directiva o encargarse de una tarea específica que no necesariamente tiene relación con el agua. No todos los CAs integran estos comités (Fig. 2). En Cuilápam se cuenta con un “comité de obras” tiene la tarea de gestionar y llevar a cabo las obras hidráulicas y otras obras urbanas como construcción de banquetas, luz eléctrica, limpieza del área urbana, entre otras. En Jalapa hay los “comités de apoyo” para atender asuntos de: de flora y fauna, de salud, de transporte y de obras.





**Figura III.2.** Modelos de gobernanza y gestión del agua de los CAs estudiados. La diferencia reside en los actores involucrados en los procesos de toma de decisiones y de la gestión del agua. a) Caso CAs de Cuilapam de Guerrero (n=4), b) caso Santa Catarina Minas (n=1), c) caso Jalapa del Valle (n=1) y d) caso San Martín Tilcajete (n=1). Flecha continúa: Relación de causalidad directa. Flecha discontinua: retroalimentación.

## *Gestión del sistema de agua*

Las actividades de gestión dentro del sistema de agua para regular la apropiación y provisión del agua se realizan de manera diferente entre los CAs estudiados de Cuilápam, Jalapa, Tilcajete y Minas; las cuales se caracterizan por diferentes actores en las cuatro diferentes etapas de gestión: financiamiento, construcción, mantenimiento y operación del sistema de agua.

### *Financiamiento*

Con excepción de Tilcajete, el resto de los CAs se mantienen principalmente con los pagos por el servicio del agua que hacen los usuarios y de las sanciones económicas de quienes incumple con las reglas. Las cuotas establecidas como pago del servicio del agua mensualmente fueron diferentes en los CAs, siendo por m<sup>3</sup> en los casos de Cuilápam (\$51.3 ± 33.7) y por cuotas fijas en Jalapa (\$8.3), Tilcajete (\$20) y Minas (\$30). En el caso de las sanciones económicas, estas son establecidas cuando los usuarios faltan a trabajos colectivos (tequios), no asisten a asambleas, desperdician agua y por no pagar el servicio de agua. Las sanciones económicas variaron entre los CAs, siendo más altas en Cuilápam (>100 por faltar a asambleas, > \$500 por faltar a tequios, cuotas dobles por falta de pago), en Jalapa (~100 por faltar a asambleas y tequios, cuotas dobles por falta pago) y en el caso de Tilcajete y Minas hay sanciones económicas establecidas pero estas no se cumplen, siendo la única sanciones las de cuotas dobles por falta de pago.

Debido a que los Comités no tienen personalidad jurídica para recibir financiamiento, cuando requieren de hacer obras de infraestructura que implican gastos mayores recurren a fondos internos del CAs y cooperaciones de todos los usuarios (por ejemplo en Cuilápam) y

mediante gestión con el municipio u otras organizaciones gubernamentales como CONAGUA y CONAFOR para los casos de Jalapa, Tilcajete y Minas.

En ningún CAs los integrantes de la junta directiva tienen un sueldo y solo los bomberos tienen un sueldo fijo de \$3000 a \$4000 pesos mexicanos mensuales. Los fondos salen de la tesorería de las directivas de los CAs de Cuilápam. En Tilcajete y Minas el municipio paga el salario al bombero. En caso de requerir mano de obra especializada como fontaneros, este se contrata y se le paga de los recursos económicos del CAs en Cuilápam, en Jalapa no contratan fontaneros y en Tilcajete y Minas lo paga el municipio.

#### *Construcción*

En el caso de la construcción de infraestructura se apoyan de trabajo comunitario denominado tequio y de los comités de apoyo como el comité de obras (Cuilápam), así como de constructoras privadas (por ejemplo en Minas) y de apoyo del municipio y de los comisariados de ejidales y comunales (en Jalapa y Tilcajete). Las obras que han sido construidas son Tanques elevados para almacenar y aumentar la presión de provisión (Cuilápam), expansión de la red hidráulica de distribución (Minas) y retenes de agua para su almacenamiento (Jalapa y Minas).

#### *Mantenimiento y operación del sistema hidráulico*

En todos los casos la operación y el mantenimiento del sistema de agua es realizado principalmente por los CAs, pero son apoyados por trabajadores, por ejemplo existe una persona designada como bombero (encargado de hacer funcionar las bombas, distribuir el agua y regular las válvulas de paso) en los CAs de Cuilápam, Tilcajete y Minas. Principalmente los bomberos existen en las tres comunidades que se apropian o extraen el

agua a través de pozos norias que necesitan de bombas de agua. En el caso del CAs del Tilcajete y Minas el municipio también se involucra en la operación ya que paga el salario al bombero –a diferencia de los casos de Cuilápam, donde la junta directiva paga los salarios. En Tilcajete, aunque el CAs se encarga de la operación y mantenimiento, el municipio se encarga de administrar el dinero que se recauda por el pago de los usuarios por el servicio del agua, pagando los costos de electricidad de las bombas de agua y algunas obras de mantenimiento de altos costos. El fontanero en los CAs de Cuilápam, es contratado de manera temporal y únicamente cuando se requiere de personal calificado para arreglar y dar mantenimiento específico al sistema de agua. Para el caso particular de Jalapa los mismos integrantes del comité se encargan de ver la distribución y regulación del agua.

### **Reglas institucionales**

Las reglas institucionales, como las que rigen los CAs, son declaraciones prescriptivas que prohíben, requieren o permiten algunas acciones o resultados (Ostrom 1986). Para evitar problemas de apropiación y provisión del agua, los CAs han establecido un sistema de reglas. Sin embargo, al ser constituidos hace décadas y operar por “usos y costumbres” carecen de reconocimiento legal (Tabla III. 2; es decir, carecen en sentido estricto de reglas constitucionales).

A diferencia de las reglas constitucionales, las reglas de elección colectiva están establecidas en estatutos o actas de asambleas escritos de todos los CAs (Tabla III. 3). Los CAs presentaron diferencias en cuanto al establecimiento de reglas en un solo documento y en qué tan periódicamente se reúnen de manera interna los integrantes de las juntas directivas. Los CAs de Cuilápam fueron los únicos que presentaron un Reglamento, el cual reúne todas

las reglas de elecciones colectivas y operacionales de los CAs. En Jalapa, Tilcajete y Minas, las reglas están escritas en diferentes actas de asambleas, e incluso algunas no son escritas. Asimismo, en Cuilápam los integrantes de la junta directiva se reúnen un vez por mes para ver asuntos del agua, cobros o planificar las futuras asambleas.

Las mayores diferencias entre los comités se presentaron en las reglas operacionales (Tabla III. 4). Estas diferencias se presentaron en:

1) Cobros del agua basado en m<sup>3</sup>, principalmente entre Cuilápam que son pagos basados en m<sup>3</sup> de agua (2 de los CAs estudiados, San Juan y San Sebastián), con tarifas estándares (CAs de Jalapa, Tilcajete y Minas).

2) Mantenimiento de infraestructura por acción colectiva (tequios). En Jalapa y Cuilápam está reglamentado que en caso de llamar a tequios para darle mantenimiento a la infraestructura hidráulica y de no participar, el usuario será acreedor a una sanción económica, mientras que en Tilcajete o Minas el trabajo de mantenimiento lo realiza la junta directiva del CAs.

3) Rendición de cuentas de los CAs. Las reglas para la rendición de cuentas que dan transparencia en el manejo de los recursos económicos fueron similares en los CAs. El caso particular de Tilcajete presentó diferencias en cuanto a que el comité sólo rinde cuentas de los ingresos por el pago de sanciones económicas que realizan los usuarios ya que el pago del servicio del agua ellos no lo reciben.

4) Elección periódica de los integrantes de la junta directiva del CAs. En Tilcajete, cada tres años se renueva solo la mitad de la junta directiva del CAs; esto, como una medida para asegurar la capacitación de los miembros nuevos elegidos para la junta directiva. En Cuilápam, Jalapa y Minas la junta directiva es renovada en su totalidad cada 1 o 2 años.

5) Monitoreo mutuo. En Jalapa y Cuilápam los usuarios realizan el monitoreo de sus vecinos ya que la percepción del agua es que es escasa y todos se preocupan por que no se desperdicie. El reportar al vecino en causa de infracción, se da generalmente en las arenas de las asambleas del agua. En Tilcajete y Minas no se documentó que los vecinos reporten un mal uso del agua por parte del vecino. En estos casos la junta directiva es la que realiza los recorridos y monitoreo para identificar posibles faltas.

6) Sanciones graduales. Los CAs de Cuilápam tienen sanciones que son establecidas por la asamblea de usuarios del agua de acorde a la gravedad de la falta. Generalmente las faltas menores son sancionadas mediante pagos económicos y en caso de faltas graves, éstas son sancionadas mediante la clausura de por vida de la toma de agua. En Jalapa, Tilcajete y Minas no se documentó sanciones graduadas ya que para cualquier falta, esta es sancionada por pagos económicos estándares.

7) Sanciones por no participar en asambleas y tequios, para regular apropiación clandestina y que regulan comportamiento entre los usuarios y los integrantes de la junta directiva. En Cuilápam y Jalapa existen reglas que establecen sanciones en caso de faltar a llamados de tequios o asambleas, así como sancionar si existe una falta de respeto por parte de los usuarios a la junta directiva o viceversa (Caso Cuilápam). En Tilcajete y Minas las reglas de sancionar a los usuarios si faltan a las asambleas y tequios existen de manera verbal, pero no se lleva a práctica.

**Tabla III.2.** Ámbito en que operan distintos tipos de reglas conforme el marco institucional de Ostrom (1990), ejemplificándolas en los CAs y comparando con el régimen de propiedad común en México

Reglas institucionales	Ámbito	Comités de Agua (CAs)	Régimen de Propiedad Común (Bray, 2013)
Reglas constitucionales:	<i>Constitución o reconocimiento formal</i>	<p>CAs son instituciones ciudadanas de gobernanza para provisión de agua para uso doméstico, que operan por al menos cuatro décadas, no tienen reconocimiento legal en la Constitución Mexicana, Ley Agraria de 1992 y Ley de Aguas de 2004, pero son aceptados informalmente o “tolerados” por los municipios.</p> <p>Nota: Los CAs estudiados son reconocidos por los ejidos y comunidades y trabajan de manera coordinada con ellos para cuidar el bosque.</p>	<p><i>Constitución Mexicana:</i> Artículo 27. Da reconocimiento legal a ejidos y comunidades estableciendo a la asamblea como máxima autoridad y la elección democrática del Comisariado.</p> <p><i>Ley Agraria:</i> Establece la estructura y funcionamiento del Comisariado de Bienes Comunales/Ejidales y de la Asamblea y el requerimiento de estatutos comunales/ejidales.</p>
Reglas de elección colectiva	<i>Representación y gestión</i>	<p><i>Asamblea del agua</i> es el máximo órgano de toma de decisiones y provee el espacio para la acción colectiva y establecimiento de acuerdos y reglas para el uso del recurso hídrico y donde se elige a la junta directiva del CAs.</p> <p><i>Junta directiva del CAs</i> sus miembros son elegidos en asamblea, son la representación de los CAs y se encarga de cumplir los acuerdos de la Asamblea.</p>	<p><i>Asamblea comunal</i> es el órgano máximo de toma de decisiones y provee el espacio para la acción colectiva y establecimiento de acuerdos y reglas para el uso del suelo y manejo del territorio comunal/ejidal; asimismo, es donde se elige al Comisariado de bienes comunales/ejidales.</p> <p><i>Comisariado de bienes comunales/ejidales</i> sus miembros son elegidos en asamblea y son la representación legal de la comunidad/ejido y se encarga de cumplir los acuerdos de la Asamblea.</p>
Reglas operacionales	<i>Apropiación, provisión, monitoreo y sanciones</i>	Expresadas en reglamentos, actas de asambleas y acuerdos escritos y no escritos. Establecen formas de organización y reglas para la distribución del agua, el pagos por el servicio (que cubre costos de apropiación y provisión), el monitoreo, las sanciones y la resolución de conflictos.	Expresadas en reglas informales y formales como son los estatutos comunales/ejidales requeridos por Ley. Establecen formas de organización y administración comunitaria, distribución de beneficios del bosque, el monitoreo, las sanciones y la resolución de conflictos.

**Tabla III.3.** Reglas de elección colectiva de los Comités de Agua (CAs), en referencia a Madrigal et al. (2011) para las instituciones de gobernanza del agua para uso doméstico. 0=No reglas o no se cumplen, 1=reglas que se cumplen.

<b>Reglas de elección colectiva</b>	<b>Cuilápam</b>	<b>Jalapa</b>	<b>Tilcajete</b>	<b>Minas</b>
Reglas escritas	1	1	1	1
Reglas recopiladas en un solo documento	1	0	0	0
Asambleas periódicas (mínimo 2 veces por año)	1	1	1	1
Reuniones periódicas de la Junta directiva del CAs de manera interna (mínimo 1 vez por mes)	1	0	0	0
Procedimientos establecido para la renovación de la junta directiva	1	1	1	1
Procedimientos claros para asignar nuevas tomas (potenciales usuarios)	1	1	1	1
Procedimiento democráticos establecidos para tomar decisiones	1	1	1	1

**Tabla III.4.** Reglas operacionales de los CAs estudiados (reglas de cobranza del agua, mantenimiento de infraestructura, calidad del agua, rendición de cuentas, monitoreos y sanciones), los cuales usan como referencia lo propuesto por Madrigal et al. (2011) para las instituciones de gobernanza del agua de ciudadanos. 0=No reglas o no se cumplen, 1=reglas que se cumplen.

<b>Reglas Operacionales</b>		<b>Cuilápam</b>	<b>Jalapa</b>	<b>Tilcajete</b>	<b>Minas</b>
Cobranza del agua	Cuotas basadas en medidas volumétricas (m <sup>3</sup> )	1 <sup>1</sup>	0	0	0
	Días de pago y lugar establecidos	1	1	1	1
Mantenimiento de infraestructura	Mantenimiento de la infraestructura por medio de acción colectiva	1	1	0	0
	Reparación de fallas o fugas del sistema hidráulico	1	1	1	1
Calidad del agua	Agua tratada con cloración	1	1	1	1
	Los tanques y/o tuberías son limpiados periódicamente	1	1	1	1
Rendición de cuentas	Hay lista de usuarios	1	1	1	1
	Hay lista de morosos	1	1	1	1
	Existen registros escritos de ingresos y egresos	1	1	1	1



	La junta directiva rinde cuentas a los usuarios	1	1	1 <sup>2</sup>	1
	Existen mecanismos para informar a los usuarios	1	1	1	1
	Elecciones periódicas de los miembros de la junta directiva del CAs	1	1	1 <sup>3</sup>	1
Monitoreo	Monitoreo mutuo	1	1	0	0
Sanciones	Sanciones claras	1	1	1	1
	Sanciones graduales dependiendo la falta	0	1	0	0
	Sanciones por falta de pago del servicio del agua	1	1	1	1
	Sanciones que por no participar en asambleas	1	1	0	0
	Sanciones por no participar en Tequios	1	1	0	0
	Sanciones que regulan apropiación del agua de forma clandestina	1	1	1	0
	Sanciones por desperdiciar el agua	1	1	1	1
	Sanciones que regulan comportamientos entre los usuarios y la junta directiva	0	1	0	0
	Sanciones por corrupción y no cumplimiento con los cargos de la junta directiva	1	1	1	1

<sup>1</sup> Esta regla solo es establecida en dos de los cuatro CAs estudiados en Cuilápam, Barrio San Juan y San Sebastián

<sup>2</sup> La junta directiva del CAs rinde cuenta de los ingresos que obtiene de las sanciones monetarias, pero el municipio no rinde cuenta de los ingresos que obtiene del pago del servicio del agua

<sup>3</sup> En Tilcajete solo la mitad de los integrantes de la junta directiva del CAs son renovados cada 3 años

### **Percepción social sobre los procesos de gobernanza y gestión del agua**

Los ACM realizados usando preguntas de las entrevistas de usuarios y actores clave mostraron que los CAs no fueron diferentes, aunque a lo largo de los 3 primeros ejes multivariados los entrevistados de los mismos CAs se aglutinaron (Figuras III. 3 y III. 4). Los primeros 3 ejes multivariados explicaron 56.9% de la varianza en el caso de usuarios y

69.1% en el análisis de los actores clave. En el AMC para usuarios se encontró que 15 variables (Tabla III. 5) tuvieron mayor contribución (inercia) a definir el patrón de los primeros 3 ejes. Mientras que en el AMC para actores claves se encontró que 12 variables (Tabla III. 6) tuvieron mayor contribución (inercia) a definir el patrón de los primeros 3 ejes. Ambos análisis presentaron una un índice promedio de Alfa de Cronbach de 0.70 el cual se considera aceptable (Ledezma, 2008) y que da confiabilidad en la consistencia de las dimensiones o ejes.

**Tabla III.5.** Preguntas con mayor inercia de la entrevista de usuarios, que en conjunto explican un 87.22% de la varianza entre los CAs estudiados. \* Mayor contribución o inercia.

Preguntas	Ejes		
	1	2	3
Fuentes de ingreso	.317*	.035	.026
Grado de estudios	.256*	.039	.044
Años en la comunidad	.192	.238	.428*
Tomados en cuenta para las reuniones	.016	.447*	.158
Asistencia a asamblea	.037	.265*	.160
Opinión de los usuarios se toma en cuenta	.157	.142	.250*
Participación en las acciones o tequios	.075	.454*	.023
Percepción sobre la existencia de los CAs	.197	.046	.105
Formas de cómo se crean las reglas	.142	.513*	.132
Rendición de cuentas	.121	.211	.277
Rendición de informes	.099	.483*	.456
Quien decide qué hacer con el dinero	.019	.150	.096
Gasto en la compra de agua embotellada	.595*	.062	.077
Si beben agua de la llave	.440*	.004	.079
Si compran agua	.525*	.000	.087
% de la varianza	19.870	18.918	17.086

Cabe destacar que existieron similitudes entre las preguntas de datos socioeconómicos con mayor inercia seleccionados de la entrevista de usuarios y de las entrevista de actores claves, puesto que para ambos casos las preguntas de fuentes de ingreso, grados de estudios y años en la comunidad fueron importantes. Sin embargo, el resto de las

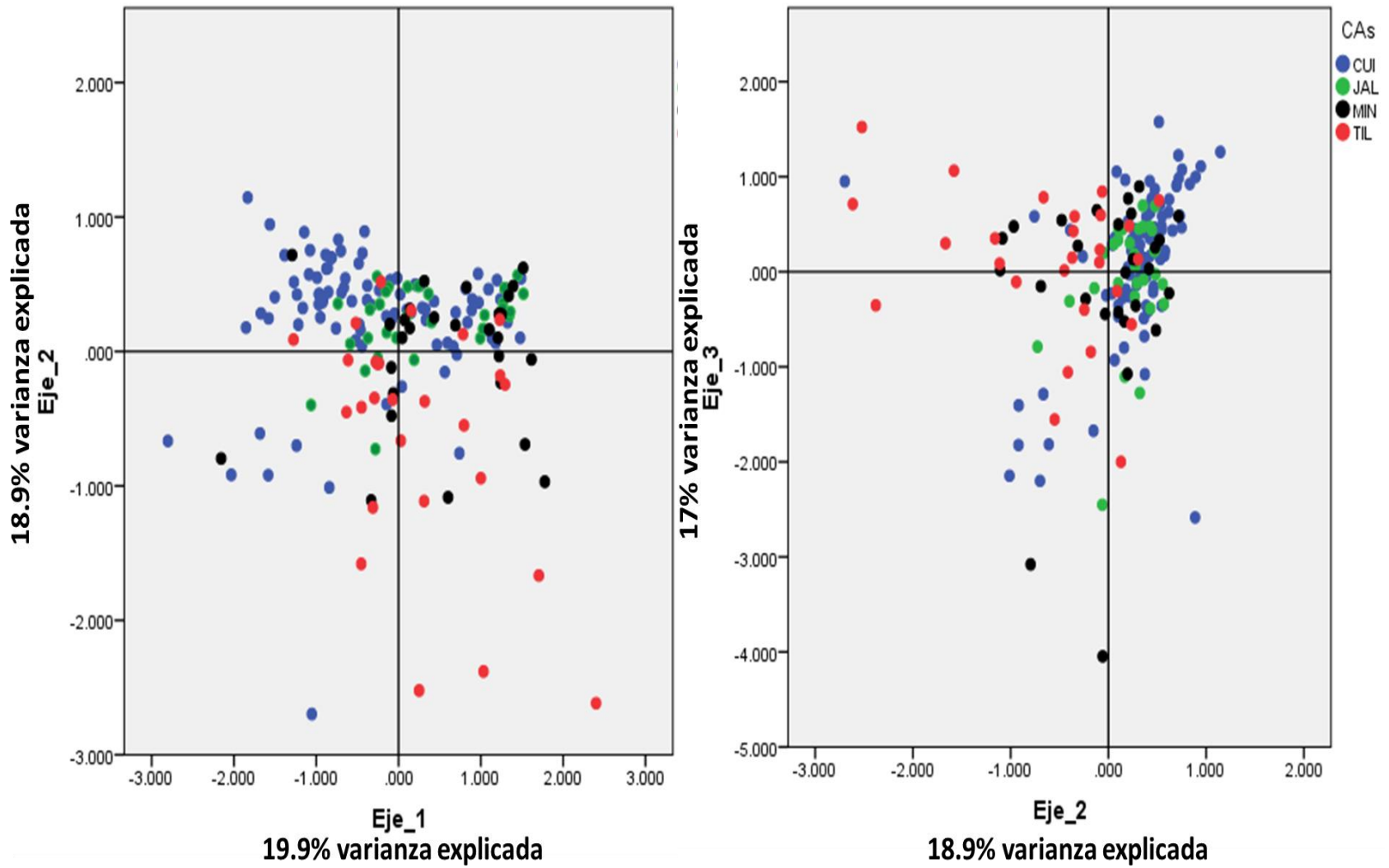
preguntas sobre los procesos de gobernanza y gestión entre los usuarios y actores claves fue diferente. Mientras que para los usuarios fueron más importantes las preguntas sobre participación como: ser tomados en cuenta para las reuniones, asistir a asambleas, que las opiniones de los usuarios se tomen en cuenta, la participación en las acciones o tequios, así como las preguntas de confiabilidad y transparencia de los CAs como: la percepción sobre la existencia de los CAs, las formas de cómo se crean las reglas, la rendición de cuentas y de informes y quien decide qué hacer con el dinero que se recauda por la cobranza del agua y de las sanciones económicas. A diferencia de los actores que las preguntas con mayor importancia fueron aquellos relacionados con las formas de informar y los actores que se involucran en asuntos del agua y en las asambleas, así como las preguntas sobre reglas y como y quienes las crearon.

**Tabla III.6.** Preguntas con mayor inercia de la entrevista de actores claves, que en conjunto explican un 87.22% de la varianza entre los CAs estudiados. \* Mayor contribución o inercia.

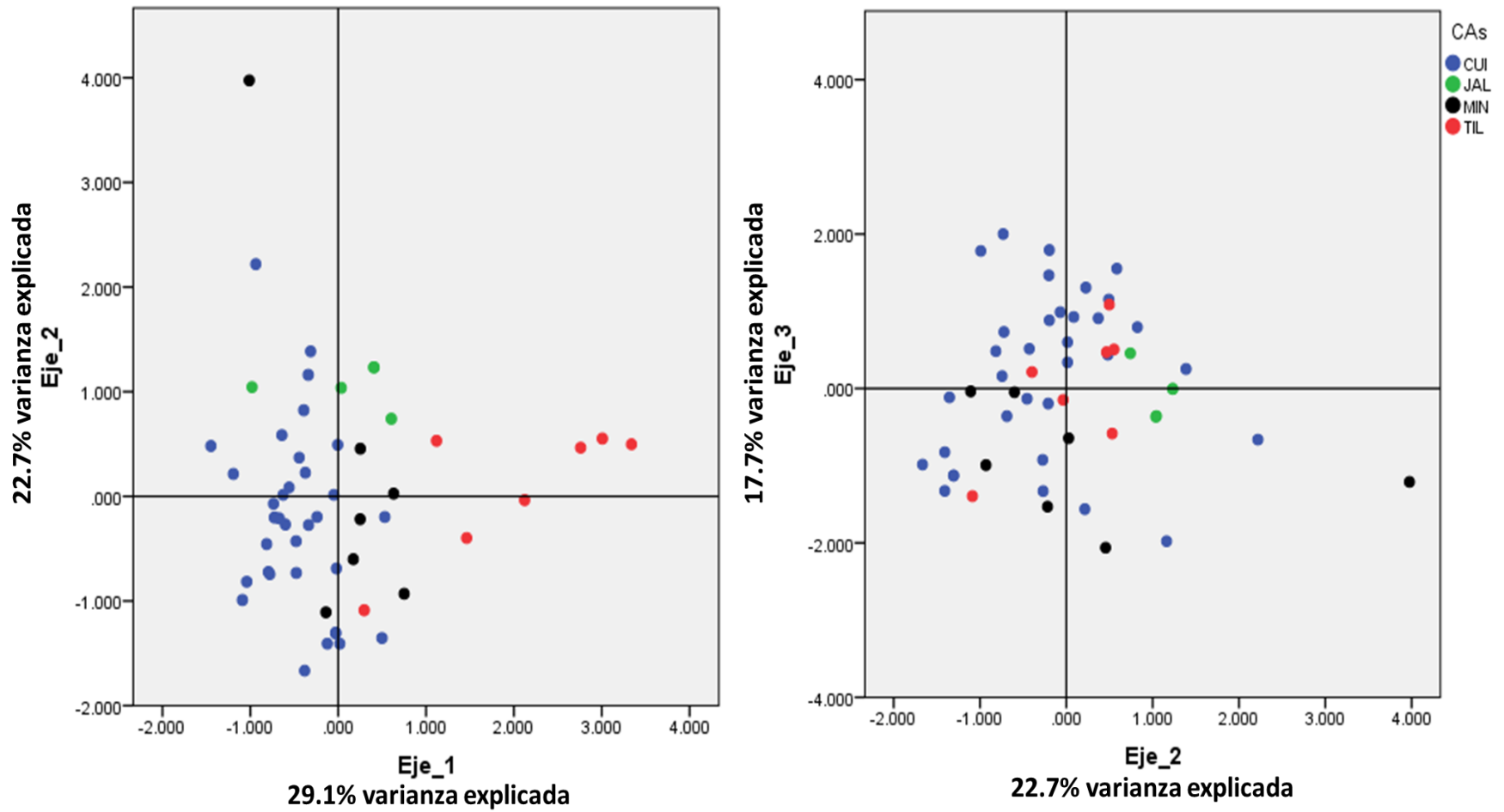
Preguntas	Ejes		
	1	2	3
Edad	.064	.496*	.367
Fuentes de ingreso	.680*	.441	.033
Grado de estudios	.213	.315	.349
Originario de la comunidad	.087	.020	.014
Años en la comunidad	.259*	.157	.166
Tiempo de ser usuario	.209	.507*	.137
Formas de informar a los usuarios	.318*	.000	.083
Quienes se involucran en asuntos del agua	.423*	.227	.408
Quienes participan en las asambleas	.677*	.167	.343
Existencia de reglas para los usuarios	.019	.295*	.103
Conocimiento sobre quienes crearon las reglas	.020	.304*	.028
Quien hizo las reglas	.557*	.015	.033
Varianza explicada %	29.1	22.7	17.7

Se obtuvieron las gráficas de las dimensiones o ejes con mayor varianza explicada, Eje 1 y 2 y 2 y 3 para actores; así como eje 1 y 2, 2 y 3 para usuarios, en los cuales se utilizó a los CAs como forma de agrupación y etiquetados. Como se puede observar en las Figura III. 3 para usuarios, se aprecia un ligera separación entre los CAs de Cuilápam, de Jalapa, Tilcajete y Minas, encontrándose Tilcajete mayormente orientado a la derecha del eje 1 y abajo del eje 2. Cuilápam en el otro extremo orientado hacia la izquierda del eje 1 y arriba en el eje 2. Si consideramos que el Eje 1 está integrado principalmente por las preguntas con mayor peso: i) fuentes de ingreso, ii) quienes se involucran en asunto del agua, iii) quienes participan en las asambleas y iv) quienes hicieron las reglas, podríamos considerar y corroborando con la observación participante que Cuilápam tiene mayor involucramiento de los usuarios y Tilcajete mayor involucramiento del municipio. En la gráfica de dispersión realizada para la entrevista de usuarios podemos apreciar en la Figura III. 4, que existe una separación poco clara entre los CAs de Cuilápam, Jalapa y Tilcajete. Mediante una agrupación de los CAs de Cuilápam a través del municipio y de la alineación mediante los centroides, podemos apreciar la separación de Cuilápam con Tilcajete en el eje 1 y 2. Esto coincide en gran medida con las gráficas de las entrevistas de los actores claves, pero en este caso es el eje 2 que los separa, ubicando a Cuilápam más arriba y a Tilcajete más abajo en el eje, caso similar sucede al graficar el eje 2 y el eje 3, donde la separación entre los CAs de Cuilápam y de Tilcajete se debe principalmente al eje 2 (Figura III. 4). El eje 2 está representado por las preguntas con mayor inercia de tomados en cuenta para las reuniones o asambleas, participación en tequios, la forma en cómo se crearon las reglas y los procesos de rendición de cuentas. Esto concuerda con la formas de operación documentadas a partir de observación participante y entrevistas informales ya que de lado positivo donde se encuentra

los CAs de Cuilápam son más tomados en cuenta los usuarios para las reuniones, participan casi en su totalidad todos los usuarios, las formas de crear las reglas fueron a través de la asamblea, hay procesos de rendición de cuentas frecuentes y muy detalladas; lo que en caso contrario o en menor medida sucede con Tilcajete, principalmente por que los tequios no son obligatorios y hay baja participación de los usuarios y no existe procesos de rendición de cuentas por parte del municipio quien maneja el dinero de la cobranza del servicio de agua.



**Figura III.3.** Grafica de dispersión de la percepción de cada usuario entrevistado agrupado de acuerdo a cada CAs, para el eje 1 y 2 (grafica izquierda) con un total de 38.8% de la variabilidad explicada; y para el eje 2 y 3 (grafica derecha) con un total del 35.9% de la variabilidad explicada.



**Figura III.4.** Grafica de dispersión de la percepción de cada actor clave entrevistado agrupado de acuerdo a cada CAs, para el eje 1 y 2 (grafica izquierda) con un total de 51.8% de la variabilidad explicada; y para el eje 2 y 3 (grafica derecha) con un total del 40.4% de la variabilidad.

## DISCUSIÓN

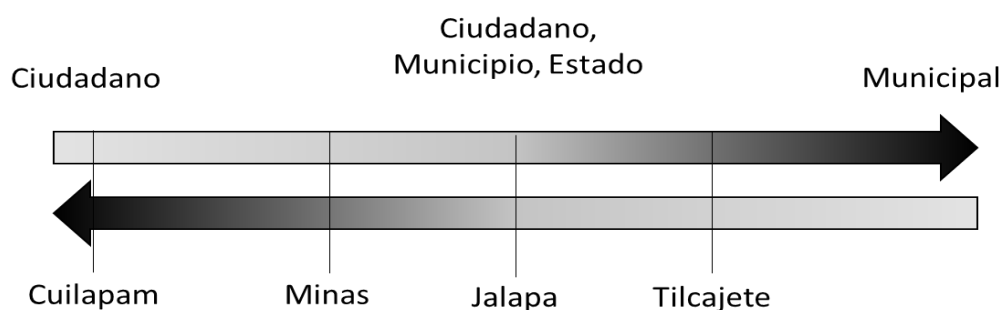
Los CAs son instituciones de gobernanza y gestión del agua locales que mantienen una estructura básica conformada por un organismo de representación (junta directiva) y otro organismo de toma de decisiones (la asamblea de usuarios; Figura III. 2). Estructuras conformadas por CAs y sus asambleas de agua son documentados en Chiapas, Jalisco, Morelos y Oaxaca por Zury (2012), Guerrero-de Leon et al. (2010), Guzman-Puente (2013). Asimismo, esta estructura básica ha sido documentado en otros instituciones de gobernanza a partir de los usuarios en Costa Rica y Honduras (Madrigal et al., 2011; Bray, 2015, Gumeta-Gómez et al., *sometido*). Si bien pueden existir diferencia en los numero de integrantes que conforma la junta directiva; en general los cargos y actividades realizadas por el Presidente, Secretario y Tesorero son similares con los casos de Costa Rica y Honduras (Gumeta-Gómez et al., *sometido*).

El cómo se estructura y operan los CAs en México, puede estar asociado a los procesos históricos que se generan dentro de cada comunidad, más que por una conformación legal y estándar. Es decir, puesto que carecen de Figura legal y en las leyes nacionales no se les reconoce como instituciones de gobernanza del agua (Gumeta-Gómez et al., *sometido*), no existe una manera formal de establecer su estructura y sus forma de operación. Caso contrario sucede en Costa Rica con las ASADAS (Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios) y en Honduras con las Juntas del Agua, que a partir de su reconocimiento legal, se establecen sus estructuras y formas de operación de manera formal en las leyes de aguas nacionales de cada país (Madrigal et al., 2011; Gumeta-Gómez et al., *sometido*), lo que los hace poco variables entre ellos.



El hecho de que cada CAs es generado a partir de los procesos históricos de cada comunidad, explica la variabilidad que existe entre los actores internos o externos a la comunidad que se involucran en la toma de decisiones y/o en alguna de las fases de gestión como financiamiento, construcción, operación y mantenimiento (Figura III. 2). En los CAs estudiados se puede apreciar un gradiente caracterizado por (Figura III. 5): 1) un mínimo involucramiento de otras instituciones como el municipio y donde casi o totalmente los procesos de gobernanza y gestión es realizada por los usuarios (Caso Cuilápam y Minas), 2) gran involucramiento de los usuarios, de otras instituciones locales como el comisariado ejidal, el municipio y otros comités locales, así como con instituciones gubernamentales como CONAGUA y CONAFOR (Caso Jalapa); y 3) Menor involucramiento de los usuarios y mayor involucramiento del municipio (Caso Tilcajete). En el caso de Cuilápam y Minas, el municipio tiene un papel muy marginal, solo como proveedor de recursos financieros y no como tomador de decisiones. Caso contrario sucede con Tilcajete donde el municipio tiene un papel principal en la toma de decisiones y en el manejo de los recursos económicos generados por el sistema de agua. En el caso de Jalapa, se genera una arena para la toma de decisiones donde esta involucradas todas las instituciones locales formales como el Comisariado Ejidal y Municipio, así como las informales como los comités de apoyo de flora y fauna, de obras, de salud, de agua, de transporte, de telefonía y escolares. Asimismo, hay una fuerte vinculación por parte de las instituciones locales formales con CONAGUA y CONAFOR para bajar recursos económicos para conservación, reforestación, construcción de obras como retenes de agua y suelo, principalmente. En ese sentido podríamos considerar que Jalapa es un claro ejemplo de gobernanza de múltiple nivel para la gestión del agua local de uso doméstico (Gumeta-Gómez et al., *sometido*).

En el caso de Tilcajete, el mayor involucramiento del municipio ha surgido por las necesidades de asegurar mayor ingreso al sistema del agua mediante los aportes que puede y debe realizar los municipios para el agua año con año. Los CAs muestran una flexibilidad de diseñar sus estructuras y formas de operación de manera más adecuada a sus necesidades, a falta de no reconocimiento legal y de no contar con el presupuesto que es destinado a los municipios por parte del Estado, para cumplir con la provisión de agua a los hogares.



**Figura III.5.** Gradiente de acuerdo al mayor o menor involucramiento del Municipio y de los Usuarios

En ese sentido, el mayor o menor involucramiento del municipio o del Estado, parece ser un factor que modifica sus características y dinámicas, principalmente influyendo en las reglas de selección institucional. En el caso documentado por Ostrom (1990) para el manejo del agua subterránea en California, se habla de instituciones autogobernadas, en donde no se reconoce el papel del Estado como agente que influye en las reglas de selección institucional. Caso contrario se documenta en las instituciones de gobernanza del agua en Costa Rica, donde el origen de los CAs no parte del Estado, pero que a partir de su reconocimiento legal en 1990, el Estado determina las reglas de selección institucional tanto constitucionales, de elección colectiva y de operación (Madrigal et al., 2011). En el caso de los CAs en México, aunque sus orígenes, su estructura y sus formas de operación no son establecidos por el municipio u otra institución del Estado, su involucramiento si puede determinar cambios en

la reglas de operación principalmente. Sin embargo, se discutió que los orígenes de los CAs en México parten de la necesidad de los regímenes de gobernanza de la propiedad común (Institución agraria), de manejar otros recursos como el agua (Bray, 2013) y que al ser conformados por las instituciones agrarias, estas son las que determinan principalmente sus reglas de selección institucional.

Al comparar los niveles de reglas de selección institucional entre los CAs y el régimen de propiedad común, se puede apreciar que las similitudes entre ambos regímenes son la estructura básica de un órgano de representación y ejecución de acuerdos como la junta directiva de los CAs o el Comisariado Ejidal o Comunal del régimen de propiedad común y la existencia en ambos casos de la asamblea como órgano máximo de toma de decisiones (Tabla III. 2). Sin embargo, las mayores diferencias residen en que en el caso de los regímenes de propiedad común, su Figura legal, su estructura y forma de operación es a partir de las reglas constitucionales establecidas en la Constitución Mexicana y en la Ley Agraria (Bray y Merino, 2004; Bray, 2013). En el caso de los CAs, no hay ninguna ley que los establezca como regímenes de gobernanza del agua. Cabe destacar que no en todos los casos, los CAs fueron establecidos por parte del régimen de propiedad común ya que en el caso de los CAs de Cuilápam, si bien adoptan la estructura básica de cómo se conforma el régimen de propiedad común (como el comisariado ejidal y la asamblea de ejidatarios, por ejemplo); su origen parte de la autoorganización de los barrios (calles que conforman una sección de un asentamiento humano), para cubrir una necesidad primordial que el municipio o el Estado no había logrado cubrir. En las reglas de elección colectiva, a diferencia del régimen de propiedad común que establece a este nivel la asamblea, en los CAs también se establece a

la junta directiva. Esta diferencia reside en que al Comisariado Ejidal o Comunal es establecido desde el nivel de reglas constitucional por ser un régimen legal (Bray, 2013).

En las reglas de operación podemos apreciar diferencias entre los CAs estudiados, principalmente en las reglas de rendiciones de cuentas, monitoreo y sanciones (Tabla III. 4). Las diferencias en la rendición de cuenta es principalmente entre el CAs de Tilcajete con el resto de los CAs estudiados ya que la rendición de cuentas por parte del municipio que maneja los recursos económicos no se realiza. Madrigal et al. (2011), discute que los procesos de rendición de cuentas entre las ASADAS que estudia, determinan diferencias en su desempeño. Asimismo, las diferencias entre el establecimiento de sanciones y monitoreo se da principalmente entre los CAs de Cuilápam con el resto de los CAs estudiados, puesto que en Cuilápam las sanciones son clara y son graduadas de acuerdo a la falta del infractor. Se ha discutido que la existencia de sanciones afecta directamente la cantidad del fondo de ahorro que en casos de contingencias puede ser utilizado, tales como tormentas, fugas grandes del sistema, o descompostura de la bomba del agua (Madrigal et al., 2011). Ostrom (1990) también argumenta que la existencia de sanciones graduadas y del monitoreo mutuo son dos de los principios de diseño que caracteriza a las instituciones de manejo de los recursos de uso común de larga duración.

Las diferencias entre los CAs también se pudieron constatar a través de la percepción de los usuarios y de los actores entrevistados. En la Figura III. 3, se presentan las gráficas de las dimensiones 1 y 2, en donde se puede apreciar que el eje 1 compuesto principalmente por las variables de mayor inercia fueron: fuentes de ingreso, gasto por compra de agua embotellada, si bebe agua de la llave y si compra agua; separa a los CAs de Cuilápam y los

de Tilcajete principalmente. Estas diferencias que se deben a las variables de compra de agua embotellada pueden considerarse como un resultado de la gestión del agua ya que es mayor la compra de agua embotellada y menor la gente que bebe agua de la llave en Tilcajete y viceversa en Cuilápam. La grafica realizada entre los ejes 1 y 2 para la entrevista de los actores claves (Figura III. 4), nos muestra una mayor separación entre Cuilápam, Minas, Jalapa y Tilcajete en el eje 1. Esta gradiente se asemeja a la Figura 4 y las variables de mayor inercia en este eje fueron: las fuentes de ingreso, quienes se involucran en los asuntos del agua, quienes participan en las asambleas y quienes hicieron las reglas. En este sentido, se denota que las diferencias entre los CAs estudiados fueron principalmente por quienes son los actores que se involucran en cualquiera de los procesos de gobernanza y gestión del agua.

Cabe destacar que con respecto al eje 2 del análisis de la entrevista de los usuarios, las variables con mayor inercia estuvieron relacionadas a la participación (Opinión tomada en cuenta, participación en tequios, formas de cómo se crearon las reglas principalmente a través de la participación de todos los usuarios) y a la rendiciones de cuentas (rendición de informes de las actividades que realizan los CAs). Esto resulta importante para ver las diferencias entre los CAs estudiados, puesto que con respecto a la participación en asambleas se registró una disminución el Municipio está más involucrado en la toma de decisiones como el caso de Tilcajete, comparado a cuando el CAs es totalmente dirigido por los usuarios (Cuilápam). Similares resultados registra Zury (2012) en una microcuenca del río Coatán, Chiapas, donde el régimen municipal desincentiva la participación social en la toma de decisiones y en las practicas del gestión del agua. Asimismo la participación en los tequios vistos como una práctica de gestión, en el caso particular de Santa Catarina Minas, desaparece debido a un proceso histórico de un inadecuado entendimiento de los procesos

comunitarios por parte de un presidente municipal, que no visualizo los beneficios colectivos que generan los tequios como trabajos no remunerados al servicio de toda la comunidad. Madrigal et al. (2011) argumenta que la participación de los usuarios es fundamental para la rendición de cuentas y hacer eficiente el manejo de los recursos económicos. En ese sentido mayor rendición de cuentas se presenta en Cuilápam con respecto a Tilcajete, donde no se tienen registros de rendiciones de informes del Municipio.

## **CONCLUSIONES**

Los CAs presentaron diferentes maneras de lograr el mismo fin ya que la gente elabora sus propias reglas de acuerdo a las condiciones locales e históricas, principalmente debido a que se carece de una regla constitucional que determine su estructura y operatividad, así como sus reglas de elección colectiva u operacional. Las diferencias entre los CAs estudiados residió principalmente en los actores, además de los usuarios, que se involucran en la toma de decisiones y/o en los proceso de gestión del agua. Tres estructuras y formas de operación se pudieron apreciar, una dominada más por usuarios y mínimo involucramiento del municipio, la segunda con un balance entre el involucramiento de los usuarios con otras instituciones formales locales y externas y tercera con un mayor involucramiento del municipio en la toma de decisiones. Sin embargo, todos los CAs mantienen la estructura básica de una junta directiva y de una asamblea de usuarios para la toma de decisiones. El involucramiento en mayor o menor medida del municipio modifico las formas de operación, principalmente en las variables de participación y rendición de cuentas. En ese sentido a mayor involucramiento del municipio parece desincentivare la participación de los usuarios en las asambleas y los tequios, haber menor rendición de cuentas.

La similitud con las reglas de selección institucional, principalmente las de elección colectiva y operacional, entre el CAs y el régimen de propiedad común en México, puede indicar que las mayoría de los orígenes de los CAs parte de las instituciones agrarias. Sin embargo, aunque puede ser que los CAs hayan copiado su estructura y formas de operar, hay casos en donde las instituciones agrarias no determinaron el origen de los CAs.

Cabe destacar que la percepción de los usuarios permitió corroborar las diferencias observadas en campo entre los CAs estudiados, así como conocer cuáles eran las variables que determinaron esas diferencias. Siendo los gastos por compra de agua embotellada, si beben del agua que les llega a sus casas o si comparan agua, así como quienes se involucran en la toma de decisiones o en la gestión, las más importantes para diferenciar a los CA, así como la participación social, la rendición de cuentas y el conocimiento de las reglas, en según termino.

La importancia de los CAs reside en que son arenas en donde se pueden formular reglas para operar de manera adecuada el recurso agua, incentivar la participación de los usuarios del agua, sancionar a infractores y monitorear mutuamente el uso del agua. Esta situación resulta imposible para los regímenes de gobernanza del agua a través de los municipios, donde sancionar y monitorear se vuelve una actividad costosa en tiempo, esfuerzo y dinero, que muchas veces no se realiza. Por ello, reconocer, incentivar y empoderar a los usuarios del agua para que generen sus propios CAs, pudiera ser una alternativa contra la baja participación y el desinterés por ser partícipe de la provisión de un recurso tan vital como el agua.

## REFERENCIAS

- Arlington Institute, 2015. The World's Biggest Problems. [Online] Available at:  
<http://www.arlingtoninstitute.org/wbp>
- Bernard, R. H., 2005. Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches. Oxford, U.K.: 4th Edition. Altamira Press.
- Bray, B. D., 2013. When the State supplies the Commons: Origins, Changes, and Design of Mexico's Common Property Regime. *Journal of Latin American Geography*, Volume 12, pp. 33-55.
- Bray, D. B., 2015. Facing Future Storms: Poor Honduran Communities Unite to Protect Watersheds and Nature. [Online] Available at:  
<http://news.mongabay.com/2015/0505-bray-honduran-community-conservation.html>
- Bray, D. B. y Merino, L., 2004. Las experiencias de las comunidades forestales en México. México, D. F.: Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAT.
- Caldera, O. A. R., 2009. Gobernanza y sustentabilidad: Desarrollo institucional y procesos políticos en torno al agua subterránea en México. Los casos del Valle de León y del Valle de Aguascalientes. México: Tesis Doctoral. FLACSO.
- 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. In: *El Agua en México vista desde la Academia*. México, D.F: Academia Mexicana de Ciencias, pp. 339-369.
- CONAGUA, 2011. Agenda del agua 2030, México, D. F.: Comisión Nacional del Agua. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.



- Guerrero-de León, A. A. et al., 2010. Gobernanza y participación social en la gestión del agua en la microcuenca El Cangrejo, en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco. *Economía, Sociedad y Territorio*, Volumen 33, pp. 541-567.
- Gumeta-Gómez, F., Durán, M. E. y Bray, D. B., *Sometido*. Multilevel governance for local management of drinking water in Latin America: Case studies of Costa Rica, Honduras and Mexico. *Acta Universitaria*.
- Guzmán-Puente, M. A. A., 2013. La gestión participativa del agua en México (2002-2012): El caso de San Agustín Amatlipac (Morelos). *Agua y Territorio*, Issue 2, pp. 93-106.
- Hardin, G., 1968. The Tragedy of Commons. *Science*: 1243-1248.
- INEGI, 2010. Censo Poblacional y de Vivienda 2010. México, D. F.: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INSO, 2014. Un plan común para un bien común. Hacia una estrategia articulada de esfuerzos en pro del agua en la cuenca del río Verde-Atoyac, Oaxaca. México: Instituto de la Naturaleza y Sociedad de Oaxaca.
- Knipier, C., Holtz, G., Karstens, B. y Pahl-Wostl, C., 2010. Analyzing water governance in heterogeneous case studies-Experiences with a database approach. *Environmental Science and Policy*, Issue 7, pp. 592-603.
- Ledesma, R., 2008. Software de Análisis de Correspondencia Múltiple: Una Revisión Comparativa. *Metodología de Entrevistas*, Volumen 10, pp. 59-75.
- Ley de Aguas Nacionales (2004) DIARIO OFICIAL. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Madrigal, R., Alpízar, F. y Schlüter, A., 2011. Determinants of performance of community-based drinking water organizations. *World Development*.

- Marín, A. y Berkes, F., 2010. Network approach for understanding small-scale fisheries governance: The case of the Chilean coastal co-management system. *Marine Policy*, Volume 34, pp. 851-858.
- ONU, 2014. La escasez del agua. [Online] Available at: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml> [Accessed 16 04 2015].
- Ostrom, E., 1990. *Governing the commons: the evolution of institution for collective action*. 2da. Edición ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pahl-Wostl, C., 2009. A conceptual framework for analyzing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), pp. 354-365.
- Puri, R. K., 2011. Participant observation. In: *Conducting research in conservation: A social science perspective*. Routledge, London and New York: s.n., p. 376.
- Robson, J. P. y Lichtenstein, G., 2013. Current Trends in Latin American Commons Research. *Journal of Latin American Geography*, 12(1), pp. 5-31.
- Termeer, C. J., Dewulf, A. y Lieshout, M. v., 2010. Disentangling Scale Approaches in Governance Research: Comparing Monocentric, Multilevel, and Adaptive Governance. *Ecology and Society*, 15(4), p. 29.
- WRI-Aqueduct, 2013. World Resources Institute. *Aqueduct Water Risk Atlas*. [Online] Available at: <http://www.wri.org/applications/maps/aqueduct-atlas/>. [Accessed 10 octubre 2015].
- WWAP, 2006. *Water a shared responsibility*, Paris, Francie: The United Nations World Water Development Report 2. World Water Assessment Program. Paris, Francia.

Zury, R. W., 2012. Análisis organizacional e institucional de la gestión del agua para uso doméstico en las microcuencas Buenavista y Esquichá, cuenca del río Coatán, México-Guatemala, Turrialba, Costa Rica.

**ANEXO III. A. Manejo de las variables que formaron parte de las entrevistas de actores claves y usuarios, con respecto a los datos socioeconómicos y la percepción social sobre los procesos de gobernanza y gestión del agua llevada a cabo por los CAs.**

Preguntas (Variables Independientes)		Entrevista: Actores= AC y Usuarios = US	Operacionalización
¿Municipio al que pertenecen?		AC/US	Los municipios se categorizaron como: CG=Cuilápam de Guerrero, SCM=Santa Catarina Minas, SMT=San Martín Tilcajete y SFT=San Felipe Tejalalpam
¿Comité de agua al que pertenece?		AC/US	Los CAs se categorizaron como: 1=CSJ= San Juan; 2=CSP= Sección Primera, Segunda y Tercera; 3=CSS= San Sebastián; 4=CRQ= Rancho Quemado; 5=CSCM=Santa Catarina Minas; 6=CSMT= San Martín Tilcajete; 7=CJV= Jalapa del Valle
<b>Datos socioeconómicos</b>	Edad	AC/US	Las edades se establecieron en clases de: 1=18-31, 2=32-45, 3=46-59, 4= 60-73, 5=74-87
	Genero	AC/US	Hombre=1, Mujer=2
	¿Pertenece a una etnia?	AC/US	No=0, Si =1
	¿Puede mencionar sus principales fuentes de ingreso?	AC/US	Respuestas recodificadas al sector productivo, siendo: 1= No laboral, 2=Primario, 3=Secundario y 4=Terciario
	¿Sabe leer y escribir	AC/US	No=0, Si =1
	¿Hasta qué estudios tiene?	AC/US	Los grados se codificaron como: 1= ninguno, 2=primaria, 3=secundaria, 4=bachiller, 5=licenciatura
	¿Es originario de la comunidad?	AC/US	No=0, Si =1
	¿Cuántos años ha vivido en la comunidad?	AC/US	(Edad- tiempo de residencia)/ entre la edad. Los rangos se recodificaron: 0-0.1= 5 (Toda la vida en la comunidad), 0.2-0.3=4, 0.4-0.5=3, 0.6-0.7=2 y 0.8-1=1 (Reciente incorporación a la comunidad)
	¿Es casa propio, rentada o de familiar?	AC/US	Rentada=2, Propia=3 y Familiar=1
	¿Es comunero o ejidatario?	AC/US	No=0, Si =1
¿Tiempo de ser usuario?	AC/US	Los tiempos se establecieron en clases: 1= 0-10, 2= 11-20, 3= 21-30, 4= 31-40 y 5=>41	

¿Tiene o ha tenido un cargo en CAs?	AC/US	No=0, Si =1
¿Qué le parece ocupar un cargo en el CAs?	US	Castigo=1, Obligación=2, Derecho=3, Oportunidad=4
¿Qué le parece la existencia del CAs para gestionar el agua?	US	Excelente=5, Bueno=4, Indiferente =3, Malo=2 y Pésimo=1
¿Realizan asambleas para el agua?	AC/US	No=0, Si =1
¿Existen reglas para los usuarios?	AC/US	No=0, Si =1
¿Sabe si las reglas están escritas?	AC/US	No=0, Si =1
¿Quiénes hicieron las reglas?	US	No=0, Si =1
¿Quiénes hicieron las reglas o acuerdos?	AC/US	Se establecieron categorías: 1=Municipio, 2=Municipio y ciudadanos, 3=Ciudadanos, 4=Ciudadano, Municipio y otras instituciones locales
¿Qué le parece la forma de establecer las reglas?	US	Excelente=5, Bueno=4, Indiferente =3, Malo=2 y Pésimo=1
¿Quiénes participan en la asamblea?	AC/US	1=ciudadano, 2=Ciudadanos y otras instituciones locales, 3=Ciudadanos y municipio, 4=Ciudadanos, instituciones locales y municipio, 5=ciudadanos, municipio, otras instituciones locales y externas
¿Le parece adecuada la forma en que le informan los asuntos del agua?	AC/US	No=0, Si =1
¿Cualquier usuario tiene acceso a información escrita del agua?	US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿Considera que tienen acceso a toda la información discutida del agua?	US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿Qué tan complicado es incorporarse como nuevo usuario?	US	Muy difícil=5, Difícil=4, Mas o menos=3, Fácil=2, Muy Fácil=1
¿Existen reglas para ser nuevo usuario?	AC/US	No=0, Si =1
¿Considera que lo toman en cuenta para definir acuerdos o reglas?	AC/US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿Asiste a reuniones o asambleas?	US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿Da su opinión en las asambleas?	US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿Considera que toman en cuenta su opinión?	US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿Participa en tequios?	US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1

¿Quién decide qué hacer con el dinero que se recauda de la cobranza del agua?	US	1=Municipio, 2=Municipio y comité, 3=comité, 4=asamblea de usuarios, 5=comité y asamblea de usuarios
¿El CAs rinde cuentas?	US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿El CAs informa sobre que hacen y planean hacer?	US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿Ha habido conflictos entre usuarios y CAs?	AC/US	No=0, Si =1
¿Existen sanciones para quienes no cumplen las reglas?	AC/US	No=0, Si =1
¿Las sanciones son graduales de acuerdo a la gravedad de la falta?	AC/US	No=0, Si =1
¿Con que frecuencia le llega el agua a su hogar?	US	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿Además del servicio público tiene otras formas de acceso al agua?	US	No=0, Si =1
¿Cuánto paga por el servicio de agua mensual?	US	Variable obtenida de la multiplicación de compra de agua mensual por el costo del agua. Rango: 1=<50, 2=>50<150, 3=>150<250, 4=>250<350, 5=>350
¿Cuánta agua gasta al mes?	US	Suma de gastos de agua por día en las 8 actividades del hogar entrevistadas, multiplicado por 30 días/1000l= clases de (M3/mes/hogar): 1=<10, 2=>10<20, 3=>20<30, 4=>30<40 y 5=>40
¿Bebe el agua de la llave?	US	No=0, Si =1
¿Compra agua de garrafón o pipas de agua?	US	No=0, Si =1
¿Cuánto gasta por compra de agua embotellada?	US	Variable obtenida de la multiplicación de compra de agua mensual por el costo del agua. Rango: 1=<50, 2=>50<150, 3=>150<250, 4=>250<350, 5=>350
¿Su baño usa agua?	US	No=0, Si =1
¿Contrata el servicio de vaciado de fosas?	US	No=0, Si =1
¿Costos por el vaciado de fosas anuales?	US	Variable construida entre la frecuencia de vaciado por el costo/el costo mayor:1=0-0.2, 2=0.21-0.4, 3=0.41-0.6, 4=0.61-0.8, 5=0.81-1
¿Existe alguna otra organización que se involucre en el agua?	AC	No=0, Si =1

¿Quién más se involucra en asuntos del agua?	AC	1=ciudadano, 2=Ciudadanos y otras instituciones locales informales, 3=Ciudadanos y municipio, 4=Ciudadanos, instituciones locales informales y municipio, 5=ciudadanos, municipio, otras instituciones locales y externas
¿Le dan el servicio de agua a cualquiera que lo solicite?	AC	No=0, Si =1
¿Las reglas se cumplen?	AC	Siempre=5, Frecuentemente=4, A menudo=3, Algunas veces=2, Nunca=1
¿Se le puede suspender el agua a los que no cumplen?	AC	No=0, Si =1
¿Existe reglas para el comité de agua?	AC	No=0, Si =1

## **CAPÍTULO IV SUSTENTABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO DE COMITÉS DEL AGUA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ATOYAC, OAXACA, MÉXICO.**

### **RESUMEN**

El agua dulce es un recurso vital. El agua para uso doméstico es cada vez está menos disponible en la calidad y cantidad requerida. En las zonas aledañas a la ciudad de Oaxaca existen regímenes de gobernanza y gestión del agua locales a través de Comités de Usuarios del Agua (CAs), que han solventado problemas de desabasto y baja disponibilidad del agua. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño ecológico y social de dichos CAs, a fin de reconocer los factores que contribuyen a asegurar el abasto del recurso hídrico a largo plazo. Se trabajó con los CAs de cuatro comunidades y sus respectivas microcuencas: Cuilápam, Jalapa, Tilcajete y Minas. Los datos se colectaron a partir de una metodología mixta que incluyó: cartografía participativa, revisión documental, observaciones participantes, entrevistas informales y entrevistas semiestructuradas. Los resultados mostraron que los CAs operan bajo diferentes arreglos con otras instituciones locales: como el municipio, instituciones agrarias y comités de apoyo y con nacionales como: CONAGUA, CONAFOR, CONANP y organizaciones no gubernamentales; esto, con el fin de lograr la gestión de la infraestructura hidráulica y acciones de restauración y conservación de las microcuencas que proveen el recurso hídrico. Entre los principales factores que complican la gobernanza y gestión sustentable del agua se reconoció a la tenencia de la tierra del área de la microcuenca (compartida entre distintos propietarios), conflictos agrarios entre dueños de predios dentro de las microcuencas, falta de incentivos para la conservación y procesos de corrupción en instituciones agrarias y municipales. Todos los CAs presentaron altos niveles



de cobertura (92-100%), relativamente pocas fugas (7.2-12%) y, con excepción del CA de Tilcajete, una alta eficiencia económica (90-100%); las cuales califican mejor que las correspondientes medias nacionales. Los CAs mostraron su potencial para lograr la sustentabilidad en el abasto del agua a escala local. Sin embargo, no son considerados dentro de la Ley de Aguas Nacionales, lo que constituye una amenaza a su existencia. Documentar las ventajas que presentan los CAs podría ayudar a reconocerlos como alternativas realistas para asegurar la provisión del agua, principalmente en las zonas rurales o semiurbanas y coadyuvar en la conservación y recuperación de cuencas hidrológicas sobreexplotadas.

**Palabras claves:** Eficiencia en provisión del agua, restauración ecológica, gobernanza local, gestión del agua, sistemas sociales-ecológicos

## INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento de la población humana ha aumentado la demanda por el agua en todos los sectores: agrícola-pecuario, de uso doméstico e industrial (Rosegrant et al., 2002). Esto ha ocasionado la sobreexplotación de los mantos acuíferos y de los cuerpos de agua superficiales como ríos, lagos y manantiales de varias regiones del mundo (Pulwarty et al., 2005). Lo anterior, aunado a la deforestación de las áreas de recarga hídrica y la contaminación del agua (Gleik, 1993; Schoonover, 2006), está provocando la actual crisis del agua (WWC, 2006). Al mismo tiempo, los escenarios futuros del agua no son alentadores. Actualmente cerca del 11% de la población mundial (700 millones de personas) carecen de acceso a agua potable. Las estimaciones para el 2030, bajo el contexto actual del cambio climático, calculan que el 50% de la población mundial vivirá en zonas de estrés hídrico, afectando principalmente a los países emergentes y en desarrollo (ONU, 2014).

Una de las principales estrategias para enfrentar la crisis actual y futura del agua ha sido la gestión de infraestructura hidráulica (Gourbesville, 2008). La gestión hidráulica trae beneficios al hacer posible el abastecimiento de agua a los hogares desde la fuente de extracción, sin embargo, son escasos los avances sobre una gestión integral que asegure la sustentabilidad del recurso hídrico. Es decir; que considere la gran diversidad social, económica, ecológica y técnica del sistema del agua (Knipier et al., 2010). La Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) es otra estrategia holística basada en las cuencas hidrográficas. Promueve un proceso de desarrollo coordinado y de gestión de los recursos hídricos, usos del suelo y otros recursos afines de manera sustentable (Ostrom, 1990). No obstante, la GIRH ha tenido alcances limitados debido a que no aborda a las instituciones o sistemas de reglas para la toma de decisiones (gobernanza) sobre la gestión del recurso hídrico y del bosque (Gourbesville, 2008).

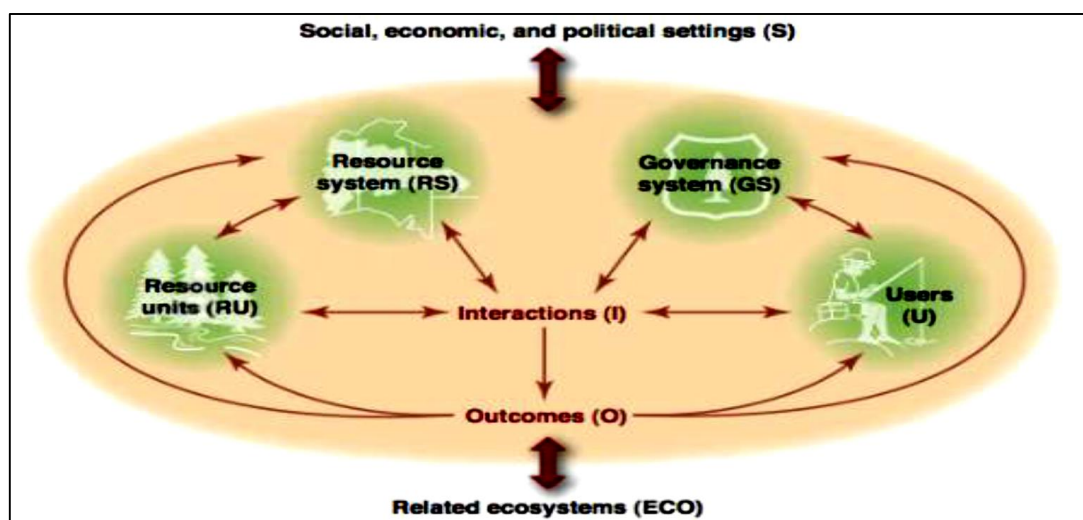
La gobernanza del agua se ha adoptado recientemente como un enfoque para dar soluciones integrales a la problemática del agua ya que aborda de manera más integral los procesos institucionales para la apropiación y la provisión del agua (Gain y Schwab, 2012). Por ello, se ha planteado que la crisis del agua es más bien una crisis en la gobernanza y su desafío debe de abordarse a nivel local, regional y global (WWAP, 2006). De manera convencional, la gobernanza y gestión del agua se lleva mediante un régimen de arriba hacia abajo (top-down), a través de una instituciones formales (con reconocimiento legal) del Estado o de una empresa (Pahl-Wostl, 2007; Ostrom, 2008). Este régimen se caracteriza por la toma de decisiones centralizada, originada desde lo nacional, que posteriormente se asienta en lo local. Sin embargo, se ha discutido que problemas como corrupción, sobrerregulación, fragmentación de sectores, poca compatibilidad con las condiciones locales y desigualdad

social, han generado fallas en este tipo de gobernanza (Castro et al., 2004; Knipier et al., 2010). Además de no considerar dentro de sus estrategias de manejo, la sustentabilidad del recurso hídrico que asegure la recarga hídrica (Bruijnzeel, 2004), una eficiente provisión del agua (Roger & Hall, 2003) y una descarga del drenaje responsable (van Leeuwen y Chandy, 2013).

Recientes investigaciones documentan la existencia de regímenes de abajo hacia arriba (bottom-up) para la gestión del agua. Estos regímenes se caracterizan por una distribución descentralizada del poder y de las responsabilidades de gestión del agua (Knipier et al., 2010; Ostrom, 2011). La toma de decisión es ejercida mediante instituciones locales, las cuales comúnmente son informales (es decir, que carecen de reconocimiento explícito en las leyes y en documentos políticos; Marín y Berkes, 2010). La funcionalidad de estas instituciones se restringe a establecer acuerdos para gestionar el agua que solo son válidos a nivel local, pero que en ocasiones crean vinculación con las instituciones formales (Teermer et al., 2010). Cada vez más se reconoce la importancia de los regímenes de gobernanza de abajo hacia arriba para una gestión adecuada del agua, aunque también han sido promovidos como alternativas para regular la interacción humana con el suelo, el bosque y la biodiversidad (Ostrom, 2011; Bray et al., 2012). Dado el reto de solventar las demandas de agua en calidad y cantidad actuales y futuras, se debe de profundizar en el análisis de estos regímenes de gobernanza y gestión del agua de abajo hacia arriba (Knipier et al., 2010). McGinnis y Ostrom (2014) proponen un marco de referencia para analizar la sustentabilidad, la cual resulta de las interacciones de los componentes (variables de 1° nivel) del *sistema del recurso*, de las *unidades del recurso*, de los *sistemas de gobernanza* y de los *usuarios*; y de

manera práctica su medición se hace a partir del desempeño ecológico y desempeño social (variables de 2° nivel; Figura. IV.1). De esta manera es posible transitar de un concepto abstracto a un análisis práctico que permite monitorear el progreso de políticas públicas o planes de manejo relacionados con el agua.

En México y particularmente en Oaxaca, se ha documentado la prevalencia de la propiedad común en el medio rural y semirural (ejidos y comunidades *sensu* Bray, 2013), donde suelen operar regímenes de gobernanza de abajo hacia arriba en la gestión del agua (Calderas, 2009; Guzmán-Puente, 2013). Estos regímenes de gobernanza y gestión del agua son denominados Comités de Usuarios del Agua (CAs) y son instituciones informales porque no se encuentran reconocidos en la Legislación de Aguas Nacionales vigente (Gumeta-Gómez et al, *sometido*). En la subcuenca del río Atoyac, los CAs no han sido documentados y se desconoce qué tanto promueven el manejo sustentable del recurso hídrico a nivel local, a través de estas instituciones. Dado los problemas ambientales que sufre las cuencas, el



**Figura IV.1.** Componentes o Variables de primer orden: Leyendas en inglés: *Unidades del recurso* (Resources Units), *Sistema del recurso* (Resource system), *Sistema de gobernanza* (Governance system) y *Usuarios* (Users). Así como sus *interacciones* (Interactions) y los *resultados* producidos (Outcomes) en los Sistemas Sociales-Ecológicos. Fuente: Ostrom (2009).

desabasto y la mala calidad del agua, entender cuáles son los factores que promueven la sustentabilidad del recurso hídrico podría ayudar a los tomadores de decisiones a adoptarlos y fortalecerlos, con lo cual se podría coadyuvar en una adecuada provisión en términos de buena calidad y cantidad a largo plazo, principalmente en zonas rurales y semiurbanas. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar la sustentabilidad del recurso hídrico, conforme el manejo que implementan siete CAs, mediante un análisis de su desempeño ecológico y social.

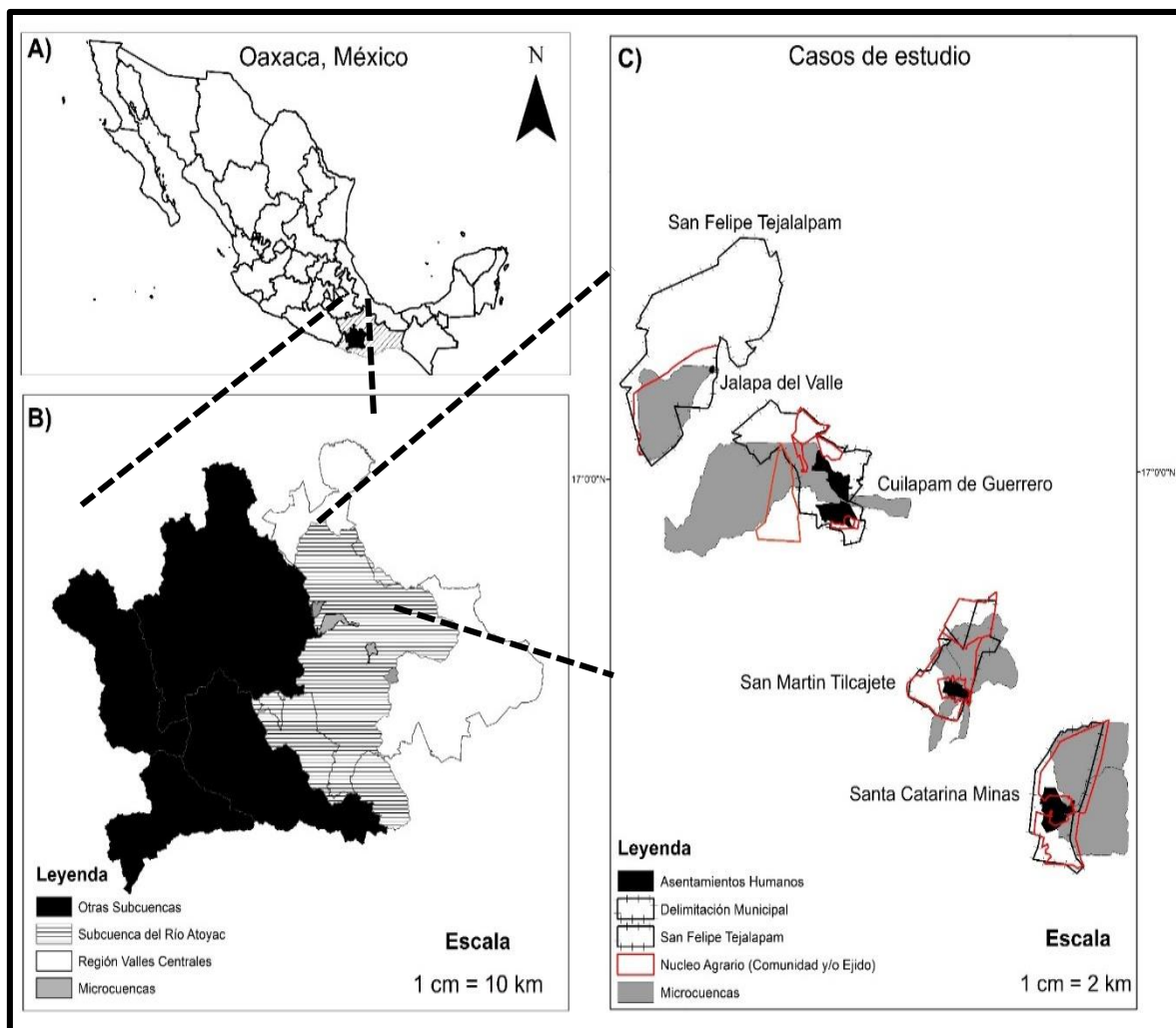
## **MÉTODO**

### **Sitio de estudio**

El área de estudio se encuentra en la subcuenca del río Atoyac, la cual en un 75.57% se encuentra en la región de los Valles Centrales del Estado de Oaxaca, México (Figura IV. 2a). En esta subcuenca se encuentra el “acuífero de Valles Centrales”, que es la principal fuente provisor de agua a un tercio de la población del estado (1,033,884 habitantes; INEGI, 2010), lo que genera una alta demanda del recurso. Esto, aunado a los procesos de deforestación y disminución de la recarga hídrica, hace que el acuífero sea catalogado como “subexplotado”; es decir, se prevé que próximamente la extracción superará la recarga hídrica natural (CONAGUA, 2011; INSO, 2014). De acuerdo al *Atlas de Riesgo de Agua* (Aqueduct Water Risk Atlas; WRI-Aqueduct, 2013) se trata de una región con extremadamente baja protección de las corrientes de agua y con riesgos, incertidumbre y conflictos en la regulación del recurso. En la subcuenca del río Atoyac se reconocen 285 microcuencas (unidades naturales de esorrentía a nivel local), que se encuentran dentro de los límites municipales de 143 municipios (los cuales, de acuerdo a la Ley de Aguas de 2004, se reconocen como las

unidades administrativas legalmente responsables de la gobernanza y gestión del agua a nivel local) y 212 núcleos agrarios (los cuales, de acuerdo a la Ley Agraria de 1992, son predios de propiedad común con derechos sobre la tierra, responsables del manejo forestal y de los usos del suelo (Bray, 2013) y, de acuerdo a la Ley de Aguas de 2004, tienen derechos sobre uso de agua para uso doméstico).

Esta investigación analizó siete CAs a manera de estudios de caso (Tabla IV. 1 y Figura IV. 2c). Los CAs se encuentran en cuatro municipios y se están ubicados en 6



**Figura IV.2.** a) Macrolocalización de la Cuenca del Río Verde-Atoyac, en el estado de Oaxaca, México. b) Subcuencas del río Verde-Atoyac, las subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez está representada por patrón rayado y las microcuencas donde se asientan los casos

microcuencas: cuatro CAs en la microcuenca del Río Valiente en Cuilápam de Guerrero (que en lo sucesivo se denominara como Cuilápam); 2) uno en la microcuenca del Río Verde y río Pecado en San Martín Tilcajete (que en lo sucesivo se denominara como Tilcajete); otro en la microcuenca del Río San Sebastián en Jalapa del Valle (que en lo sucesivo se denominara como Jalapa). Uno en la microcuenca de los Río Grande (que en lo sucesivo se denominara como Minas). El CA de Minas tiene la peculiaridad de realizar obras y cuidar la microcuenca en el río Chico, pero tomar su agua de un pozo ubicado cerca del cauce del río Grande, el cual se comparte río arriba con la comunidad San Miguel Tilquiapam.

Casos de estudio	Cuilápam	Jalapa	Tilcajete	Minas
Municipio	Cuilápam de Guerrero	San Felipe Tejalapam	San Martín Tilcajete	Santa Catarina Minas
Tenencia de la Tierra	Comunidad/ejido y propiedad privada	Ejido	Comunidad/ejido	Comunidad
Microcuencas	Río Valiente	Río San Sebastián	Río Verde y Río Pecado	Río Grande y Río Chico
Área de la microcuenca (ha)	6931	2516	2324	2723
CAs	4	1	1	1

**Tabla IV.1.** Características que integran a los casos de estudios seleccionados. En el caso de Cuilápam está conformado por ocho CAs ya que la población es muy grande y dispersa y fueron seleccionados cuatro de los ocho CAS para este estudio. En los casos de Tilcajete y Minas, los CAs están asentados y tienen influencia sobre dos microcuencas

Dichos casos de estudio se seleccionaron considerando: 1) factibilidad logística para efectuar el estudio, 2) extensión de la microcuenca que provee de agua a los CAs relativamente comparable (Tabla IV. 1) y 3) que presentaran régimen de gobernanza del agua para uso doméstico mediante CAs.

Se cumplió con la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (Mackay, 2004), al obtener consentimiento previo, libre e informado de los actores locales para realizar el estudio de autoridades: municipales, agrarias de bienes comunales o ejidales y de los CAs. A quienes se les explicaron los alcances del proyecto, las metodologías implementadas y los productos que se entregarían al término del estudio

### **Indicadores de Sustentabilidad**

Se integró una base de datos con 10 variables para cada CA: seis variables de desempeño ecológico (cobertura forestal en las respectivas microcuencas, reforestaciones, construcción de retenes de agua y de suelo, captación de agua de lluvias y baños secos) y cuatro de desempeño social (provisión de agua a los hogares, satisfacción de los usuarios, porcentaje de fugas y eficiencia económica para operación y mantenimiento del sistema del agua –ingresos vs. egresos). La información utilizada provino de distintas fuentes (Tabla IV.2), descritas y, en algunos casos, usadas en los capítulos previos.

### **Análisis de los indicadores de sustentabilidad**

Se graficaron por separado el grupo de variables de desempeño ecológico y las de desempeño social. A partir de las gráficas, se analizaron las diferencias en cuanto a las variables de tercer nivel utilizadas para evaluar el desempeño ecológico y social en cada caso estudiado; y se trataron de explicar conforme a información proveniente de los capítulos anteriores para cada uno de ellos. Esto último conforme a un grupo de variables independientes que la literatura reconoce como importantes o determinantes para el logro la sustentabilidad del agua, tales como: tenencia de la tierra y conflictos, participación de mujeres, liderazgos, rendición de cuentas y gobernanza de múltiple nivel.



**Tabla IV.2.** Variables de 2° nivel propuesto por McGinnis y Ostrom (2014) y su medición a partir de variables de 3° nivel propuestos en base a una revisión bibliográfica. Así como su aproximación metodológica y la fuente, que ayudan al análisis de sustentabilidad de los sistemas hidrológicos manejados por los Comités de Agua (CAs). \* si aplica

Variable	Métodos	Variables de 3er. nivel (capítulo*)	Justificación del indicador de sustentabilidad	Cuantificación del indicador
Desempeño ecológico	Cartografía participativa	Cobertura forestal (II)	Medida relacionada con la recarga hídrica (Lundin et al., 1997; Brujinzeel, 2004).	Se cuantifico el % de cobertura, respecto del área total de la microcuenca
	Cartografía/Observación participante	Reforestación (II)	Acciones de reforestación, construcciones de retenes de agua y suelo implementadas para la restauración y conservación de las microcuencas (EPA, 2014).	Se cuantifico en el número de acciones y se calculó el porcentaje relativo que resulta de dividir el máximo valor entre todos los valores
		Construcción de retenes de agua (II)		
		Construcción de retenes de suelo (II)		
	Entrevistas semiestructuradas e informales	Captación de agua de lluvia (II)	Es un indicador que estima la reducción en la presión sobre el servicio de agua (Woltersdorf, 2010).	Se cuantificó de acuerdo al porcentaje de usuarios que reportaron que realizan esta actividad.
		Descarga de agua residual	Indicador que es utilizado como medida del agua que sale del sistema y que está relacionada con contaminación cuando no es tratada.	Se midió a partir del número de vivienda que tiene drenaje/fosas sépticas/baños ecológicos por 100 entre el número total de viviendas (European Green City Index, 2009)
Tratamiento de aguas residuales		Agua residual tratada, respecto del agua residual producida.	Se determinó considerando los m3 de agua tratada X100/m3 de agua residual producida por la comunidad (Verstraete et al., 2009)	
Desempeño social		Provisión del agua	Indicador utilizado como medida de la eficiencia de provisión del agua.	porcentaje de viviendas que tienen acceso al agua potable con respecto al total de viviendas (Milman y Short, 2008; van Leeuwen y Chandy, 2013)
		Satisfacción de los usuarios	Indicador utilizado como medida indirecta de la eficiencia de la provisión del agua a partir de la percepción de los usuarios.	Porcentajes de usuarios que están satisfechos con la gestión del agua que realizan los CAs (Madrigal et al., 2011)
	Revisión documental/entrevistas informales	Fugas	Indicador directo de la eficiencia del sistema hidráulico de provisión de agua.	Porcentaje relativo a partir del número de fugas atendidas entre el número máximo de fugas reportadas (Milman y Short, 2008)
		Eficiencia económica	Indicador utilizado para medir la salud financiera de la administración de una institución productora.	Ingresos generados promedio *100/costos generados promedio, donde los resultados > 100 se dejan en 100% (González et al., 2012)

## RESULTADO

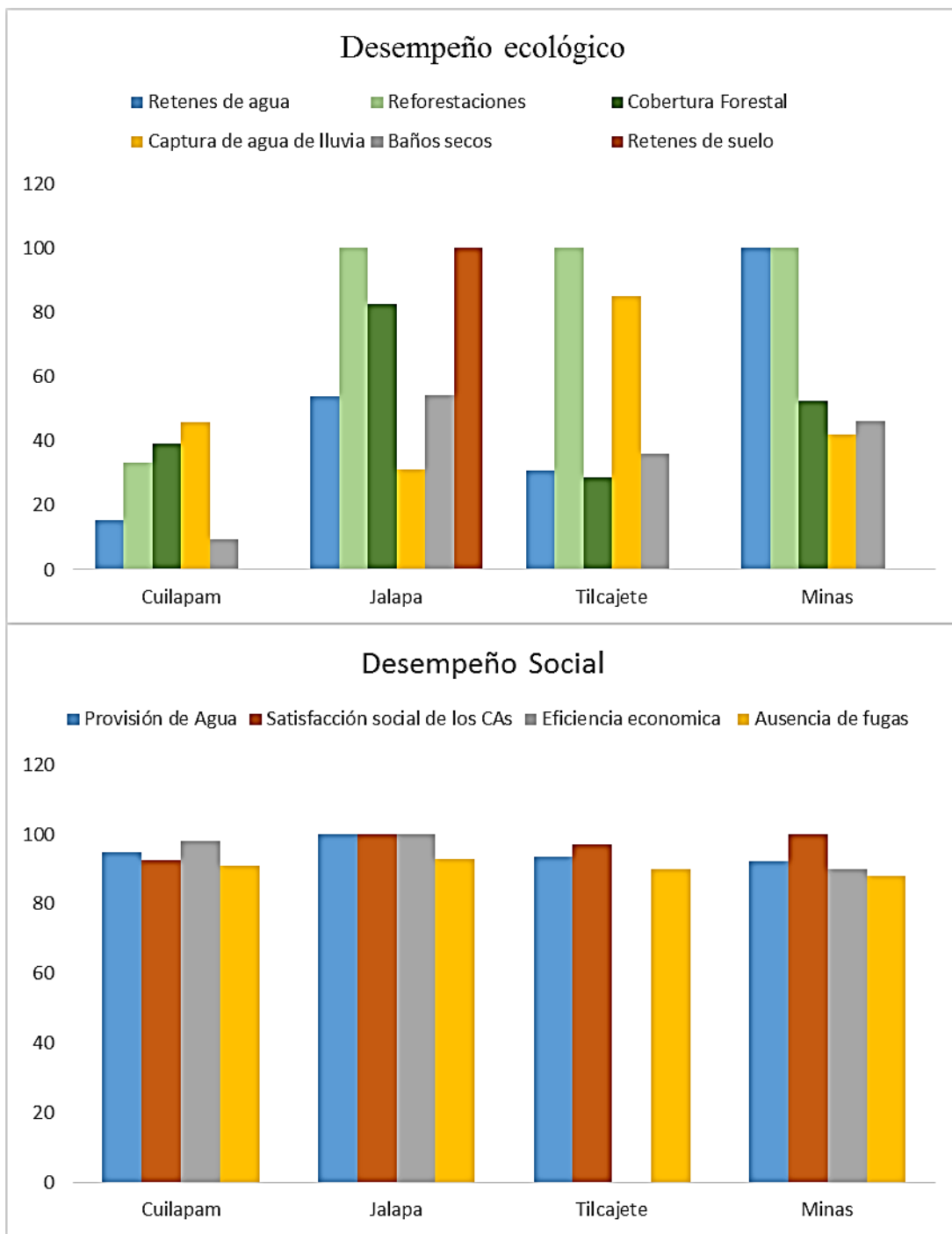
### Desempeño ecológico

Los CAs estudiados mostraron variabilidad en su desempeño ecológico (Figura IV. 3). En todos los casos estudiados, el porcentaje de drenaje y de tratamiento de aguas residuales fue nulo, pero Jalapa presentó la mayor cantidad de usuarios con baños secos (53.2%). También Jalapa presentó el mayor porcentaje de cobertura forestal (82.7% con respecto al área de la microcuenca) y de acciones de restauración como reforestación (100% representativo a reforestaciones anuales consecutivas) y retenes de suelo (100% representativo del mayor número de retenes de suelo, alrededor de 100). Minas fue la segunda comunidad con mayor cobertura en la microcuenca de río Chico (52.5%), con acciones de reforestación (100%), en usuarios con baños secos (46.3%). Asimismo, presentó la mayor cantidad de retenes de agua (100% respecto al número mayor, alrededor de 13 retenes). Cabe destacar que la microcuenca el río Grande, que provee de agua a Minas tuvo una cobertura forestal de 11.1%, siendo esta la cobertura más baja. En Tilcajete se registró el mayor número de usuarios que capturan agua de lluvia (85%) y que realizan acciones de restauración mediante reforestaciones (100%).

Cuilápam presentó una cobertura de (39.3%), bajos porcentajes en retenes de agua (15.4%), baja reforestación (39.3%) y bajo porcentaje de usuarios con baños secos (9.5%). En Jalapa fue la única microcuenca en donde predominó el bosque conservado, mientras que en el resto de las microcuencas la cobertura presentó condiciones prevalentemente secundarias o con algún grado de alteración (*sensu* Velázquez et al. 2003).

## **Desempeño social**

En el caso de las variables del desempeño social, todos los CAs presentaron porcentajes relativamente similares (Figura IV. 3). Sólo que no fue posible analizar la eficiencia económica para Tilcajete porque el municipio, quien administra el dinero que se recauda por parte del servicio de agua, no proporcionó información de costos y egresos. Con respecto a las fugas, todos presentaron un promedio de 10% en el sistema de agua, cabe destacar que por reglamentos de operatividad de los CAs, estas fugas son pronto atendidas y en promedio, máximo en 3 días, son reparadas.



**Figura IV.3.** Resultados de las variables de tercer nivel utilizadas para medir el desempeño ecológico y social en los CAs estudiados. En el caso de Tilcajete, para la variable de eficiencia económica los datos no fueron proporcionados por el municipio por lo que la variable presenta un valor cero.

## DISCUSIÓN

### Desempeño ecológico

A pesar de la gran variedad de indicadores utilizados para medir la sustentabilidad del sistema del agua para uso doméstico, aún hay confusión en que variables son idóneas para tal fin (van Leeuwen y Chandy, 2013). McGinnis y Ostrom (2014) hacen una propuesta de medir el desempeño ecológico y social como base para analizar la sustentabilidad, pero dejan abierta la posibilidad de incluir variables según el caso específico que se analice. En el caso de los CAs estudiados, se incorporó la cobertura forestal y las acciones para asegurar recarga hídrica (reforestaciones y la construcción de retenes de agua y suelo), que rara vez son considerados (Bruijnzeel, 2004, MCPFE, 2009; Tabla IV. 2). Gumeta-Gómez et al. (*sometido*) comparó diferentes regímenes de gobernanza y gestión del agua ciudadanos en Costa Rica, Honduras y México (CAs) utilizando como variables a las acciones para asegurar recarga hídrica como reforestación y construcción de retenes del agua, encontrando que puede ser útil comparar los regímenes de gobernanza mediante estas variables. El uso de estos indicadores de sustentabilidad podría aplicarse a otros casos porque consideran de manera más integral la dinámica del agua en las microcuencas.

Los CAs estudiados mostraron gran variabilidad en el desempeño ecológico, lo cual es resultado de los procesos históricos que cada comunidad ha experimentado (Meffe et al., 2002). Las diferencias en la cobertura forestal y acciones de restauración (reforestaciones, construcción de retenes de agua y de suelo) entre los CAs, estuvieron asociadas principalmente a la seguridad en la tenencia de la tierra y conflictos y a la gobernanza de múltiple nivel (interacción entre el *sistema del recurso (microcuenca)* y los *sistemas de gobernanza (CAs)*). Implementar acciones para conservar o recuperar la cobertura forestal

de las microcuencas en Cuilápam y en la del río Grande de Minas, se dificulta al ser una microcuenca compartida. Cuando un recurso natural, como el agua, no tiene límite o fronteras, es importante hacer el manejo a nivel de las cuencas o cualquiera de sus subniveles como subcuencas y microcuencas. El caso de los ríos Valiente (Cuilápam) y Grande (Minas), es que el área de las cuencas se comparte con otras comunidades y los CAs están la parte baja. Lo complejo es que en estos casos, las comunidades de la parte baja de la microcuenca no mantienen buena interacción con las comunidades en la parte alta y tampoco comparten intereses o necesidades. Las cuencas compartidas implican mayores retos para asegurar la conservación de los recursos naturales ya que es necesario la negociación, coordinación y la toma de decisiones concertadas entre todas las comunidades o actores involucrados (Chen, 2008), mismas que suceden a diferentes escalas de las cuencas. Al estar la microcuenca compartida, los dueños de la parte alta tienen mayor control del recurso y de la cobertura de los bosques. Esto da ventaja a una comunidad, por ejemplo en una microcuenca de Jalisco, donde los ejidatarios y los comités de agua en la parte alta de la microcuenca toman decisiones con respecto a los usos y cantidades de uso del agua, limitando las cantidades de flujo que llegan a la parte baja. En contraste, Minas en la microcuenca del río Grande y Cuilápam, están siendo afectados por las comunidades de la parte alta, que están disponiendo de los bosques que ayudan a mantener una adecuada recarga hídrica y calidad del agua. Particularmente en Minas también están afectando la calidad del agua ya que se tienen indicios de contaminación por causa de vertimientos de agua residuales al río Grande. Asimismo, se puede apreciar una gran diferencia entre la baja cobertura forestal de la microcuenca del río Grande de Minas que es compartida con otra comunidad en la parte alta, con una mayor cobertura forestal de la microcuenca del río Chico de Minas que no es compartida. Así como,

el caso de Jalapa del Valle donde la microcuenca no se comparte con ninguna comunidad y ha permitido conservar los bosques e implementar acciones de restauración.

Sin embargo, existen otros factores que han limitado los esfuerzos de conservación de la cobertura forestal, e implementación de acciones de restauración mediante reforestaciones y construcción de retenes de agua y suelo. La tenencia de la tierra es otro factor o variables que está intrínsecamente relacionada con el desempeño ecológico por que determina la conservación o el deterioro de los recursos naturales como el bosque (Morales et al., 2010). En el caso de Cuilápam se tiene el caso de conflictos por tenencia de la tierra entre las comunidades que comparten una misma microcuenca, la cual exacerba las dificultades de negociación para la conservación del agua y de los bosques (Merino-Pérez, 20049. Estos conflictos resultan de una interacción entre los *usuarios*, el *sistema del recurso* y las *configuraciones políticas, sociales y económicas* en las que se encuentran inmersas las comunidades, principalmente (McGinnis y Ostrom, 2014). Este conflicto, ha ocasionado actividades de auto-organización en asambleas de usuarios y con las autoridades municipales y agrarias. Recientemente (últimos dos años), en Cuilápam se han involucrados los CAs con los usuarios en la disputa legal, como una forma de darle mayor apoyo y soporte a la lucha social que están llevando a cabo los comuneros. Incluso los CAs han incorporado como partes de sus reglas de sanciones el hecho de que en caso de no asistir a las “idas al cerro” (recorridos en la parte alta de la microcuenca que los usuarios del agua y los CAs realizan como parte de hacer presión y presencia ante la otra comunidad), es motivo de sanción monetaria alta (alrededor de \$500 pesos). Las presiones han sido dirigidas a las autoridades municipales para que intervengan en la resolución del conflicto agrario, sin embargo el conflicto aún se mantiene y no se han vislumbrado posibles vías de solución. Las principales causas para la

búsqueda de una solución del conflicto que se han discutido en la arena de las asambleas del agua en Cuilápam, es que en la parte alta se encuentra toda la cobertura forestal de la microcuenca y es donde el río Valiente nace. La deforestación de las partes altas de la microcuenca del río Valiente podría traer consigo la disminución del caudal del río o afectar la calidad del agua.

En el caso de Tilcajete, el conflicto por tenencia de la tierra, es una lucha que se mantiene solamente entre los ejidatarios, que a pesar de las afectaciones generalizadas que provocaría el basurero (como la contaminación de las fuentes de agua de la comunidad), aún continúan sin involucrarse el resto de la comunidad y el CAs. Cabe destacar que de manera externa, los ejidatarios se han auto-organizado con otras comunidades que se encuentra en la parte media y baja de la microcuenca, las cuales también serían afectadas, en un movimiento denominado Frente Ciudadano por el Cuidado y Defensa del Agua. La principal preocupación de dicho Frente Ciudadano son los lixiviados y otros contaminantes que pueda producir el basurero, que afecte a sus principales fuentes de agua de las comunidades. Asimismo, dicho Frente Ciudadano pretende derogar la veda del acuífero de Valles Centrales, con al argumento de que son excesivos los cobros que hace CONAGUA por las concesiones del agua a los campesino y CONAGUA no realiza acciones de restauración para recuperar el acuífero y los niveles freáticos del agua.

Sin embargo, el tener la seguridad de la tenencia de la tierra de la microcuenca que abastece a las CAs de agua, no resulta ser el único requisito para mantener una buena cobertura y enfocar acciones de restauración como reforestaciones y construcción de retenes de agua y suelo. Ya que en el caso de la microcuenca del río Verde y Pecado de Tilcajete, la



que se encuentra dentro de los límites poligonales del municipio y del núcleo agrario, la cobertura forestal y las acciones de restauración son bajas, comparado con Jalapa y la microcuenca del río Chico de Minas. Más bien, las diferencias se deben a los grados de manejo coordinado de la microcuenca por parte de sus propietarios. Cuando hay un solo propietario es más fácil el manejo de los recursos de la microcuenca y estos resultan mejor cuando además existe una coordinación con las iniciativas que emprenden los CAs, lo cual se nombra como gobernanza de múltiple nivel. Se ha considerado que cuando existe una coordinación y buenas relaciones entre todas las instituciones locales formales e informales y externas como la gubernamentales y no gubernamentales, se pueden lograr mayores impactos positivos sobre los objetivos de conservación (Durán et al., 2012). En Jalapa y Minas, las instituciones locales como: las autoridades agrarias como Comisariado Ejidal (Jalapa) y Comisariado de Bienes Comunales (Minas) se coordinan con el Municipio, con otros comités informales como los de flora y fauna (Jalapa), los CAs y la comunidad en general para la implementación de acciones de restauración en la microcuenca y para la conservación de los bosques. Estas acciones son gestionadas con instituciones gubernamentales como CONAGUA (en el caso de los retenes de agua) y CONAFOR (en el caso de los retenes de suelo y las reforestaciones) para su implementación. Caso contrario se documentó en Jalapa, que aunque existen esfuerzos de acciones de reforestación en la microcuenca del río Verde, principalmente, por parte del Municipio y de una organización no gubernamental de Rodolfo Morales, no se ha logrado un impacto tangible en la cobertura o en la restauración de la microcuenca. Esta situación se debe a la falta de coordinación entre las instituciones locales informales como los CAs y los comités de Ecología, incendios forestales, reforestaciones realizadas exclusivamente de copal (*Bursera* sp.) que su principal

objetivo es para la económica local (es una comunidad que utiliza como insumo el copal para la producción de alebrijes). La falta de coordinación con instituciones gubernamentales como CONAGUA y CONAFOR ha limitado el financiamiento para la construcción de retenes de agua, o de reforestaciones con otras especies nativas. Asimismo, estas interacciones con otras instituciones ha permitido la construcción de baños secos como alternativas sustentables para solucionar los problemas de falta de drenajes. Jalapa y Minas presentaron el mayor porcentaje de baños secos (54% y 45%) y menor medida Jalapa (54%). Cuilápam fue el caso con menor cantidad de baños secos construidos (9.5%). Probablemente estas diferencias tengan relación con el hecho de que las instituciones gubernamentales canalizan estos a apoyos sociales de construcción de baños secos mayoritariamente a comunidades rurales y dado que Cuilápam es la única comunidad semiurbana, no ha tenido acceso a estos apoyos.

El incremento constante de la demanda del agua para proveer a las poblaciones rurales y urbanas ha dejado un aumento de la escasez del agua en muchas partes del mundo (van Leeuwen y Chandy, 2013). Esta escasez, en los casos estudiados, es solventada por algunos usuarios mediante la captación de agua de lluvias (Figura IV.2). En ese sentido, aunque no se reporta escasez en ninguna de los casos estudiados, en el caso particular de Tilcajete, los usuarios reportaron el mayor porcentaje de usuarios que capturan agua de lluvia como otra fuente de agua (85%). Este gran porcentaje de usuarios que capturan agua de lluvia, puede deberse a que en Tilcajete la demanda del agua es mayor debido a su principal actividades de producción de alebrijes y dado que la frecuencia del agua es cada tres días, la necesidad de agua es mucho mayor que el resto de los casos estudiados.

## **Desempeño social**

En muchas partes del mundo, existen una tendencia de desabasto de agua principalmente en países subdesarrollados y emergentes (WHO-UNICEF, 2013). En los casos estudiados en esta tesis, se muestran altos niveles de provisión de agua a los hogares (92%-100%), lo cual resulta contrario a lo reportado por instituciones nacionales para las comunidades rurales o semiurbanas (77% media nacional). Estos porcentajes altos de provisión de agua a los hogares, son similares a los casos de regímenes de gobernanza y gestión ciudadanos en Costa Rica y Honduras (80-100%; Gumeta-Gómez et al., *sometido*; Madrigal, et al., 2011). Particularmente, llama la atención de los datos reportados por INEGI en el censo de Población y Vivienda del 2010, en donde los porcentajes de provisión del agua potable son inferiores a los reportados por esta investigación (39-85%; Tabla IV. 3). Probablemente estas diferencias en los porcentajes se debe a: 1) en el caso de Cuilápam, el número de viviendas y de viviendas con agua potable son contabilizados de manera general para todo el asentamiento humano, el cual considera varias colonias y asentamientos de recién surgimiento que carecen de servicio de agua y no se realizó la separación de los datos a nivel de barrios. Para el caso de este estudio, los datos de provisión corresponden específicamente a cuatro barrios (Barrio San Juan; Primera, segunda y tercer sección; Barrio San Sebastián y Barrio de Rancho Quemado), que componente el asentamiento humano de Cuilápam y los cuales ya tienen aproximadamente cinco décadas de existir, por lo que los datos son más específicos; 2) otra situación que puede explicar esta diferencia en los porcentajes de provisión, es que en Cuilápam los usuarios de deben de ganar el derecho a una toma particular de agua. En ese sentido, muchos de los usuarios tienen que realizar una antigüedad que va de 5 a 10 años de estar cumpliendo para tener una toma de agua propia,

por lo que reciben agua de un vecino antes de tener su propia toma. Ante una encuesta resulta común que las personas que no tienen toma propia reporten no tener acceso al agua potable de manera directa; 3) al sesgo propio de la realización de las encuestas hogar por hogar de los encuestadores del INEGI. Por otra parte cabe destacar, que todos los casos estudiados muestran un porcentaje de provisión de agua potable por arriba de la media nacional (77%) para las zonas rurales (Torregrosa, 2013). Uno de los problemas que se vislumbran ante este desfase de los datos de provisión de agua potable es que los tomadores de decisiones, generalmente se basan en instituciones gubernamentales para la obtención de estas variables. Esta situación puede limitar estrategias de manejo, al considerar que cerca del 50% de las viviendas no tienen agua, esto se vuelve una prioridad en las agendas, en vez de enfocar los recursos a resolver los problemas de drenaje o disposición de aguas residuales.

**Tabla IV.3.** Comparación de los porcentajes de provisión del agua potable en las viviendas entre los datos obtenidos por esta investigación, los datos reportados por INEGI en el Censo de Población y Vivienda del 2010 y la Media Nacional.

<b>Caso</b>	<b>Cuilápam</b>	<b>Jalapa</b>	<b>Tilcajete</b>	<b>Minas</b>
<b>Provisión de agua a viviendas</b>	95%	100%	93.6%	92.3%
<b>Provisión de agua a viviendas (INEGI, 2010)</b>	39%	85%	52%	71%
<b>Media Nacional (Torregrosa, 2013)</b>	95% urbano y 77% rural			

Con respecto a la satisfacción social de los CAs, en todos los casos se muestra un alto porcentaje de satisfacción (>92%) con el manejo que han realizado estas instituciones del agua en cada comunidad (Figura IV. 2), los cuales están por arriba de lo reportado por Madrigal et al. (2011), quien reporta porcentajes de satisfacción por arriba del 80% para regímenes de gobernanza y gestión local del agua ciudadano con el mayor desempeño. En el caso del porcentaje de fugas (aunque para fines prácticos de visualización se presenta como

la ausencia de fugas), los casos estudiados presentan fugas menores al 12%, los cuales están muy por debajo de la media nacional (44%). Su eficiencia en la atención de fugas, se debe principalmente a que estas son reportadas a tiempo y gracias a la existencia de una alta responsabilidad de los usuarios que reportan fugas de agua oportunamente.

En la variable donde se presentó las mayores diferencia entre Tilcajete con el resto de los casos estudiados (Cuilápam, Jalapa y Minas), fue la eficiencia económica. Mientras que para Jalapa, Cuilápam y Minas se presentaron altos porcentajes de eficiencia económica (>90%), para Tilcajete no se obtuvo el dato. Madrigal et al. (2011) para el caso de los regímenes de gobernanza del agua ciudadanos de Costa Rica, encuentra que los casos con mayor desempeño presentaron altos porcentajes de salud financiera (aproximadamente 70%). El hecho de no obtener datos de Tilcajete, son un indicativo de la falta de rendición de cuentas que se presentó en este caso. Inclusive esto se refleja en un porcentaje menor de la percepción de usuarios sobre la rendición de cuentas de Tilcajete (79%) con respecto a Cuilápam, Jalapa y Minas que es >90%. La menor percepción de la rendición de cuentas se debe principalmente a la inclusión del municipio en el manejo de los recursos económicos que se generan por los pagos de los usuarios por el servicio del agua. González et al. (2012) reporta el análisis de tres comunidades en la subcuenca del río Atoyac, en donde el agua para uso doméstico es gobernado y gestionado por los municipios y sus respectivos organismos operadores, encontrando eficiencias económicas menores <65%, siendo Ocotlán de Morelos (comunidad próxima a Tilcajete y Minas) el que menor porcentaje presento (30%). Lo cual podría explicar la falta de transparencia del Municipio de Tilcajete y baja porcentajes en la percepción de los usuarios con respecto a la rendición de cuentas.

En general, se aprecia en los casos estudiados de régimen de gobernanza y gestión del agua para uso doméstico mediante CAs, un alto desempeño social en cuanto a la provisión de agua, en la ausencia de fugas, la satisfacción social y la eficiencia económica (exceptuando a Tilcajete en esta variable). Su alto desempeño social, podría estar asociado a sus reglas operacionales de sanciones y monitores mutuos, así como al capital social que existe en cada CAs. En todos los casos, se visualizó alta apropiación y nivel de dedicación por parte de los usuarios y los usuarios que ocupan cargos en los CAs para cumplir con lo que ellos denominan “cargos”. Los niveles altos de apropiación y dedicación aunque no fue medido en esta tesis, se reportado por Madrigal et al. (2011) como un factor determinante para que se tenga un buen desempeño social. Asimismo, se ha relacionado que el hecho de rendir cuentas ante todos los usuarios a través de la asamblea, permite detectar desvíos de fondos y actos de corrupción y remover o sancionar a los usuarios del sistema (Madrigal et al., 2011).

El establecimiento de reglas de sanciones y monitoreo mutuo ha sido considerado como dos principios de diseño característicos de las instituciones de larga duración (Ostrom, 1990). Aunque en los casos estudiados, el único que presentan sanciones graduadas de acuerdo a la infracción y monitoreo mutuo fue Cuilápam, sin embargo aunque estas características no pudieron ser detectadas en el resto de los casos, posiblemente otros factores puedan explicar el alto desempeño social de los CAs estudiados. Madrigal et al. (2011), considera que otros factores están fuertemente relacionados al capital social de las instituciones de gobernanza ciudadana del agua para uso doméstico. En ese sentido, se apreció una diferencia en la participación en asamblea, tequios y de la mujer en cargos del CAs, entre los casos estudiados (Capítulo III). Pero estas diferencias no resultaron determinantes en las variables de desempeño social, para los casos estudiados. Estos

probablemente esté relacionado a un liderazgo importantes por parte de los CAs que tienen más problemas de participación como Minas y Tilcajete, donde la participación en asambleas fue <55%, a tequios <34% y participación de la mujer 23% en Minas y 0% en Tilcajete. Ya que en estos casos, la junta directiva tiene mayores responsabilidades y mayores trabajos para sacar adelante el sistema del agua y hasta ahora lo han logrado. El problema de esta baja participación a favor de la comunidad, es que ante una situación de la desaparición de los líderes, puede colapsar o bajar su desempeño social. La dependencia de líderes en las instituciones de gobernanza del agua para uso doméstico ha sido documentadas por Madrigal et al. (2011), quien considera perjudicial dicha dependencia a largo plazo. Cabe destacar que aun la participación de la mujer en cargos del CAs no marco diferencia en el desempeño social de los CAs, esta debe de ser incluida dentro de los CAs ya que la participación de la mujer ha sido documentado como primordial para mejorar la eficiencia en el sistema del agua para el uso doméstico y tiene un impacto positivo en el desempeño social (van Wijk-Sijbesma, 2001; Propoky, 2004), puesto que al final la que mayormente es afectada por la escasez del agua, es la mujer por el role que juegan de amas de casas. Por ello, es importante incentivar la participación de la mujer en cargos de los CAs, para mejorar su desempeño social.

### **Potencial de los CAs para lograr la sustentabilidad del agua**

Como se pudo apreciar en los resultados de desempeño ecológico y social, existe un gran variedad de factores que afecta o determinan un buen desempeño de lo CAs estudiados. Por ello, tratar de explicar el potencial que tiene los CAs para lograr la sustentabilidad con una visión reduccionista mediante una relación matemática de la sustentabilidad explicada a partir de las variables de desempeño ecológico y social utilizadas en este estudio, puede

originar aproximaciones estrechas de tal complejidad. Además de que las variables de desempeño ecológico y social utilizadas para evaluar a los CAs en este estudio, puede resultar insuficiente. Sin embargo, si nos da un indicativo del potencial que tiene los CAs para lograr la sustentabilidad de los recursos hídrico a nivel local. Ya que en todos los casos ya se discute en las arenas de las asambleas y de las juntas directivas de los CAs, el hecho de los problemas en las partes altas de las microcuenca que los abastece de agua puede afectar la calidad y cantidad de agua que les llega a su comunidad y a sus hogares. En los casos del CAs de Jalapa y Minas ya se están realizando acciones para conservar y restaurar las microcuencas y en Cuilápam y Minas la falta de acciones ha sido asociada principalmente a problemas de seguridad sobre la tenencia de la tierra y conflictos, así como a una falta de estrategias de gobernanza de múltiple nivel.

En todos los casos estudiados, se aprecia una alta tasa de descuento (la cual se define como la cantidad que están dispuestos a sacrificar los usuarios actualmente con tal de asegurar la permanencia del recurso en el futuro; Ostrom, 1990) de las cantidades de agua racionalizadas, ya que los usuarios y los CAs han establecido un sistema de regulación del agua mediante una distribución controlada (Caso de Jalapa, Minas y Tilcajete) y mediante cobros diferenciados de acuerdo a los gastos a través de medidores (algunos CAs de Cuilápam). Estas tasas de descuento está asociada a que en las asambleas se discute el hecho de regular el agua (aunque haya suficiente para todos y para proveerla diario y a todas horas), e inclusive de regular el número de tomas de agua (Caso Cuilápam), para asegurar que los hijos en un futuro cuenten con el recurso. Ostrom (1990), reporta altas tasas de descuento en las instituciones de larga duración y discute esta disponibilidad de tener menos recursos ahora para asegurar el recurso a futuro, ayuda a lograr la sustentabilidad del recurso.



Cabe destacar que ante un escenario donde no existen los CAs y los municipio (que de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales son los responsables de proveer de agua a los usuarios) se hagan cargo de la gobernanza y gestión del agua en las casos estudiados; se repetirían los escenarios de bajo desempeño social (eficiencia económica por debajo del 60%; fugas por arriba del 30%, provisión de agua por debajo de 70%) y de bajo desempeño ecológico (bajas cobertura forestales por debajo del 30% y pocas o nulas actividades de restauración de la microcuenca), los cuales se han reportado en otras comunidades de la subcuenca como Ocotlán de Morelos, Tlalixtac de Cabrera y Zimatlan de Álvarez (González et al. 2012) y en la ciudad de Oaxaca y área conurbana (INSO, 2014). Por lo que su papel es relevante para lograr la provisión y lograr la sustentabilidad del recurso hídrico al menos a escala local.

## **CONCLUSIONES**

Los CA presentaron variación en su desempeño ecológico, la cual estuvo asociado principalmente a la incompatibilidad de los polígonos agrarios o municipal con los límites de las microcuencas, lo cual al final determina la gobernanza de la microcuenca. Asimismo, los problemas de conflictos agrarios y con el gobierno en los casos de Cuilápam y Tilcajete determinaron una menor cobertura forestal y por tanto menor desempeño ecológico.

Todos los CAs presentaron porcentajes similares de las variables de desempeño social, exceptuando el caso de Tilcajete que en la eficiencia económica no se obtuvieron datos. Esta falta de datos en el caso de Tilcajete está asociado a los mecanismos de rendición de cuentas en la comunidad que no obligan al municipio (que para este caso es quien maneja el dinero que se recauda del pago de los usuarios por el servicio del agua), a rendir cuentas.

En el resto de las variables de desempeño social, todas estuvieron por encima de la media nacional y estos altos niveles en el desempeño social están asociados a las reglas de operación que determinan las sanciones y monitoreo y al capital social.

Los CAs estudiados tienen potencial para lograr la sustentabilidad del recurso hídrico, al proveer un adecuado servicio de agua y de al menos con las medidas que están a su alcance una responsable disposición del agua residual, al promover alternativas como los baños secos. Todos los CAs se enfrentan a situaciones de incertidumbre por los problemas sociales como conflictos agrarios y con el gobierno estatal, por situaciones ambientales como el cambio climático y por situaciones legales por la falta de reconocimiento o de Figura legal. Sin embargo, este estudio probó que los CAs presentan potencial para lograr la sustentabilidad del recurso hídrico. De incentivar su empoderamiento y capacitación; podría coadyuvar a resolver los problemas de escases del agua y los problemas ambientales de contaminación y subexplotación del acuífero de Valles Centrales, así como de cualquier otro acuífero sobreexplotados. Este estudio ayuda argumentar a favor de las instituciones de gobernanza y gestión del agua ciudadana, que tienen el potencial de lograr esquemas de manejo del recurso sustentables, es decir, socialmente justos, económicamente viables y ecológicamente responsables, al igual que Ostrom (1990) argumenta para las instituciones de larga duración. Se recomienda que estos regímenes de gobernanza y gestión local del agua para uso doméstico, deberían ser incorporados en la legislación de aguas nacionales, tal como ocurre con las Asadas y las Juntas del Agua (Gumeta-Gómez et al. *sometido*) de tal manera que se prevean mecanismos de capacitación y de financiamiento que ayude a potenciar sus alcances.

## REFERENCIAS

- Bray, B. D., 2013. When the State supplies the Commons: Origins, Changes, and Design of Mexico's Common Property Regime. *Journal of Latin American Geography*, Volumen 12, pp. 33-55.
- Bray, D., Durán, E. & Molina, O. A., 2012. Beyond harvests in the commons: Multi-scale Governance, Turbulence, and Indigenous/Community Conserved Areas in Oaxaca, Mexico. *International Journal for the Study of Commons*, 6(2), p. 151-178.
- Bruijnzeel, L. A., 2004. Hydrological functions of tropical forest: Not seeing the soil the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 104, pp. 185-228.
- Caldera, O. A. R., 2009. *Gobernanza y sustentabilidad: Desarrollo institucional y procesos políticos en torno al agua subterránea en México. Los casos del Valle de León y del Valle de Aguascalientes*. México: Tesis Doctoral. FLACSO.
- Castro, J. E., Kloster, K. & 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: *El Agua en México vista desde la Academia*. México, D.F: Academia Mexicana de Ciencias, pp. 339-369.
- Chen, S., 2008. From community-based Management to Transboundary Watershed Governance. *Development*, Volumen 51, pp. 83-88.

CONAGUA, 2011. Agenda del agua 2030, México, D. F.: Comisión Nacional del Agua.  
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Durán, E., Robson, J., Briones, M., Berkes, F., & Bray, D., 2012. Wildlife Conservation on  
Community Conserved Lands: Experiences from Oaxaca, southern Mexico. En:  
IUCN, ed. Protected Landscapes and Wild Biodiversity Values. Switzerland.

Dwinell, A. & Olivera, M., 2014. The water is ours Damn it! Water communing in Bolivia.  
Community Development Journal, 49(1), pp. 44-52.

European green city index, 2009. Assessing the Environmental Impact of Europe's Major  
Cities, München, Germany. A Research Project Conducted by the Economist  
Intelligence Unit, Siemens.

EPA, 2014. MOVING TOWARD SUSTAINABILITY: Sustainable and Effective Practices  
for Creating Your Water Utility Roadmap, USA: United State Environmental  
Protection.

Gain, A. K. & Schwab, M., 2012. An assessment of water governance trends: the case of  
Bangladesh. Water Policy, pp. 821-840.

Gleik, P. H., 1993. Water in crisis, A Guide to the World's Fresh Water Resources. New  
York. U.S.A.: Oxford University Press.

González, V. F. J., Bensusan, N. R., Estrada, D. C. & Rocha, D. G., 2012. Diagnóstico de los  
servicios de agua y saneamiento en tres municipios representativos del estado de  
Oaxaca. XXII Congreso Nacional de Hidráulica, Acapulco, Guerrero.

- Gourbesville, P., 2008. Challenges for integrated water resources management. *Physics and Chemistry of the Earth*, Volume 33, p. 284–289.
- Gumeta-Gómez, F., Durán, M. E. & Bray, D. B., Sometido. Multilevel governance for local management of drinking water in Latin America: Case studies of Costa Rica, Honduras and Mexico. *Acta Universitaria*.
- Guzmán-Puente, M. A. A., 2013. La gestión participativa del agua en México (2002-2012): El caso de San Agustín Amatlipac (Morelos). *Agua y Territorio*, Issue 2, pp. 93-106.
- INEGI, 2010. Censo Poblacional y de Vivienda 2010. México, D. F.: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INSO, 2014. Un plan común para un bien común. Hacia una estrategia articulada de esfuerzos en pro del agua en la cuenca del río Verde-Atoyac, Oaxaca. México: Instituto de la Naturaleza y Sociedad de Oaxaca.
- Knipier, C., Holtz, G., Karstens, B. & Pahl-Wostl, C., 2010. Analyzing water governance in heterogeneous case studies-Experiences with a database approach. *Environmental Science and Policy*, Issue 7, pp. 592-603.
- Lundin, M., Molander, M. & Morrison, G., 1977. Indicators for the Development of Sustainable Water and Wastewater Systems. Manchester, Sustainable Development Research Conference.

- Mackay, F., 2004. El derecho de los pueblos indígenas al Consentimiento libre, previo e informado y la revisión de las industrias extractivas del Banco Mundial. Forest People Program, p. 17.
- Madrigal, R., Alpízar, F. & Schlüter, A., 2011. Determinants of performance of community-based drinking water organizations. *World Development*.
- Marín, A. & Berkes, F., 2010. Network approach for understanding small-scale fisheries governance: The case of the Chilean coastal co-management system. *Marine Policy*, Volume 34, pp. 851-858.
- McGinnis, M. D. & Ostrom, E., 2014. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*. 19(2), p. 30.
- MCPFE, 2009. Sustainable Forest Management and Influences on Water Resources – Coordinating Policies on Forests and Water, Antalya, Turkey: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.
- Meffe, G. K., Nielsen, L. A., Knight, R. L. & Schenborn, D. A., 2002. *Ecosystem Management. Adaptive, Community-Based Conservation*. Washington, Covelo y London.: Island Press.
- Merino-Perez, L., 2004. Conservación o Deterioro. El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en los usos de los bosques en México. México, D. F.: Editorial del Deporte Mexicano.

- Milman, A. & Short, A., 2008. Incorporating resilience into sustainability indicators: An example for the urban water sector. *Global Environmental Change*, Volumen 18, p. 758–767.
- Morales, M., Naughton-Treves, L. & Suárez, L., 2010. Seguridad en la tenencia de la tierra e incentivos para la conservación de bosques. Quito-Ecuador: ECOLEX.
- ONU, 2014. La escasez del agua. [En línea] Available at: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml> [Último acceso: 16 04 2015].
- Ostrom, E., 1990. *Governing the commons: the evolution of institution for collective action*. 2da. Edición ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ostrom, E., 2008. Institutions and the environment. *Economic Affairs*, 28(3), pp. 24-31.
- Ostrom, E., 2009. A general framework for analyzing sustainability in socioecological systems. *Science*, Volumen 325, pp. 419-422.
- Ostrom, E., 2011. *El gobierno de los bienes comunes. Evolución de las instituciones de acción colectiva*. 2da Edición ed. México: FCE UNAM IIS.
- Pahl-Wostl, C., 2007. Transition towards adaptive management of water facing climate and global change. *Water Resources Management*, 21(1), pp. 49-62.
- Propoky, L. S., 2005. The relationship between participation and project outcomes: Evidence from rural water supply projects in India. *World Development*, 33(11), pp. 1801-1819.

- Pulwarty, R. S., Jacobs, K. L. & Dole, R. M., 2005. The hardest working river: drought and critical water problems in the Colorado River Basin. En: D. A. White, ed. Drought and Water Crises: Science, Technology, and Management Issues. Boca Raton: CRC Press.
- Rosegrant, M. W., Cai, X. & Cline, S. A., 2002. World water and food to 2025: Dealing with scarcity. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Schoonover, J. E., Lockaby, B. G. & Helms, B. S., 2006. Impacts of land cover on stream hidrology in the West Georgia Piedmont, USA. *Journal of Environmental Quality*, Issue 35, pp. 2123-2131.
- Termeer, C. J., Dewulf, A. & Lieshout, M. v., 2010. Disentangling Scale Approaches in Governance Research: Comparing Monocentric, Multilevel, and Adaptive Governance. *Ecology and Society*, 15(4), p. 29.
- Torregrosa, M. L., 2013. El Agua en México. *Conversus*, Issue 104.
- van Leeuwen, C. J. & Chandy, P. C., 2013. The city blueprint: experiences with the implementation of 24 indicators to assess the sustainability of the urban water cycle. *Water Science & Technology: Water Supply*, 13(1), pp. 769-781.
- van Wijk-Sijbesma, C., 2011. The best of two world? Methodology for participatory assessment of community water services, Delft, The Netherlands: IRC International Water and Sanitation Centre.



Verstraete, W., Van de Caveye, P. & Diamantis, V., 2009. Maximum use of resources in domestic 'used water'. *Resource Technol.*, Volume 100, p. 5537–5545.

WHO-UNICEF, 2014. Estimates on the use of water sources and sanitation facilities. Mexico. [En línea] Available at: [http://www.wssinfo.org/documents/?tx\\_displaycontroller\[type\]=country\\_files](http://www.wssinfo.org/documents/?tx_displaycontroller[type]=country_files) [Último acceso: 20 Abril 2015].

Woltersdorf, L., 2010. Sustainability of Rainwater Harvesting Systems Used for Gardening in the Context of Climate Change and IWRM An example from the Cuvelai-Etosha Basin in Namibia. Frankfurt, Germany: Master's Thesis. Master of Science in Environmental Sciences at the Johann Wolfgang Goethe University of Frankfurt.

WRI-Aqueduct, 2013. World Resources Institute. Aqueduct Water Risk Atlas. [En línea] Available at: <http://www.wri.org/applications/maps/aqueduct-atlas/> [Último acceso: 10 Octubre 2015].

WWAP, 2006. Water a shared responsibility, Paris, Francie: The United Nations World Water Development Report 2. World Water Assessment Program. Paris, Francie.

WWC, 2006. Ministerial declaration of the Fourth World Water Forum, Mexico. México.

**ANEXO 1. Artículo sometido a la Revista Acta Universitaria.**

**Multilevel governance for local management of drinking water in Latin America: case studies from Costa Rica, Honduras and Mexico**

**Gobernanza de múltiple escala para la gestión local del agua de uso doméstico en América Latina: Estudios de caso en Costa Rica, Honduras y México**

\*Fernando Gumeta Gómez<sup>1</sup>, Elvira Durán<sup>1</sup> and David B. Bray<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional / CIIDIR -Unidad Oaxaca, Hornos No. 1003 Col. Noche Buena Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71230, Oaxaca, México, e-Mail: [\\*fernandgu3@gmail.com](mailto:*fernandgu3@gmail.com) y [eduran3@hotmail.com](mailto:eduran3@hotmail.com)

<sup>2</sup> Department of Earth and Environment at Florida International University, Miami, FL 33174 US, [brayd@fiu.edu](mailto:brayd@fiu.edu)

**Abstract**

The adequate supply of drinking water at the local level, in many cases, depends on community participation. We compared three governance regimes for drinking water management based on multilevel collective action: 1) *ASADAS* in Costa Rica, 2) *Water Boards* in Honduras and 3) *Water User Committees* in Mexico. Our data is based on participant observation, literature review and formal and informal interviews. The legal framework, structure and operation, and efficiency for the provision and conservation of water resources were analyzed. *ASADAS* and *Water Boards* are legal entities with recognized community participation and collective action, while *Water Committees* have no legal support by the Mexican Government. Regimens showed similar structures and operation, different economic capabilities and efficiencies in the provision of water and ensuring water recharge. Recognition and

empowerment of the *Water Committees* in Mexico could increase and ensure water provision in the long-term.

## **Resumen**

El abastecimiento del agua para uso doméstico a escala local, puede depender de la participación social. Se compararon tres regímenes de gobernanza para gestión del agua basado en acción colectiva y en entidades anidadas: 1) *ASADAS* en Costa Rica, 2) *Juntas Administradoras del Agua (JAAs)* en Honduras y 3) *Comités de Agua (CAs)* en Oaxaca, México. Se analizaron el marco legal, la estructura y operatividad y la eficiencia en la provisión y conservación de los recursos hídricos mediante revisión documental, observación participante y entrevistas informales. *ASADAS* y *JAAs* son reconocidas legalmente, mientras que los *CAs* no tienen soporte en el marco legal mexicano. Los regímenes mostraron estructuras y operatividad análoga, así como tendencias similares hacia eficiencia en la provisión del agua y en asegurar la recarga hídrica, pero capacidades económicas diferentes. Reconocer y empoderar los *CAs* en México, podría aumentar y garantizar el abastecimiento de agua en el largo plazo.

**Key words:** Water supply, local governance, Water Committees, Oaxaca, Sustainability of water.

**Palabras claves:** Abasto del agua, gobernanza local, Comités del agua, Oaxaca, Sustentabilidad del agua.

## **Introduction**

In 2010, the rights to water and sanitation were recognized as essential for all humanity. Nevertheless, this right is not always fulfilled due to different factors such as heterogeneous availability of fresh water, overexploitation, pollution, inadequate regulation and management of water and human rights violations (UNESCO-WWAP, 2006; ONU, 2010). Insufficient provision, even when there is

potential availability of the resource, has been considered as the result of a crisis in the governance of water. (UNESCO-WWAP, 2006).

The set of rules or institutions that define mechanisms for decision making for the management of a “common property resource” is defined as governance (Ostrom, 2011). For many decades, governance regimes for water provision have been hierarchic, where interactions between users and managers (generally a governmental institution) were top-down (Ostrom, 2008; Pahl-Wostl, 2007). Top-down regimes have multiple faults, including corruption and lack of accountability, politization of provision, water quality and partial provision (Castro, Kloster y Torregrosa, 2004; Knipier, Holtz, Karstens y Pahl-Wostl, 2010; Zurbruggen, 2011). Therefore, international institutions, such as the World Bank, have suggested that privatization of drinking water provision is a better option to ensure supply and an adequate management of the resource (Zurbruggen, 2011). This scheme is based on an economic model for management regulated by market and private companies. These sectors would mediate water provision between providers and final users, following again a top-down model (Castro, et al., 2004). The privatization of drinking water supply to ensure provision is a risk, especially for marginal sectors such as rural communities, since it could result on exclusion and inequality that could exacerbate social marginalization (Dwinell y Olivera, 2014).

The need for community participation and collective action has been widely emphasized as a means to improve governance over water and its management that will ensure drinking water provision and mechanisms of conflict resolution (Ostrom, 2011; Pahl-Wostl, et al., 2007). This process enables the empowerment of the communities and the consolidation of non-hierarchical and decentralized social governance regimes (Ostrom, 2011; Zurbruggen, 2011), which have proved viable at the local scale for providing services and goods while reducing inequality and exclusion (Madrigal, Alpízar y Schlüter, 2011; Ruiz y Gentes, 2008). Social governance regimes favor horizontal interactions, trust and empathy

between the different stakeholders (Jessop, 1998). Without being considered as a panacea, these regimes have been considered more efficient for resource management, and can be linked with formal institutions at various levels, as multilevel governance regimes (Pahl-Wostl, et al., 2007).

Multilevel governance for drinking water promotes participation of institutions, community, non-governmental organizations (NGOs), and companies in the decision-making process, which ensures an efficient management with the final goal of water provision to all users (Termeer, Dewulf y Lieshout, 2010). It also includes planning, fund raising, infrastructure building, regulation, administration (Rivas, 2009), and collective choice about access and appropriation of water (Lautzen, de Silva, Giordano y Sanford, 2011; Pahl-Wostl, Holtz, Kastens y Knieper, 2010).

Climate change scenarios suggest a lower availability of water that will make local-level planning linked to multiple level governance regimes more essential, not only for agriculture (Meinzen-Dick, 2007; Robson y Lichtenstein, 2013; Verzijl y Dominguez, 2015), but also for drinking water. Some examples of community governance regimes come from Latin America, e.g. Costa Rica (Madrigal, et al., 2011), Honduras (Bray, 2015), Nicaragua, Bolivia, and Mexico (Guerrero-de León, et al., 2010). These cases represent an opportunity to compare the legal framework, structure and operation, and efficiency for water provision and conservation of water resources at local level of different governance regimes. The goal of the present work is to analyze and to compare three case studies for drinking water management in Latin America (Costa Rica, Honduras and Mexico). We analyzed the advantages and limitation of these local governance regimes to ensure water provision and sustainability.

## **Materials and Methods**

### ***Study area***

We studied the multilevel governance regimes denominated as: Management Associations for Aqueduct and Sanitation systems (*ASADAS* from Costa Rica, all acronyms in Spanish), Water Boards

(*JAA*s from Honduras), and Water User Committees (*CA*s from Mexico) (Fig. 1). Water recharge at the study sites takes place in watersheds covered by tropical forest in Costa Rica and Honduras, and a combination of subtropical and tropical forest in Mexico. The case studies were selected opportunistically (George y Bennett, 2005) based access to the experiences by the authors and similarities in governance regimes. Direct observations and documentary evidence were available for all cases.

Four *ASADAS* were studied in the Cartago Provincial in Costa Rica (El Mora, La Flora, Pavones and Tres Equis), which have operated for nearly three decades (previously named *CAARS* until 1997, Administration Committees for Rural Aqueducts). Supply comes mainly from springs that are concessioned by the Ministry of Environment and Energy (MINAE). Water is directed to collecting tanks and then distributed through the hydraulic network to dozens or even up to 1,500 registered users. For Honduras, we analyzed the case of 27 *JAA*s that belong to the Water Administration Board from the Southern Sector of the Department of Atlantida at Pico Bonito National Park, Municipality of Olanchito (*AJAASSPIB*). Even though there are only four communities within the Pico Bonito Park, all 27 *JAA*s are considered part of the same system since provision comes from the 14 micro-watersheds in the park. *JAA*s have been present for various decades, but the relevance of their role for drinking water provision at the local level was fully recognized after Hurricane Mitch (1998), when *AJAASSPIB* was created (Bray, 2015). Water from the upper watershed the 14 micro-watersheds directed to tanks, followed by its distribution through pipes to varying numbers of communities in each watershed. Twenty-seven communities with a total of 1,713 families are thus being supplied with drinking water. In Mexico, we studied seven *CA*s located at Cuilápam de Guerrero, Jalapa del Valle, San Martín Tilcajete and Santa Catarina Minas, all of them part of the Atoyac River watershed in Oaxaca. Water User Committees have been in operation for nearly five decades. Wells located at the riverbank are the main source for provision for human settlements; some of them regulated by the National Water Commission (CONAGUA), while

springs are the source of water in the case of Jalapa del Valle. In all cases, water provision follows the same scheme previously described for distribution and covers demand from hundreds to 1,400 users in each CA.

The various communities or management schemes were integrated under the corresponding governance regime, *ASADAS*, *JAA*s within the *AJAASSPIB* and *CA*s; therefore these designations will be used hereafter.

### ***Data collection in the field and literature review***

We collected qualitative information from literature, informal interviews and participant observation. The legal framework behind each governance regime (*ASADAS*, *JAA*s y *CA*s) at each of the three countries was analyzed. Literature review included peer-reviewed papers, thesis, and grey literature. We also reviewed internal documentation (rules and assembly) in the case of *CA*s.

We conducted informal interviews to compare the structure and operation of various governance regimes for the provision and conservation of the water resources. Interviews included: 1) leaders and representatives of four *ASADAS* and *CA*s. 2) authorities of government institutions responsible for the management of water resources, e.g. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA), the MINAE and Corredor Biológico Volcán Central Talamanca (CBVCT) in Costa Rica; and CONAGUA authorities in Oaxaca and its municipalities where *CA*s are functioning. 3) Professionals on community participation for water provision in Costa Rica, Esmeralda Foundation in Honduras, Rodolfo Morales Foundation in Mexico, and the private sector in Oaxaca. Additionally, we conducted participant observation on all study cases (Puri, 2011) to document hydraulic network construction, maintenance and monitoring from springs and wells. We conducted site visits to analyze the state of water recharge areas; we observed reforestation activities in Honduras and Mexico. In the case of Oaxaca, we observed payments collection, service closures for delayed payment users, and decision-making meetings.

All information from interviews and field observations was digitalized and systematized for analyses and comparisons between regimes. Information was cross-referenced between users for validation (Bernard, 2005). Water provision efficiency was analyzed by determining percentage of not-paid volume, payments towards the cost of the hydraulic network, and the users with regular service, as suggested by Gonzalez et al. (2012). Conservation of water resources was evaluated by considering restoration and conservation actions at water recharge areas, such as land purchasing at the upper water basins, reforestation, wall building for water and land retention, and environmental education regarding water and forest.

## **Results**

### ***The legal framework***

Governance regimes for water management have a legal framework with official recognition of the *ASADAS* from Costa Rica and *JAA*s in Honduras; their role for water provision, mainly in rural and sub rural areas has been fully recognized. The *CA*s in Mexico have no legal recognition under the current legislation (Table 1).

The legal framework in Costa Rica was established in 1942, including the decentralization of water management at different scales and with a multi-institutional scheme for the adequate management of this resource. At the local scale, municipalities are responsible for water provision, but current legislation also considers the participation of the private sector (especially for San Jose city) and the community in the form of the *CAARS* and *ASADAS* (a more regulated type of *CAARS*). Costa Rica government has promoted the conversion of *CAARS* into *ASADAS*, which has resulted on the increment of 611 *ASADAS* in 2008 (Madrigal, et al., 2011) to 2000 of these committees by 2015. In 2003 the legal framework for Water Management and Sanitation was created in Honduras and also works at various scales. At the local level it recognizes and sets the structure for the operation of *JAA*s, which was reinforced by the 2009



Water's General Law. In Mexico, CAs have operated for many decades as local governance regimes for the management of drinking water in Oaxaca. Nevertheless, the 2004 National Water Legislation, modified in 2014, does not establish any scheme for local participation and social inclusion in water provision and gives full responsibility to municipalities and the private sector, throughout state or municipalities' companies, or water concessions.

### ***Committees Structure and Operation***

#### ***Assemblies and Decision Making***

All three studied governance regimes have similar decision-making structures, where the assembly of all water users is the main forum for this process. Assemblies are conformed by all users and promote their participation, dialogue and discussion to reach a consensus. User participation is variable, with the lowest at the *ASADAS* and highest at the *JAAS* and *CAs* where assistance is almost mandatory. Agreements and solutions for problems on water provision are the result of the assemblies (including access and use of water, regulation of the interactions between users and involved institutions) and maintenance of the organization and resource (problems on the hydraulic network, collection of payments and other contributions, fines, accountability and transparency). In Addition, Board representatives', employees hiring and support committees election takes place at the assembly; also interactions with authorities from government institutions and other stakeholders for water provision are discussed at this forum. Assemblies' periodicity is variable, they take place once or twice a year, but more meetings, can be hold if needed ("extraordinary meeting"), as Mexico where *CAs* can meet up to three times in the same month.

### ***Representativeness and agreements implementation***

All water committees have an analogous structure in the three analyzed countries (Table 2); their basic structure considers at least three main representatives, president, secretary and treasurer, all of them selected by the assembly. The president has the highest responsibilities and should coordinate the work of the secretary and treasurer. ASADAS have an additional representative, Vice-President that works in coordination with the president and takes his place when he is not available. In the case of the *JAA*s and *CA*s there are selected substitutes, called “vocales”, for each one of the three representatives whom provide support and replace them when they are not available. Committees assume functions for periods between 1 and 3 years, which are considered in the legislation in Costa Rica and Honduras and in the internal regulation of *CA*s in Mexico. Reelection is common in the *ASADAS*, where some representatives have been in office up to 15 years. Elections for new committee members take place every two years in the case of the *JAA*s. Salaries are not provided in Costa Rica, but “food incentives” are given in compensation. Water committees represent the governance regimes for drinking water management, create nexus with government institutions and implement the assemblies’ agreements. They ensure water provision and have the responsibility for planning improvement and problem solving. Committees meet on variable basis that depend on the coordination activities, assemblies, and problems. In the case of Honduras, there are meetings for the *JAA*s and for *AJAASSPIB*. *ASADAS* committees have more authority for decision making without the consideration of the assembly, which differs from *JAA*s and *CA*s that need to check with the assembly on a regular basis.

### ***Accountability and Administration***

Water committees are responsible for management of financial resources and infrastructure in the three studied governance regimes. Nevertheless, *ASADAS* can delegate this responsibility by hiring an accountant and a manager, which receive payments of approximately \$1,500 US per month. These two

employees are responsible of the hydraulic network, applications, bookkeeping, the administration of income and expenditures, and other accounting processes; but most important to report to the water committee. In contrast, *JAA*s and *CA*s don't have enough funds to pay this kind of employees; therefore the secretary is responsible to coordinate finances, in addition to organizing all paper work from meetings, regulations, and any other documentation related to water management, while the treasurer is responsible for book keeping (payments, general income and expenditure).

Users' payments fund the governance regimes but there are differences in the additional income between them. *ASADAS* and *JAs* can get subsidies, financial support and donations from government programs and NGOs, due to their legal status. *JAA*s have low income and cannot pay for a sophisticated hydraulic network; therefore this network is very basic. Nonetheless, they have been able to gather enough money from user's contributions to purchase land in the upper water basins to ensure water recharge. *CA*s have also income by users payments, but additional funds come from fines related to absence to assemblies, participation on communal work, water misuse, delayed payments (ranging from \$7 to \$70 US) and sporadic cooperation. In addition, the federal government (CONAGUA) or municipalities provide some occasional funds to pay electricity, infrastructure or employees.

Rates for service were variable between the three governance regimes. The ICAA establishes rates at national level for all *ASADAS* based on used volume (~US \$4.4 a US \$15). *JAA*s and *CA*s have no predefined payments; for example rates are low (~US \$ 0.5 a US \$ 2) and charged monthly but increase depending on consumption, as stated by their representative Don Carlos Cruz: -"if someone uses more, then pays more"- . In *CA*s regimes, payment is variable and determined at the assembly, it ranges from ~US \$2.5 to US \$25.

All three regimes have similar accountability processes with are in the form of reports once or twice to the assembly, including a final report at the end of their period. In addition, *ASADAS* need to

present a financial report to the ICAA. Even though there is no supervision of the *JAA*s and *CA*s finances by the government; social participation is enough to ensure accountability of financial resources. In the case of *CA*s, the lack of accountability or misuse of funds results in sanctions to committee members, which prevents future corruption attempts. Sections include repayment of missing funds or no access to water services at their homes for life.

### ***Hydraulic network maintenance***

*ASADAS* and *CA*s have some hired employees, “fontanero” or “bombero” respectively, to check, fix leaks, provide maintenance to the hydraulic network, control water provision to the different sectors, and turn on and off the pumps (this latest action only at the *CA*s). The committees pay these two employees; in the case of *CA*s is the only paid position. Sometimes, part time plumbers are hired when more specialized work is required. Nevertheless, payments differ between *ASADAS* and *CA*s, in the first case salary ranges between US \$800 and US \$1000 per month, and payment is in the range of ~US \$200 and US \$260 for the same amount of work at the *CA*s. There are not hired employees at the *JAA*s, but their work is done for free by the Support committee for Operation and Maintenance. This latter committee is not present in the *ASADAS*, and their activities are variable between *JAA*s and *CA*s.

### **Multi-scale governance**

Legal framework allows for association of *ASADAS* into confederations (group of *ASADAS*) and federations (group of confederations); meanwhile *JAA*s can conform associations, such as the *AJAASSPIB*, which groups a total of 27 *JAA*s. This is not the case of the *CA*s; many leaders have no knowledge regarding the existence of other *CA*s. The possibility of association of *ASADAS* and *JAA*s gives them institutional presence, allowing them to access internal microcredits and external financial support. The first regime has a strong connection with the Minister for the Environment and Energy (MINAE) in Costa Rica that helps with the creation of confederations, supervises of water quality and

concession of water springs, and in conflict solving for inappropriate land use. On the other hand *ASADAS* have also a close link to *ICAAS*, institutions that help *ASADAS* to obtain their legal status, which also requires an annual financial report, provides water quality certificates, training and financial support for hydraulic network expenses. The Health Ministry is another important allied to certify water quality, to provide training, and supplements for water potabilization

*JAA*s have no clear connection to government institutions, but their collaboration with NGOs such as the US-based Ecologic Development Fund is very strong. This group has provided *JAA*s with training, fund raising, and support to strengthen the *AJAASSPIB*. Some *CA*s have collaborations with some formal local institutions such as the “comisariados de Bienes Comunales or Ejidales” (authorities responsible for communal land tenure). This link is necessary when infrastructure, restoration of hydraulic network and reforestation is needed. Most *CA*s request funds from the municipality for infrastructure or electricity, even though they are independent institutions. Another important link is *CONAGUA* that supervises water extraction from wells and renews their concession to *CA*s when necessary.

### **Efficiency for the provision and conservation of water resources**

Governance regimes registered water provision efficiencies between 95% and 100% (Table 3). Collective action has allowed for the building and maintenance of basic hydraulic infrastructure that has ensured a nearly total provision of drinking water to locals. Water can only be considered as filtered-chloride water for all the cases studied, since it does not meet all the physical and chemical requirements of potable water. Other general indices to measure efficiency on water provision are low percentage of water leaks (5 to 10%) and the high levels of payments by users (90 to 100%).

All committees have implemented various efforts to ensuring water recharge. *ASADAS* together with the *MINAE* in Costa Rica are responsible to preserve vegetation coverage at the springs by the legal establishment of a protection area around the springs, 100 m under the Water Law and 200 m on the

Forestry Legislation. The *ASADAS* look for mechanisms for purchasing land where springs are located to ensure their conservation. *JAAAs* have been able to create an environmental fund with contributions by users' payments, the Municipality and NGOs. The final goal of this fund is the purchase, restoration and conservation of forest in the upper section of the micro-watershed, where springs are located. They have established greenhouses and create dams for water retention. Another benefit for *JAAAs* are the payments that the *AJAASSPIB* makes for every planted tree (US \$1). *CAs* in Oaxaca pay close attention to the conditions and threats to the upper watershed that provides water to the wells used by them. They work in close collaboration with the *Comisariado de Bienes Comunales* and the Municipality for reforestation. Works for water and soil retention have not always promoted by the *CAs*; nevertheless, assemblies discuss actions for water retention at rivers and wells, in addition to working to prevent sedimentation. *JAAAs* are the only regime conducting environmental education for younger generations.

## **Discussion**

It is considered that no panaceas exist in relation to water management institutions (Meinzen-Dick, 2007). However, governance regimes for drinking water management based on multilevel collective action are promising institutional schemes. Even though they are heterogeneous, there are examples of effective functioning concerning to social, economical and environmental dimensions. These regimes are not only efficient to ensure provision, but also are very effective at building and maintaining the hydraulic network, accountability and to address some of the sustainability aspects of water management.

## ***Legal framework***

Governance regimes emerged in different contexts and some of them have functioned for various decades as collective action institutions to solve provision and appropriation of the water resources (Bray, 2015; Gumeta-Gómez, Durán y Bray, 2015). A main difference between case studies is the lack of legal recognition of the *CAs* in Mexico that may be a threat for their future continuity (Ostrom, 2011). This

situation jeopardizes the adequate supply of water that CAs provide to rural areas, where the Mexican state has failed to achieve full coverage (Torregrosa, 2013). At the same time, without the legal recognition of CAs, government institutions they lack the capacity to establish clear rules on self-management and monitoring on a resource of public interest such as water, avoiding "grabbing" for the sake of a few, and prejudice of others, as documented in Jalisco (Guerrero-de Leon, et al., 2010).

In 2004, the General Law for water management, modified in 2014, continues with no recognition of the CAs and gives responsibility for water provision only to the municipalities and state officials. A recent proposal to modify this legal framework is mainly to benefit the management of water resources by the private sector and reduction of users' rights. These actions aim to promote financial independence of water supply operations from the public services, which means that service charges will have to be high enough to cover all the costs of investment in infrastructure and maintenance as well as generate a profit. This type of legal framework, where private institutions have little supervision by the government, can cause high levels of corruption and may result in an exacerbation of poverty and social inequity, as in Bolivia (Dwinell & Olivera, 2014). In addition, with the legal framework of *causas de utilidad pública*", community involvement and participation for the defense of water for local use will be limited.

*ASADAS* and *JAA*s have a major advantage because their legal status clearly sets their rights and obligations, which allows them to access other sources of funding, e.g. NGOs, private companies and government funds, to provide maintenance and improve infrastructure for drinking water provision. This benefit could be also available for CAs if they get legal recognition. However, income from users' payments and different agreements with municipalities and other government institutions have been enough to cover the operational cost and for the maintenance of the hydraulic network. Another benefit of the legal status of *ASADAS* and *JAA*s is their access to technical support and training by the government in Costa Rica and Honduras, or by NGOs. In the case of CAs, leaders have learned most of the knowledge

regarding water management in practice and have passed this technical information on to increase the collective knowledge in the community. Chaves (2014) documented the case of some *ASADAS* from the Cartago province in Costa Rica where technical assistance and capabilities were a key factor for the success of *ASADAS* regarding water provision.

### ***Operability and Structure***

The structure of the three governance regimes for drinking water management was very similar. The most important differences were in the functioning operability of the committees and how tasks and their attributions were conducted. *ASADAS* governance regimes have a bigger capacity for decision-making by the leadership, reducing the transaction costs in facing various contingencies. This capability can have a negative impact on user involvement resulting in more top-down approaches to dealing with various problems and participation in maintenance (Madrigal et al., 2011). Leadership in *JAAS* and *CAs* is not as strong and decisions are presented to the users' assembly, promoting involvement and local participation, which is considered a key factor for water provision at local systems. All the above-mentioned actions require time but are considered as very important for the appropriation of water as a resource (Marks & Davis, 2012) to improve efficiency within the various governance regimes of collective action. Users at the *CAs* have established at the assemblies very rigid rules and graduated monetary sanctions to those people that miss meetings or collective work. Ostrom (2011) mentioned that the establishment of graduated sanctions, as in the *CAs* from Oaxaca, is one of the necessary principles to maintain collective action, prevent "free-riding" and prevent resource exhaustion of water, as a Common Pool Resource (CPR).

In Costa Rica not all the *ASADAS* have financial or infrastructure capacity (Madrigal, et al., 2011). Nevertheless, the *ASADAS* analyzed in the present work had stronger financial capabilities than the *JAAAs* and *CAs* regimes, being able to hire administrators, accountants and plumbers on a permanent basis.



Those systems without the necessary fund, *JAA*s and *CA*s, used committee members to perform those duties; even though they did not have training, previous experience or even completed their basic education (primary school) in the extreme cases.

### ***Multilevel Governance***

*ASADAS*, *JAA*s and *CA*s have the necessary characteristics to be defined as multilevel governance regimes (Ostrom, 2011). All three have interactions with government institutions and NGOs at different scales. This is a characteristic necessary to ensure the long-term existence of self-organized governance systems (Ostrom, 2011) and for their success in facing all the challenges of climate change on water systems (Brondizio, Ostrom, & Young, 2009). Strong collaborations with local institutions have allowed the implementation of conservation and restoration actions at the upper sections of the watershed in the case of *CA*s. Mexico is adopting a model where private companies and municipalities are responsible for drinking water provision, with limited social participation (not all users are represented and the selected representative has voice but can vote) only at the Watershed Regional Boards (*Consejos Regionales de Cuencas*). Thus, there is little or no opportunity to have an impact for decision at the regional or national level (Perevochtchikova y Arellano-Monterrosas, 2008), since social participation is passive or only symbolic.

### ***Efficiency for provision and conservation***

Water provision efficiency was evaluated by the number of households that have the service, which was higher than the national average in all three governance regimes. Leaks, considered as non-paid water, were well under the average reported at national level. We cannot make generalizations about the efficiency of *ASADAS*, *JAA*s, and *CA*s, but the studied regimes showed high potential for water provision in a more effective way.

For example, comparing the CAs at Ocotlán in Oaxaca, with the nearby municipality showed that this particular government institution was not efficient in water provision and maintenance of the hydraulic network. Additional problems included politicization regarding distribution and a reduced income from users payments (less than 30%), which resulted in a higher demand of subsidies from the state or federal funds (Gonzalez et al. 2012). Similar examples can be found in peripheral city areas where citizens demand access to water (Peña, 2005). Nevertheless, there is also a risk associated with the control CAs have over access to water at the local level, if they do not have an holistic vision for the management of the micro-watersheds, such is the case of Jalisco (Guerrero-de León et al. 2010). Management of water resources should not focus only on efficient provision and sustainability goals must be set (Meffe, Nielsen, Knight, & Schenborn, 2002). All three governance regimes analyzed by the present work have been able to achieve water provision on rural areas with sustainability goals, including create collective knowledge of users regarding the need to preserve the forest as a recharge areas (Hamilton, 2009). Don Carlos Cruz from the AJAASSPB expressed this: “*with our work, we aim that the springs and wells that we use today will continue to produce good quality water for the following 50 years or even more*”. Our analyzed governance regimes conduct multilevel collective actions for the conservation and restoration of the recharge areas, either at the upper watersheds or around springs. CAs conduct reforestation efforts and build water retention infrastructure, even though they are not legally recognized or sometimes have no property rights over the recharge areas. Water treatment was the major limitation on the studied regimes, since none of them has any investments for this activity. Nevertheless, communities are aware that the problem should not be passed to other areas, including pollution of the rivers or aquifers. For example, CAs rejected a project from the municipality because no treatment plant was considered and the final the destination was the river.

Climate change has been recognized as a major threat for water provision, reducing availability and quality of water resources (Bates, Kundzewicz, Wu , & Palutikof, 2008). Our cases studied showed a long-term vision regarding management of water, representing viable options that public policies should consider as mitigation and adaptation strategies for water provision and ensuring water recharge (Iglesias, Garrote, Flores, & Moneo, 2007).

## **Conclusions**

Governance regimes are efficient in water provision in the rural areas of Costa Rica, Honduras and Mexico, areas that have the lowest priority and attention from the governments. Organization, cooperation and agreements reached by the users from *ASADAS*, *JAA*s and *CA*s showed high levels of self-regulation and compatibility with the social, economic and environmental conditions at the local level. Even in Mexico, where *CA*s have not been legally recognized, governance regimes have demonstrated their capacity for self-determination and multilevel collaboration with government institutions allowing them to provide water to many rural communities in Oaxaca. The studied governance regimes are the result of different social, cultural and historical processes, but have been present for various decades and their long-term vision may help them to continue into the future. We highlight the importance of recognition for *CA*s under the Mexican legal framework, which will allow them to access financial support, training and professional assistance, but most important to share their experience with similar regimes. Governance regimes for water management have the social capital to face the challenges of water resources due to climate change and may be the key for water provision at the local scale.

## **Acknowledgements**

The leading author thanks CONACYT and BEIFI scholarship programs for the support to conduct the present work and a research internship at the CATIE, Costa Rica. We thank IPN for the support to the

present research throughout the grants SIP 2014 and 2015. We are especially thankful to the Ecologic Development Fund for the opportunity to collaborate on the Honduras case study. We thank to Gustavo Hinojosa-Arango for his help in the translation.

## References

- Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S. y Palutikof, J. (2008). *Climate Change and Water. Technical Paper VI of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC Secretariat.
- Bernard, R. H. (2005). *Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches*. Oxford, U.K.: 4th Edition. Altamira Press.
- Bray, D. B. (15 de Mayo de 2015). *Facing Future Storms: Poor Honduran Communities Unite to Protect Watersheds and Nature*. Obtenido de Mongabay.com: <http://news.mongabay.com/2015/0505-bray-honduran-community-conservation.html>
- Brondizio, E., Ostrom, E. y Young, O. (2009). Connectivity and the Governance of Multilevel Socio-ecological Systems: The Role of Social Capital. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, 253–78.
- 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 B. Jiménez y L. Marín, *El Agua en México vista desde la Academia* (págs. 339-369). México, D.F.: Academia Mexicana de Ciencias.
- Chávez, S. G. (2014). *Propuesta y validación metodológica con enfoque de resiliencia para el análisis de las dinámicas socioecológicas de sistemas de abastecimientos de agua para uso doméstico*. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Escuela de Posgrado, Turrialba, Costa Rica.

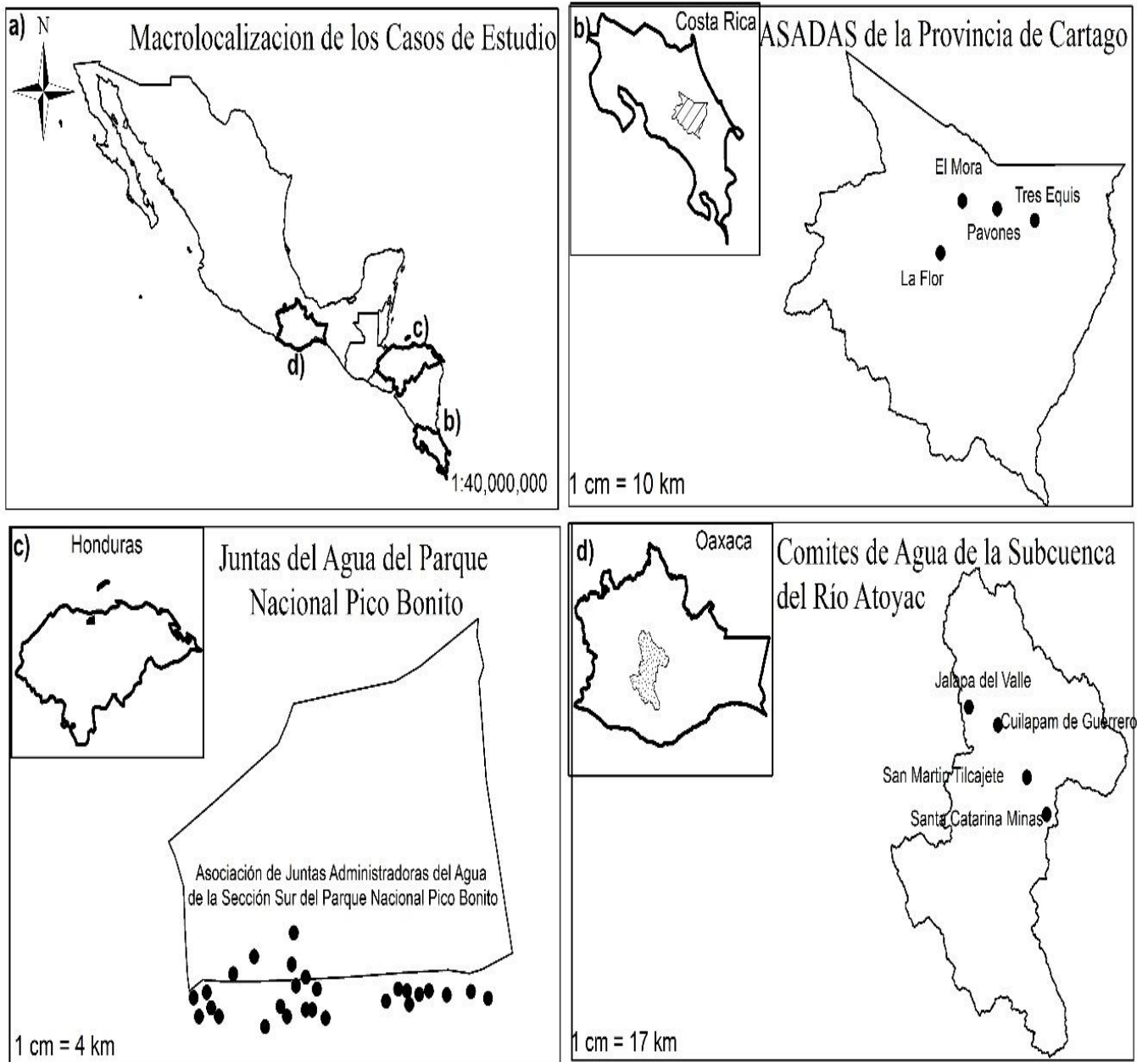
- Dwinell, A. y Olivera, M. (2014). The water is ours Damn it!. Water commoning in Bolivia. *Community Development Journal*, 49(1), 44-52.
- George, A. y Bennett, A. (2005). *Case Studies and Theory Development in The Social Sciences*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- González, V. F., Bensusan, N. R., Estrada, D. C. y Rocha, D. G. (2012). Diagnóstico de los servicios de agua y saneamiento en tres municipios representativos del estado de Oaxaca. *XXII Congreso Nacional de Hidráulica, Acapulco, Guerrero*.
- Guerrero-de León, A., Gerritsen, P., Martínez-Rivera, L., Salcido-Ruíz, S., Meza-Rodríguez, D. y Bustos-Santana, H. (2010). Gobernanza y participación social en la gestión del agua en la microcuenca El Cangrejo, en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco. *Economía, Sociedad y Territorio*, 33, 541-567.
- Gumeta-Gómez, F., Durán, M. y Bray, D. (2015). La participación social en la gobernanza y gestión local del agua para uso doméstico en America Latina. Guanajuato, México: Memoria del Seminario Iberoamericano de Redes de Agua y Drenaje. XIV SEREA.
- Hamilton, L. (2009). *Los bosques y el agua*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.: Estudio FAO: Montes 155.
- Iglesias, A., Garrote, L., Flores, F. y Moneo, M. (2007). Challenges to manage the risk of water scarcity and climate change in the Mediterranean. *Water Resources Management*, 21(5), 775-788.
- Jessop, B. (1998). The Rise of Governance and the Risks of Failure: The Case of Economic Development. *International Social Science Journal*, 50(155), 29-45.

- JMP, W. (2014). *Estimates on the use of water sources and sanitation facilities. Costa Rica, Honduras y Mexico* . Recuperado el 20 de Abril de 2015, de [http://www.wssinfo.org/documents/?tx\\_displaycontroller\[type\]=country\\_files](http://www.wssinfo.org/documents/?tx_displaycontroller[type]=country_files)
- Knipier, C., Holtz, G., Karstens, B. y Pahl-Wostl, C. (2010). Analyzing water governance in heterogeneous case studies-Experiences with a database approach. *Environmental Science and Policy*, (7), 592-603.
- Lautzen, J., de Silva, S., Giordano, M. y Sanford, L. (2011). Putting the cart before the horse: Water governance and IWRM. *Natural Resources Forum*, (35), 1–8.
- Madrigal, R., Alpízar, F. y Schlüter, A. (2011). Determinants of performance of community-based drinking water organizations. *World Development*.
- Marks, J. y Davis, J. (2012). Does user participation lead to sense of ownership for rural water systems? Evidence from Kenya. *World Development*, 40(8), 1569-1576.
- Meffe, G. K., Nielsen, L. A., Knight, R. L. y Schenborn, D. A. (2002). *Ecosystem Management. Adaptive, Community-Based Conservation*. Washington, Covelo y London.: Island Press.
- Meinzen-Dick, R. (2007). Beyond panaceas in water institutions. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*, 104(39), 15200-15205.
- ONU. (2010). *Resolución A/64/L.63/Rev.1. El derecho humano al agua y saneamiento*. US: Organización de las Naciones Unidas.
- Ostrom, E. (2008). Institutions and the environment. *Economic Affairs*, 28(3), 24-31.
- Ostrom, E. (2011). *El gobierno de los bienes comunes. Evolución de las instituciones de acción colectiva* (2da Edición ed.). México: FCE UNAM IIS.

- Pahl-Wostl, C. (2007). Transition towards adaptive management of water facing climate and global change. *Water Resources Management*, 21(1), 49-62.
- Pahl-Wostl, C., Craps, M., Dewulf, A., Mostert, E., Tabara, D. y Taillieu, T. (2007). Social learning and water resources management. *Ecology and Society*, 12(2), 5 . Obtenido de <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art5/>
- Pahl-Wostl, C., Holtz, G., Kastens, B. y Knieper, C. (2010). Analyzing complex water governance regimes: the Management and Transition Framework. *Environmental Science y Policy*, (13), 571–581.
- Peña, F. (2005). La lucha por el agua. Reflexiones para México y América Latina . En CLACSO, *Pueblos indígenas, estado y democracia* (págs. 217-238). Buenos Aires, Argentina: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Perevochtchikova, M. y Arellano-Monterrosas, J. L. (2008). Gestión de cuencas hidrográficas: experiencias y desafíos en México y Rusia. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 4(3), 313-325.
- Puri, R. K. (2011). Participant observation. En H. Newing, *Conducting research in conservation: A social science perspective* (pág. 376). Routledge, London and New York.
- Rivas, T. L. (2009). *Efectos de la teoría de la complejidad en la gestión ambiental en México*. México: Instituto Politécnico Nacional/ Centro Mario Molina.
- Robson , J. y Lichtenstein, G. (2013). Current Trends in Latin American Commons Research. *Journal of Latin American Geography*, 12(1), 5-31.

- Ruíz, S. y Gentes, I. (2008). Retos y perspectivas de la gobernanza del agua y gestión integral de los recursos hídricos en Bolivia. *European Review of Latin American and Caribbean Studies*, 85, 41-59.
- Termeer, C., Dewulf, A. y Lieshout, M. (2010). Disentangling Scale Approaches in Governance Research: Comparing Monocentric, Multilevel, and Adaptive Governance. *Ecology and Society*, 15(4), 29.
- Torregrosa, M. (2013). El Agua en México. *Conversus*, (104).
- UNESCO-WWAP. (2006). *The 2nd United Nations World Water Development Report: 'Water, a shared responsibility'*. Oxford, UK. : United Nations - World Water Assessment Programme.
- Verzija, A. y Domínguez, C. (2015). The powers of water-user associations: on multiplicity, fluidity, and durability in the Peruvian Andes. *International Journal of the Commons*, 9(1), 107-128.
- Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Davies, P. M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 468(7321), 334.
- WWC. (2006). *Ministerial declaration of the Fourth World Water Forum, Mexico*. México. Obtenido de <http://www.worldwaterforum4.org.mx/files/Declaraciones/MinisterialDeclaration.pdf>
- Zurbriggen, C. (2011). Gobernanza: una mirada desde América Latina. *Perfiles Latinoamericanos*, 38, 39-64.





**Figure 1.** Macro and micro localization of the three cases of study: a) Localization of the countries in Latin America, b) ASADAS (Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitario) in Costa Rica, c) Location of the 27 JAAs (Water boards) in Honduras, and d) CAs (Water committees) in Oaxaca, Mexico.

**Table 1.** Legal framework for the management and governance of water provision at different administrative levels for three study cases in Latin America

Scale	Costa Rica	Honduras	Mexico
Law	Water Law 1942	Water's General Law 2009 + Drinking Water and Sanitation Legal Framework, 2003	National Water Legislation 2004 (updated in 2014)
National Institution	---- <sup>3</sup>	Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente	Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
No Centralized institution <sup>1</sup>	Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA)  Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)	Comisión Nacional de Agua y Saneamiento (CONASA; Órgano Consultivo)  Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SAANA; Operational institution)  Ente Regulador de Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSAPS; management institution)	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
Regional	Dirección Regional del AyA	Consejos de Cuenca (Management board)  Agencias Regionales de la Autoridad del Agua (Operational institution)	Consejos Regionales de Cuencas  Dirección Regional de CONAGUA
State level	---	Consejos de Subcuenca	Organismos Operadores (O.O) State level
Municipality (local <sup>2</sup> )	O. Municipalities + Private sector + CAARS ASADAS	Consejos de Microcuencas + O. O. del Municipio + Private sector + Juntas Administradoras de Agua	O. O. Municipality  Private sector  (Comités del Agua <sup>4</sup> )

<sup>1</sup> All belong to the same legal entity, but have some independence for decision-making and operation.

<sup>2</sup> The Municipality is considered as the responsible for water provision in the three countries; nevertheless, there may be other institutions involved in water management depending on the country.

<sup>3</sup> Costa Rica has not institution responsible for water management; it is immerse in the legal framework with more than 20 government entities (Aguilar et al. 2004).

<sup>4</sup> Water User Committees have been present for more than five decades but are not considered under Mexican current legislation.

**Table 2.** Structure of the three studied governance regimes for the management of drinking water.

Structure of the governance regimes		Costa Rica	Honduras	Mexico
		<i>ASADAS</i>	<i>Water Boards</i>	<i>Water Committees</i>
Users Assembly		X	X	X
Water board	President	X	X	X
	Vice-president	-	X	-
	Secretary	X	X	X
	Treasurer	X	X	X
	Finances assistant	X	X	-
	Vocales	-	X	X
Employees	Administrator	X	X*	-
	Accountant	X	-	-
	Plumber	X	-	X
	Bomber	-	-	X
Support Committees	Maintenance and Operation Committee	-	X	-
	Micro-watershed committee	-	X	-
	Sanitation and Environmental Education Committee	-	X	-
	Works committee	-	-	X
	Health committee	-	-	X

\* Only at the AJAASSPPB, and not present at the *JAA*s Level. Source: Modified from Gumeta et al. 2015.

**Table 3.** Comparison of three governance regimes for the provision and management of drinking water in Latin America.

<b>Indices</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>Honduras</b>	<b>Mexico</b>
National water provision (%)	100 urban <sup>1</sup> 89 rural	97 urban <sup>2</sup> 78 rural	95 urban <sup>3</sup> 77 rural
Water provision by studied governance regimes (%)	99	~100	95
Percentage of non-paid water under the National provision system	50 <sup>1</sup>	46 <sup>2</sup>	44 <sup>3</sup>
Percentage of non-paid water under the studied governance regimes	5	Not available	10
Paid bills by users	100%	100%	90%
Reforestation of water recharge areas	Yes	Yes	Yes
Purchase of land for water recharge	Yes	Yes	Not needed when communal areas (ejidos) include the upper part of the basins
Water retention works	No	Yes	Yes
Soil retention works	No	Not clear but there is reforestation work	Sometimes
Environmental education related to water and forest	No	Yes	No

Source: JMP WHO/UNICEF, 2014 for <sup>1</sup> Costa Rica, <sup>2</sup> Honduras, <sup>3</sup> México. The rest of the information was compiled during the present work.

## ANEXO 2. Entrevista a actores claves



ENTREVISTA DIRIGIDA A PERSONAS CLAVE DEL MUNICIPIO/COMITÉ: \_\_\_\_\_

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
CIIDIR UNIDAD-OAXACA



### PROYECTO DE INVESTIGACION: GOBERNANZA LOCAL Y GESTIÓN DEL AGUA PARA USO DOMÉSTICO EN POBLACIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO VERDE-ATOYAC, OAXACA

No. \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre del entrevistador: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

#### INTRODUCCIÓN

Usted fue elegido para ser entrevistado por conocer más sobre el sistema de agua potable de su municipio/municipio. La presente entrevista que se le aplicara forma parte de una investigación que se está realizando en tres municipios de los Valles Centrales, que tiene el objetivo de conocer más sobre el servicio del agua potable, la manera en que se toman los acuerdos del agua, la infraestructura hidráulica y la opinión que tienen sobre la disponibilidad de este recurso a futuro. La información recabada será manejada exclusivamente con fines académicos y de investigación y servirá para la tesis del alumno: Fernando Gumeta Gómez, estudiante de maestría en el CIIDIR-Oaxaca, del IPN. Hemos hecho el compromiso por escrito de que los resultados del estudio se presentaran en la asamblea y se entregara al comité un mapa del área de recarga del acuífero que abastece el o los pozos, donde se extrae el agua potable para los usuarios. De antemano se agradece, por su tiempo y disposición para responder a las siguientes preguntas. ¿Acepta usted apoyarnos? \_\_\_\_\_ ¿Me permitiría grabar la entrevista? \_\_\_\_\_

#### I. DATOS GENERALES DEL ENTREVISTADO. Las preguntas en gris serán rellenadas por el entrevistador.

1. Nombre del entrevistado (opcional): \_\_\_\_\_

2. Domicilio (Opcional): \_\_\_\_\_ 3. Barrio/sección: \_\_\_\_\_
4. Edad: \_\_\_\_\_ 5. Género: H \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ 6. Pertenece a una etnia: si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_
7. ¿cuál? \_\_\_\_\_
8. ¿Me puede mencionar sus dos principales fuentes de ingreso? 1ª) \_\_\_\_\_, 2ª) \_\_\_\_\_
9. ¿Sabe leer y escribir? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, 10. ¿Qué estudios tiene? Primaria \_\_\_\_\_ Secundaria \_\_\_\_\_ Bachillerato \_\_\_\_\_ Profesional \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_
- 
11. ¿Es originario de la municipio/municipio? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En caso de que no, 12. ¿Cuántos años ha vivido en esta municipio /municipio? \_\_\_\_\_ 13. ¿Renta, es propietario de su casa o vive con familiar? \_\_\_\_\_
14. ¿Es comunero o ejidatario? \_\_\_\_\_ 15. ¿Es usuario del agua potable? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, en caso afirmativo, 16. ¿Desde cuándo es usuario? \_\_\_\_\_

## II. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DEL AGUA PARA CONSUMO DOMESTICO

1. ¿Qué relación tiene USTED con el comité del agua potable? Tengo un cargo \_\_\_\_\_ Tuve un cargo \_\_\_\_\_ Apoyamos desde el municipio \_\_\_\_\_ Otro (¿cuál?) \_\_\_\_\_
18. ¿Tiene algún cargo? \_\_\_\_\_ 19. ¿Desde cuándo? \_\_\_\_\_ 20. ¿Cuándo tiempo dura su cargo? \_\_\_\_\_ 21. ¿Qué tareas le corresponden realizar por su cargo? \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
22. ¿Tuvo algún cargo anteriormente? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_ 23. En caso afirmativo, indicar ¿Desde cuándo? \_\_\_\_\_ 24. ¿Cuánto tiempo duro su cargo? \_\_\_\_\_ 25. ¿En qué consistió su cargo? \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
26. Si apoya desde el Municipio u otra instancia, ¿de qué manera apoya/apoyó? \_\_\_\_\_

27. ¿Desde cuándo? \_\_\_\_\_ 28. ¿Cuándo tiempo ha durado su apoyo? \_\_\_\_\_ 29. ¿En qué consiste/consistió su apoyo?

---

---

30. ¿Sabe cuántas personas integran el comité del agua potable? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_, ¿Cuántas? \_\_\_\_\_

31. Nombre los cargos que integran el comité del agua potable:

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_
- 4) \_\_\_\_\_
- 5) \_\_\_\_\_
- 6) \_\_\_\_\_
- 7) \_\_\_\_\_
- 8) \_\_\_\_\_

Otros (cuales): \_\_\_\_\_

32. En su municipio, ¿existe alguna otra organización/instancia de gobierno que participe, apoye o se relacione con el sistema de agua potable? Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_, en caso de que así sea, indique cual:

- a) Regiduría municipal (indicar nombre) \_\_\_\_\_
- b) Organización o comité de ciudadanos (indicar su nombre) \_\_\_\_\_
- c) Dependencia de gobierno (Indicar su nombre) \_\_\_\_\_
- d) Organización no gubernamental (indicar su nombre) \_\_\_\_\_
- e) Algún otro (indicar su nombre) \_\_\_\_\_

33. ¿Quiénes (personas u entidades) participan regularmente en las asambleas de usuarios del agua potable?

Usuarios \_\_\_\_\_

No usuarios \_\_\_\_\_

Organizaciones no gubernamentales \_\_\_\_\_

Instituciones educativas \_\_\_\_\_

Municipio \_\_\_\_\_

Otros comités locales como los escolares \_\_\_\_\_

Regidor de obras municipal \_\_\_\_\_

Otros (indicar quienes) \_\_\_\_\_

### Historia de cómo está organizado el comité del agua potable

34. ¿Sabe desde cuando existe el comité del agua? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, en caso de si, indicar fecha aproximada: \_\_\_\_\_

35. ¿Sabe si existe un acta de cuando se constituyó? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, Si la respuesta es afirmativa, 36. ¿Dónde está resguardada el acta de constitución del comité? \_\_\_\_\_

37. ¿Sabe quiénes participaron en su conformación? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, Si la respuesta es afirmativa, indicar los nombres y cargos de algunas personas que recuerde:

---

---

---

38. ¿Desde cuándo existen los cargos en el comité del agua potable en la municipio/barrio?

Hace dos años \_\_\_\_\_ Hace 5 años \_\_\_\_\_ Hace 10 años \_\_\_\_\_ Siempre han existido (desde que tiene memoria) \_\_\_\_\_

39. ¿Sabe Usted si el comité del agua potable de la municipio/barrio tiene como patrimonio o a quien se la rentan?

a) Oficina propia, algún bien inmueble (describir) \_\_\_\_\_

b) Mobiliario o equipo de oficina (describir) \_\_\_\_\_

c) Bodega \_\_\_\_\_

d) Maquinaria o equipo para mantenimiento (describir) \_\_\_\_\_

40. En caso de que si tengan patrimonio propio, me podría indicar ¿Desde cuándo lo adquirieron?



a) Oficina o algún bien inmueble (año)

\_\_\_\_\_

b) Mobiliario o equipo de oficina (año) \_\_\_\_\_

c) Bodega \_\_\_\_\_ (año)

\_\_\_\_\_

d) Maquinaria o equipo para mantenimiento (año) \_\_\_\_\_

41. Desea contarme algo adicional de la historia de cómo se organizó el comité del agua potable de su municipio/barrio: \_\_\_\_\_

### III. FUNCIONES Y FORMAS DE OPERACIÓN DE LOS COMITÉS DE AGUA

43. Marca con una X si las siguientes actividades corresponden a las tareas que realiza el comité de agua

Cobranza del agua \_\_\_\_\_

Aplicar sanciones \_\_\_\_\_

Instalación de nuevas tomas \_\_\_\_\_

Llamar a asambleas de usuarios \_\_\_\_\_

Mantenimiento de la red hidráulica \_\_\_\_\_

Buscar recursos para obras hidráulicas \_\_\_\_\_

Regulación de la apertura o cierre del agua \_\_\_\_\_

Rendir cuentas \_\_\_\_\_

Apagado o encendido de las bombas \_\_\_\_\_

Otras (indicar) \_\_\_\_\_

¿Sabe Usted cómo se eligen a los integrantes del comité de agua? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

44. En caso afirmativo, señale cuál de los siguientes mecanismos de elección se usan:

Los interesados se auto proponen \_\_\_\_\_

La asamblea propone personas y se voto \_\_\_\_\_

Por selección de la lista de usuarios \_\_\_\_\_

Por nombramiento del municipio \_\_\_\_\_

Otro (¿cuál?) \_\_\_\_\_

45. ¿Cuánto dura el cargo de los integrantes del comité? < 1 año \_\_\_\_\_ 1 año \_\_\_\_\_ 2 años \_\_\_\_\_ > 2 años \_\_\_\_\_

46. ¿Los integrantes del comité tienen alguna remuneración económica o sueldo por la labor que realizan? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
47. En caso afirmativo, ¿Sabe Usted de cuanto es la remuneración? \_\_\_\_\_
48. ¿Sabe cada cuando se otorga la remuneración o pago? \_\_\_\_\_
49. ¿Cómo considera el cargo o puesto en el comité de agua del agua potable? Una obligación \_\_\_\_\_ un castigo \_\_\_\_\_ una oportunidad \_\_\_\_\_ un derecho \_\_\_\_\_
50. ¿Cada cuando se reúnen los miembros del comité?  
Cada semana \_\_\_\_\_ Cada 15 días \_\_\_\_\_ Cada mes \_\_\_\_\_ Cada dos meses \_\_\_\_\_ Otra frecuencia (indicar) \_\_\_\_\_
51. ¿Señale dónde y cómo se comunica o se informa a los usuarios sobre los asunto del agua?  
En la asamblea \_\_\_\_\_ Por medio del municipio (explicar) \_\_\_\_\_  
Por altavoces \_\_\_\_\_ Otro (indicar) \_\_\_\_\_  
Con carteles, folletos o volantes \_\_\_\_\_
52. ¿Cada cuando se reúne el comité con los usuarios del agua potable?  
Cada semana \_\_\_\_\_ Cada 15 días \_\_\_\_\_ Cada mes \_\_\_\_\_ Cada dos meses \_\_\_\_\_ Otra frecuencia (indicar) \_\_\_\_\_

**Toma de acuerdos y reglas sobre el acceso al agua para consumo domestico**

53. Sabe Usted si ¿Hay reglas o acuerdos para los usuarios del agua del agua potable en la municipio/barrio? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
54. Sabe Usted si ¿Las reglas están escritas? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
55. En caso de que si haya reglas o acuerdos, marque con una X quien los estableció  
a) La asamblea de usuarios \_\_\_\_\_ b) El municipio \_\_\_\_\_ c) El comité \_\_\_\_\_ d) Comuneros \_\_\_\_\_ e) Otro (indicar) \_\_\_\_\_
56. En caso de que si haya reglas o acuerdos, ¿estos se cumplen?  
a) Siempre \_\_\_\_\_ b) Frecuentemente \_\_\_\_\_ c) A veces \_\_\_\_\_ d) Casi nunca \_\_\_\_\_ e) Nunca \_\_\_\_\_
57. En caso de no cumplir una regla, ¿hay sanciones a los usuarios? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
58. En caso afirmativo, las sanciones son:  
De acuerdo al tipo de falta (son graduales) \_\_\_\_\_ Son iguales para todos \_\_\_\_\_
59. ¿Los usuarios que no cumplen deben pagar multas? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
60. En caso afirmativo, ¿de cuánto son las multas? \_\_\_\_\_

61. En caso de faltas graves, ¿al usuario infractor se le puede suspender el servicio? Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

62. En caso de conocerlas ¿Mencione tres causas que pueden ameritar suspensión del servicio de agua?

a) \_\_\_\_\_

–

b) \_\_\_\_\_

–

c) \_\_\_\_\_

–

63. ¿Sabe si hay reglas específicas para las personas que integran el comité de agua en la municipio? Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

64. En caso de si, ¿Sabe en donde están escritas esa reglas? Leyes municipales\_\_\_\_\_ actas de asamblea\_\_\_\_\_ actas internas del comité\_\_\_\_\_

otros\_\_\_\_\_

65. En caso afirmativo, ¿Usted sabe cuáles son las sanciones que se le aplica al comité en caso de infringir una regla o norma?

\_\_\_\_\_

–

66. ¿Sabe Usted si ha habido conflictos entre el comité y los usuarios? Si\_\_\_\_\_ no\_\_\_\_\_

67. En caso afirmativo, mencione tres de las principales tipos conflictos que se presentan en el sistema del agua potable de la municipio/barrio:

a) \_\_\_\_\_

–

b) \_\_\_\_\_

–

c) \_\_\_\_\_

–

68. ¿Para resolver conflictos en el sistema del agua potable de su municipio, normalmente se:

Llama a asamblea para discutir el problema \_\_\_\_\_

Se llama a los policías \_\_\_\_\_

El comité resuelve el problema \_\_\_\_\_

Otros (indicar) \_\_\_\_\_

Se pide apoyo al municipio (explicar) \_\_\_\_\_

69. ¿En su municipio, comité o municipio se le instala una toma de agua potable a cualquiera que solicite? Si \_\_\_ no \_\_\_

70. ¿En su municipio, comité o municipio existen reglas para darle una toma de agua a las personas que lo solicitan? Si \_\_\_ no \_\_\_

71. ¿En caso afirmativo, indique cuales son las reglas que debe cumplir la persona que solicita una toma:

Regla 1.

\_\_\_\_\_

Regla 2.

\_\_\_\_\_

Regla 3.

\_\_\_\_\_

Otra regla (indicar)

\_\_\_\_\_

72. ¿Cuánto pagan por el servicio de agua potable? \_\_\_\_\_

73. ¿La cuota es fija? Si \_\_\_ no \_\_\_

74. ¿Cada cuánto pagan el servicio de agua? Cada mes \_\_\_\_\_ cada dos meses \_\_\_\_\_ cada 6 meses \_\_\_\_\_ cada año \_\_\_\_\_ otro \_\_\_\_\_

75. Desea contarme algo sobre la historia de cómo funciona el comité del agua potable de su municipio/barrio: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### III. ADMINISTRACION DEL SISTEMA DE AGUA PARA CONSUMO DOMESTICO

76. ¿Usted sabe si el agua potable que abastece a la municipio /barrio proviene de?

Pozos públicos ubicados dentro de la misma municipio/municipio\_\_\_\_\_

Pozos o manantiales ubicados en otra municipio/municipio\_\_\_\_\_

Pozos particulares dentro de la municipio\_\_\_\_\_

Manantiales en el bosque\_\_\_\_\_

Tomas directas en el río\_\_\_\_\_

Otros (indicar) \_\_\_\_\_

77. ¿Conoce cuantos pozos/manantiales/tomas en el río tiene la municipio/barrio para abastecer de agua potable a los usuarios? Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ En caso de respuesta afirmativa, indicar el número: \_\_\_\_\_

78. ¿Conoce donde están ubicados los pozos/manantiales/tomas en el río en la municipio (a que colonias o barrios abastece)? Si\_\_ no\_\_\_\_

79. En caso afirmativo, podría explicarme como están distribuidos (LLEVAR UN PLANO O MAPA COMO PARTE DE LA ENTREVISTA)

\_\_\_\_\_

—

\_\_\_\_\_

—

80. ¿Sabe Usted cuáles son los métodos de purificación de agua potable de su municipio? Si\_\_\_\_ no\_\_\_\_\_

81. En caso afirmativo, marque con una X si sabe cuál de los siguientes métodos de purificación del agua se emplean:

Se clora\_\_\_\_\_

Se deja sedimentar \_\_\_\_\_

Se Filtra \_\_\_\_\_

Se filtra con carbón activado \_\_\_\_\_

Se le ponen Rayos UV\_\_\_\_\_

Otros\_\_\_\_\_

82. ¿Qué tipo de infraestructura hay en la municipio/barrio para almacenar agua que se distribuye en la toma domiciliaria?

a) Cisterna\_\_\_\_\_

b) Tanque elevado\_\_\_\_\_

c) Presa de mampostería\_\_\_\_\_

d) Otros \_\_\_\_\_

83. ¿En caso de que la municipio/barrio no tenga drenaje, podría indicarme que hace la gente con las aguas residuales que se producen en sus hogares?

a) La mayoría se van al río \_\_\_\_\_ c) La mayoría se van fosas sépticas \_\_\_\_\_

b) La mayoría se quedan en los traspatios \_\_\_\_\_ d) Otros (indicar) \_\_\_\_\_

84. Podría contarme algo adicional sobre la obtención de agua para consumo y sobre el agua residual de los hogares en su municipio/barrio:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
—

#### **IV. ASPECTOS AMBIENTALES Y SU PERCEPCIÓN A FUTURO**

85. ¿Sabe Usted si en su municipio/municipio hay áreas con bosque? Si \_\_\_ no \_\_\_

86. ¿Conoce que tipo de bosques tienen? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
—

87. ¿Hay ríos o riachuelos en su municipio/municipio? Si \_\_\_ no \_\_\_

88. ¿Podría decirnos los nombres de los ríos o riachuelos de su municipio/municipio? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
—

89. ¿Hay manantiales en su municipio/municipio? Si \_\_\_ no \_\_\_ ¿Cuántos? \_\_\_\_\_

90. ¿En su municipio/municipio tienen alguna celebración cultural sobre el bosque? Si \_\_\_ no \_\_\_ ¿Podría describirlo?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
—

91. ¿En su municipio/municipio tienen alguna celebración cultural sobre el río? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ ¿Podría describirlo?

---

---

---

92. ¿En su municipio/municipio tienen alguna celebración cultural sobre los manantiales? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ ¿Podría describirlo?

---

---

---

93. ¿En su municipio/municipio tienen alguna celebración cultural sobre agua? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ ¿Podría describirlo?

---

---

---

94. ¿Conoce si en su municipio/municipio hay acuerdos, reglas o leyes sobre el cuidado del bosque? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

95. En caso afirmativo, ¿estas reglas están escritas? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

96. En caso de que estén escritas, sabe ¿En qué tipo de documento están escritas?

Leyes federales \_\_\_\_

Estatutos Comunales \_\_\_\_

Leyes locales \_\_\_\_

otros \_\_\_\_

Actas de asambleas \_\_\_\_

97. ¿Conoce si en su municipio/municipio hay acuerdos, reglas o leyes sobre el cuidado del agua? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

98. En caso afirmativo, podría decirme si ¿estas reglas/acuerdos están escritos? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

99. ¿Si las reglas/acuerdos están escritos, sabe en qué tipo de documento están?

Leyes federales \_\_\_\_

Estatutos Comunales \_\_\_\_

Leyes locales \_\_\_\_

otros \_\_\_\_

Actas de asambleas \_\_\_\_

100. ¿Han realizado acciones de reforestación en su municipio/municipio? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

101. En caso afirmativo, ¿Quiénes las han realizado?

Municipio \_\_\_\_

usuario \_\_\_\_

Comités de agua \_\_\_\_

otros \_\_\_\_

102. ¿Cada cuando realizan reforestación en su municipio/municipio?

Cada 6 meses \_\_\_\_ cada año \_\_\_\_ cada 2 años \_\_\_\_ Otra frecuencia (indicar) \_\_\_\_

103. ¿Han realizado obras de retención de suelo (ollas o zanjas) en su municipio/municipio? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_
104. ¿Quiénes las han financiado? Municipio \_\_\_\_\_ Comités de agua \_\_\_\_\_ usuario \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_
105. Usted sabe ¿Cuántas obras hidráulicas han construido en sus municipio/municipio en los últimos 10 años?
- 
106. En caso afirmativo, indique de que tipo son:
- a) Obras de retención de agua mediante gaviones en cauces o riachuelos \_\_\_\_\_
  - b) Construcción de pozos de captación para recargar el acuífero \_\_\_\_\_
  - c) Otros (indicar cuales) \_\_\_\_\_
107. ¿Quiénes las han financiado? Municipio \_\_\_\_\_ Comités de agua \_\_\_\_\_ usuario \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_
108. ¿Cuánto pozos de captación se han construido en su municipio/municipio en los últimos 10 años? \_\_\_\_\_
109. ¿Sabe si es común que la gente recoja el agua de las lluvias para el uso doméstico? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
110. ¿Sabe en qué medio recogen el agua de lluvia? Cubetas \_\_\_\_\_ tinacos \_\_\_\_\_ cisternas \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_
111. ¿Qué acciones considera que debe realizar el municipio para conservar el agua? \_\_\_\_\_
- 
112. ¿Qué acciones considera que debe realizar el comité para conservar el agua? \_\_\_\_\_
- 
113. ¿Qué acciones considera que debe realizar los usuarios para conservar el agua? \_\_\_\_\_
- 
114. ¿Qué acciones considera que debe realizar el municipio para conservar el bosque? \_\_\_\_\_
- 
115. ¿Qué acciones considera que debe realizar el comité para conservar el bosque? \_\_\_\_\_
- 
116. ¿Qué acciones considera que debe realizar los usuarios para conservar el bosque? \_\_\_\_\_
- 
117. ¿Percibe que en los últimos 10 años el agua que llega a la toma domiciliaria de la municipio/barrio puede estar contaminada? Sí \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
118. En caso afirmativo, mencione tres indicadores de que el agua que llega a los domicilios está contaminada:



Indicador \_\_\_\_\_ 1:

Indicador \_\_\_\_\_ 2:

Indicador \_\_\_\_\_ 3:

119. En los últimos 10 años ¿ha habido escasez de agua en su municipio/barrio? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

120. En caso afirmativo, podría indicarme si la escasez de agua en la municipio/barrio en los últimos años a:

a) Ha aumentado b) Se ha mantenido igual a) Ha disminuido

121. ¿Podría decirme a que cree que se deba esa escasez de agua para los habitantes de su municipio/barrio?

\_\_\_\_\_

122. ¿Cómo percibe la pérdida del bosque en su municipio/municipio en los últimos 10 años?

a) Ha aumentado b) Se ha mantenido igual c) Ha disminuido

123. ¿Cómo percibe el crecimiento de la población en su municipio/municipio?

a) Ha aumentado b) Se ha mantenido igual C) Ha disminuido

a) ¿Considera que el agua será suficiente con el crecimiento poblacional en su municipio/ municipio dentro de 10 años? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

b) Sabe si otra municipio amenaza con obstruir, contaminar o controlar el agua que llega a su municipio/municipio? \_\_\_\_\_

c) ¿Le gustaría agregar algo más al respecto del agua? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_

**!!!MUCHAS GRACIAS!!!!**

¿Me puede sugerir alguno de los antiguos representantes del comité de agua, a quien debería entrevistar para conocer más de la historia del comité de agua? Nombre:

\_\_\_\_\_

### ANEXO 3. Entrevista a usuarios del agua



#### Entrevista a Usuarios del agua potable

De: \_\_\_\_\_



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
CIIDIR UNIDAD-OAXACA

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: GOBERNANZA LOCAL Y GESTIÓN DEL AGUA PARA USO DOMÉSTICO EN POBLACIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO VERDE-ATOYAC, OAXACA**

No. \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre del entrevistador: \_\_\_\_\_

### INTRODUCCIÓN

La presente entrevista forma parte del proyecto de investigación de la Tesis del Alumno Fernando Gumeta Gómez, estudiante de la Maestría en el CIIDIR-Oaxaca, del IPN. Dicho proyecto se está realizando en tres municipios de los Valles Centrales y pretende obtener información de personas clave que se relacionan o participan en los comités locales y de los usuarios del agua potable. El objetivo es conocer más sobre el servicio del agua potable, la manera en que se toman los acuerdos y se realizan acciones en el sistema del agua, la infraestructura hidráulica y la opinión que tienen sobre la disponibilidad de este recurso a futuro. Hemos hecho el compromiso por escrito de que la información recabada será manejada exclusivamente con fines académicos y de investigación, los resultados del estudio se presentaran en la asamblea y se entregara al comité un mapa del área de recarga del acuífero que abastece el o los pozos, donde se extrae el agua potable para los usuarios. De antemano se agradece, por su tiempo y disposición para responder a las siguientes preguntas. ¿Acepta usted apoyarnos? \_\_\_\_\_ ¿Permitiría usted que se grabara? \_\_\_\_\_

**I. DATOS GENERALES DEL ENTREVISTADO. Las preguntas en gris serán rellenas por el entrevistador.**

3. Nombre del entrevistado (opcional): \_\_\_\_\_
4. Domicilio (Opcional): \_\_\_\_\_ 3. Barrio/sección: \_\_\_\_\_
4. Edad: \_\_\_\_\_ 5. Género: H \_\_\_ M \_\_\_ 6. ¿Pertenece a una etnia? Si \_\_\_ no \_\_\_\_, en caso de si, ¿cuál? \_\_\_\_\_
7. ¿Me puede mencionar sus dos principales fuentes de ingreso? 1ª) \_\_\_\_\_, 2ª) \_\_\_\_\_
8. ¿Sabe leer y escribir? Si \_\_\_ No \_\_\_\_, 8. ¿Qué estudios tiene? Primaria \_\_\_ Secundaria \_\_\_ Bachillerato \_\_\_ Profesional \_\_\_ Otro \_\_\_\_\_
9. ¿Es originario de la municipio/municipio? Si \_\_\_ No \_\_\_ En caso de que no, 10. ¿Cuántos años ha vivido en esta municipio /municipio? \_\_\_\_\_ 11. ¿Renta, es propietario de su casa o vive con familiar? \_\_\_\_\_
12. ¿Es comunero o ejidatario? \_\_\_\_\_ 13. ¿Desde cuándo es usuario del agua? \_\_\_\_\_

**III. SOBRE LOS INTEGRANTES EL COMITÉ DEL AGUA POTABLE**

14. ¿Usted ha tenido un cargo en el comité de agua o alguna otra instancia? Si \_\_\_ no \_\_\_ 15. ¿Cuál cargo? \_\_\_\_\_
16. ¿De qué tiempo a que tiempo tuvo el cargo? \_\_\_\_\_
17. ¿Cómo considera que es ocupar un cargo o puesto en el comité del agua?
- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| a. Castigo _____    | c. Derecho _____     |
| b. Obligación _____ | d. Oportunidad _____ |
18. ¿Qué le parece que exista un comité de agua en su barrio/ municipio para administrar el agua potable? Excelente \_\_\_ Bueno \_\_\_ Indiferente \_\_\_ Malo \_\_\_ Pésimo \_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_
19. ¿Conoce si existen reglas o acuerdos sobre cómo debe operar el comité de agua? Sí \_\_\_ No \_\_\_

20. ¿Puede mencionar tres reglas que rigen a los integrantes del comité de agua? \_\_\_\_\_

### III. SOBRE LAS ASAMBLEAS

21. ¿En su barrio, municipio o municipio realizan asambleas para decidir/discutir aspectos del agua potable? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

22. ¿Sabe si existen reglas o acuerdo de las obligaciones que tienen los usuarios? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

23. ¿Puede mencionar algunas? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

24. ¿Sabe si esas reglas están escritas en algún documento? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_, en caso de si, ¿En qué tipo de documento?

a) Actas de asambleas \_\_\_\_\_

c) Leyes municipales

b) Acuerdos del comité de agua \_\_\_\_\_

d) Otros \_\_\_\_\_

25. ¿Sabe quién o quienes hicieron las reglas o los acuerdos? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_, en caso de si señale quienes:

a) Comité de Agua \_\_\_\_\_

d) CONAGUA \_\_\_\_\_

b) El municipio \_\_\_\_\_

e) Otros \_\_\_\_\_

c) La asamblea de usuarios \_\_\_\_\_

26. ¿Cómo le parece esta manera de establecer las reglas o acuerdos?

a) Excelente

c) Regular

b) Bien

d) Malo

e) Pésimo

27. ¿Quiénes (personas u entidades) participan regularmente en las asambleas de usuarios del agua potable?

Usuarios \_\_\_\_\_

Municipio \_\_\_\_\_

No usuarios \_\_\_\_\_

Regidor de obras municipal \_\_\_\_\_

Organizaciones no gubernamentales \_\_\_\_\_

Instituciones educativas \_\_\_\_\_

Otros comités locales como los escolares \_\_\_\_\_

Otros (indicar quienes) \_\_\_\_\_

### TOMA DE ACUERDOS Y REGLAS SOBRE EL ACCESO AL AGUA PARA CONSUMO DOMESTICO

28. ¿El comité del agua potable le informa de sus acciones? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

29. ¿De qué manera le informan?

En la asamblea \_\_\_\_\_

Por altavoces \_\_\_\_\_

Con carteles, folletos o volantes \_\_\_\_\_

Por medio del municipio (explicar) \_\_\_\_\_

Otro (indicar) \_\_\_\_\_

30. ¿Le parece adecuada la forma en que le informan? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

31. ¿Quién decide qué hacer con el dinero que recaudan por cobranza, cooperaciones o multas? El comité \_\_\_\_\_ el municipio \_\_\_\_\_ la  
asamblea (todos los usuarios) \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

32. Desea hacer comentarios adicionales sobre la asamblea de usuarios del agua: \_\_\_\_\_

Acceso a la información del agua		1	2	3	4	5
33.	En caso de tener interés, Usted cree que a cualquier usuario se le puede permitir revisar las actas de asamblea o los acuerdos que se toman en las reuniones sobre el agua potable.	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre
34.	Considera que tiene acceso a toda la información discutida o acordada en las reuniones o asambleas	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre

35. ¿Qué tan difícil es incorporarse como nuevo usuarios del agua? Muy difícil \_\_\_\_\_ Difícil \_\_\_\_\_ Más o menos \_\_\_\_\_ Fácil \_\_\_\_\_ Muy fácil \_\_\_\_\_

36. ¿Existen reglas que se deben de cumplir para ser un nuevo usuario del agua? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

¿Cuáles? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

	<b>Incorporación de los usuarios en la toma de acuerdos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
37.	Considera que usted es tomado en cuenta para asistir en las reuniones o asambleas sobre el agua en su municipio	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre
38.	Considera que es tomado en cuenta para definir los acuerdo o reglas sobre el agua en su municipio	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre
<b>Participación</b>						
39.	Asiste a las reuniones o asambleas en barrio/ municipio donde se traten asuntos del agua potable	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre
40.	Da su opinión en las reuniones o asambleas del agua potable	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre
41.	Considera que sus opiniones son tomadas en cuenta por el resto de las personas	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre
42.	Participa en las acciones del sistema de agua como el mantenimiento, limpieza de tanques, de manantiales, otros	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre
<b>Transparencia</b>						
43.	Considera que los comités de agua potable/municipio rinden cuentas sobre los gastos e ingresos del agua	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre
44.	Los comités de agua/municipio le comunican todo sobre lo que hacen y planean hacer con el sistema de agua potable/entubada	Nunca	Algunas veces	A menudo	Frecuente mente	Siempre

## De los conflictos

45. ¿Sabe usted si por la forma de regular el agua a través de los comités, se han presentado conflictos entre los usuarios y/o con los representantes? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

46. Podría mencionar tres tipos de conflictos frecuentes:

a. Conflicto 1: \_\_\_\_\_

b. Conflicto 2: \_\_\_\_\_

c. Conflicto 3: \_\_\_\_\_

47. ¿Cuáles son las formas de resolver los conflictos por el agua en su municipio, como por ejemplo: cuando no quieren pagar el agua, cuando existe problemas entre vecino por las tomas de agua entre otros?

a) Llamar a asamblea \_\_\_\_\_

b) El Comité lo discute \_\_\_\_\_

c) El Municipio lo arregla \_\_\_\_\_

d) Otros \_\_\_\_\_

48. ¿Cuáles son las sanciones que se le aplican a las personas que no cumplen con las reglas o acuerdo del comité o la asamblea?

---

---

---

49. ¿Las sanciones son mayores cuando la infracción es grave o todas las sanciones son iguales sin importar la gravedad de la infracción? \_\_\_\_\_

—

## SUMINISTROS Y USO DEL AGUA EN EL HOGAR

50. ¿Cuáles son las formas por las que obtiene agua para su hogar? Servicio público\_\_\_\_\_ Tubería propia conectada a algún manantial\_\_\_\_\_ pozo propios\_\_\_\_\_ pipas de agua publicas\_\_\_\_\_ compra de pipas\_\_\_\_\_

Suministro del agua		1	2	3	4	5
51.	Si obtiene agua por parte del servicio público, que tan frecuente es el abastecimiento de agua en su hogar	No tiene	Poco regular	Regular	Frecuente	Siempre hay
Uso doméstico del agua (Por día)						
52.	¿Cuánta agua usa aproximadamente en el excusado?	0L	1-10L	11-25L	26-35L	>40L
53.	¿Cuánta agua usa aproximadamente para bañarse?	0L	1-10L	11-25L	26-35L	>40L
54.	¿Cuánta agua usa aproximadamente para lavar ropa?	0L	1-10L	11-25L	26-35L	>40L
55.	¿Cuánta agua usa aproximadamente para lavar automóvil?	0L	1-10L	11-25L	26-35L	>40L
56.	¿Cuánta agua usa aproximadamente para lavar trastes?	0L	1-10L	11-25L	26-35L	>40L
57.	¿Cuánta agua usa aproximadamente para el riego del jardín?	0L	1-10L	11-25L	26-35L	>40L
58.	¿Cuánta agua usa aproximadamente para su negocio?	0L	1-10L	11-25L	26-35L	>40L
59.	¿Cuánta agua usa aproximadamente de agua de garrafón?	0L	1-10L	11-25L	26-35L	>40L

60. ¿En dónde almacena agua en su hogar? Cisternas\_\_\_\_\_ tinacos\_\_\_\_\_ tanques de almacenamiento\_\_\_\_\_ otros\_\_\_\_\_

### Costos del agua

61. ¿Usted utiliza el agua de la llave para beber? Si\_\_\_\_\_ no\_\_\_\_\_

62. En caso de que no, ¿compran agua de garrafón? Si\_\_\_\_\_ no\_\_\_\_\_

63. ¿Cuántos garrafones compra a la semana?  
\_\_\_\_\_

64. ¿Cuánto le cuesta el garrafón del agua?\_\_\_\_\_

65. ¿Compran pipa de agua? Si\_\_\_\_\_ no\_\_\_\_\_

66. ¿Con que frecuencia compran pipa de agua?\_\_\_\_\_

67. Si tienen fosa séptica, ¿contratan las pipas para vaciarlas? Si\_\_\_\_\_ no\_\_\_\_\_

68. ¿Cuánto les cuesta el vaciado?\_\_\_\_\_



69. ¿Con \_\_\_\_\_ que frecuencia \_\_\_\_\_ lo vacían? \_\_\_\_\_
70. ¿Cuál es la cantidad que pagan por el servicio de agua en su municipio/municipio? \_\_\_\_\_
71. ¿Cada cuánto pagan las cuotas por el servicio de agua en su municipio/municipio? \_\_\_\_\_
72. ¿La cantidad que pagan es fija o depende del consumo que haga? \_\_\_\_\_

### **Aguas de desecho**

73. ¿El tipo de excusado que tiene usa agua? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_
74. En caso afirmativo ¿A dónde van sus desechos de su excusado? A una fosa séptica \_\_\_\_\_ baño ecológico \_\_\_\_\_ una zanja a cielo abierto \_\_\_\_\_ tuberías de drenaje público \_\_\_\_\_ al río \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

### **ASPECTOS AMBIENTALES Y SU PERCEPCIÓN A FUTURO**

#### **a) BOSQUE/REFORESTACION/SUELOS**

75. ¿Sabe Usted si en su municipio/municipio hay áreas con bosque? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_
76. ¿Conoce que tipo de bosques tienen? Encinos \_\_\_\_\_ Pinos \_\_\_\_\_ Huajales \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_
77. ¿En su municipio/municipio tienen alguna celebración cultural sobre el bosque? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_ ¿Podría describirlo?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
78. ¿Conoce si en su municipio/municipio hay acuerdos, reglas o leyes sobre el cuidado del bosque? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_
79. En caso afirmativo, ¿estas reglas están escritas? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_
80. En caso de que estén escritas, sabe ¿En qué tipo de documento están escritas?

Leyes federales \_\_\_\_\_

Leyes locales \_\_\_\_\_

Actas de asambleas \_\_\_\_\_

Estatutos Comunales/Ejidales \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

81. ¿Han realizado acciones de reforestación en su municipio/municipio? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

82. En caso afirmativo, ¿Quiénes las han realizado?

Municipio \_\_\_\_\_

Comités de agua \_\_\_\_\_

Usuario \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

83. ¿Cada cuando realizan reforestación en su municipio/municipio?

Cada 6 meses \_\_\_\_\_ cada año \_\_\_\_\_ cada 2 años \_\_\_\_\_ Otra frecuencia (indicar) \_\_\_\_\_

84. ¿Han realizado obras de retención de suelo en su municipio/municipio? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

85. ¿Quiénes las han financiado? Municipio \_\_\_\_\_ Comités de agua \_\_\_\_\_ Usuario \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

86. ¿Qué acciones considera se debería de realizar para conservar el bosque?

a) Poner letreros de cuidar los bosques \_\_\_\_\_

b) Controlar incendios \_\_\_\_\_

c) Educación ambiental \_\_\_\_\_

d) Reforestar \_\_\_\_\_

e) Otros \_\_\_\_\_

87. ¿Quién considera que debe realizar estas acciones?

a) El comité del agua \_\_\_\_\_

b) El municipio \_\_\_\_\_

c) CONAGUA \_\_\_\_\_

d) Los Usuarios \_\_\_\_\_

e) Otros \_\_\_\_\_

88. ¿Cómo percibe la pérdida del bosque en su municipio/municipio en los últimos 10 años?

a) Ha aumentado

**b) Ha disminuido**

c) Se ha mantenido igual

**AGUA (MANANTIALES, RIOS, POZOS)**

89. ¿Hay ríos o riachuelos en su municipio/municipio? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

90. ¿Podría decirnos los nombres de los ríos o riachuelos de su municipio/municipio? \_\_\_\_\_

—

91. ¿Hay manantiales en su municipio/municipio? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ ¿Cuántos? \_\_\_\_\_

92. ¿En su municipio/municipio tienen alguna celebración cultural sobre el río? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ ¿Podría describirlo?

\_\_\_\_\_

—

93. ¿En su municipio/municipio tienen alguna celebración cultural sobre los manantiales? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ ¿Podría describirlo?

\_\_\_\_\_

—

94. ¿En su municipio/municipio tienen alguna celebración cultural sobre agua? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ ¿Podría describirlo?

\_\_\_\_\_

—

95. ¿Conoce si en su municipio/municipio hay acuerdos, reglas o leyes sobre el cuidado del agua? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

96. En caso afirmativo, podría decirme si ¿estas reglas/acuerdos están escritos? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

97. ¿Si las reglas/acuerdos están escritos, sabe en qué tipo de documento están? Leyes federales \_\_\_\_

Leyes locales \_\_\_\_\_

Actas de asambleas \_\_\_\_\_

otros \_\_\_\_\_

98. Usted sabe ¿Cuántas obras hidráulicas han construido en sus municipio/municipio en los últimos 10 años? \_\_\_\_\_

99. En caso afirmativo, indique de que tipo son:

d) obras de retención de agua mediante gaviones en cauces o riachuelos \_\_\_\_\_

e) construcción de pozos de captación para recargar el acuífero \_\_\_\_\_

f) Otros (indicar cuales) \_\_\_\_\_

100. ¿Quiénes las han financiado? Municipio \_\_\_\_ Comités de agua \_\_\_\_ usuario \_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

101. ¿Cuánto pozos de captación se han construido en su municipio/municipio en los últimos 10 años? \_\_\_\_\_

102. ¿Recoge el agua de las lluvias para el uso doméstico? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
103. ¿En qué medio recogen el agua de lluvia? Cubetas \_\_\_\_ tinacos \_\_\_\_ cisternas \_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_
- ¿Qué acciones considera que debe realizarse para conservar el agua? Reforestar \_\_\_\_\_
  - Captar agua de lluvia \_\_\_\_\_
  - Limpiar los ríos, manantiales y pozos \_\_\_\_\_
  - Obras de ayuda a infiltrar agua a los acuíferos \_\_\_\_\_
- Otros \_\_\_\_\_ ¿Quiénes considera que deban de realizar estas acciones? El comité del agua \_\_\_\_\_
  - El municipio \_\_\_\_\_
  - CONAGUA \_\_\_\_\_
  - Los Usuarios \_\_\_\_\_
  - Otros \_\_\_\_\_
104. ¿Percibe que en los últimos 10 años, el agua que llega a la toma domiciliaria puede estar contaminada? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_.
105. En caso afirmativo, mencione tres indicadores que NOTA en el agua que llega a SU domicilio:
- Indicador  
\_\_\_\_\_
  - Indicador  
\_\_\_\_\_
  - Indicador  
\_\_\_\_\_
106. En los últimos 10 años ¿ha habido escasez de agua en su municipio/barrio? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
- En caso afirmativo, podría indicarme si la escasez de agua en la municipio/barrio en los últimos años a: Ha aumentado b) Se ha mantenido igual c) Ha disminuido
107. ¿Podría decirme a que cree que se deba esa escasez de agua para los habitantes de su municipio/barrio? \_\_\_\_\_
- 
108. ¿Se han registrado inundaciones en su municipio/municipio en los últimos 10 años? Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ ¿Cuántas veces por año? \_\_\_\_\_
109. ¿Cómo percibe el crecimiento de la población en su municipio/municipio?
- Ha aumentado
  - Se ha mantenido igual
  - Ha disminuido ¿Considera que el agua será suficiente con el crecimiento poblacional en su municipio/ municipio dentro de 10 años?  
Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_
- ¿Por qué? \_\_\_\_\_

110. Sabe si otra municipio amenaza con obstruir, contaminar o controlar el agua que llega a su municipio/municipio?\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

111. ¿Le gustaría agregar algo más al respecto del agua? Si\_\_\_\_ no\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_

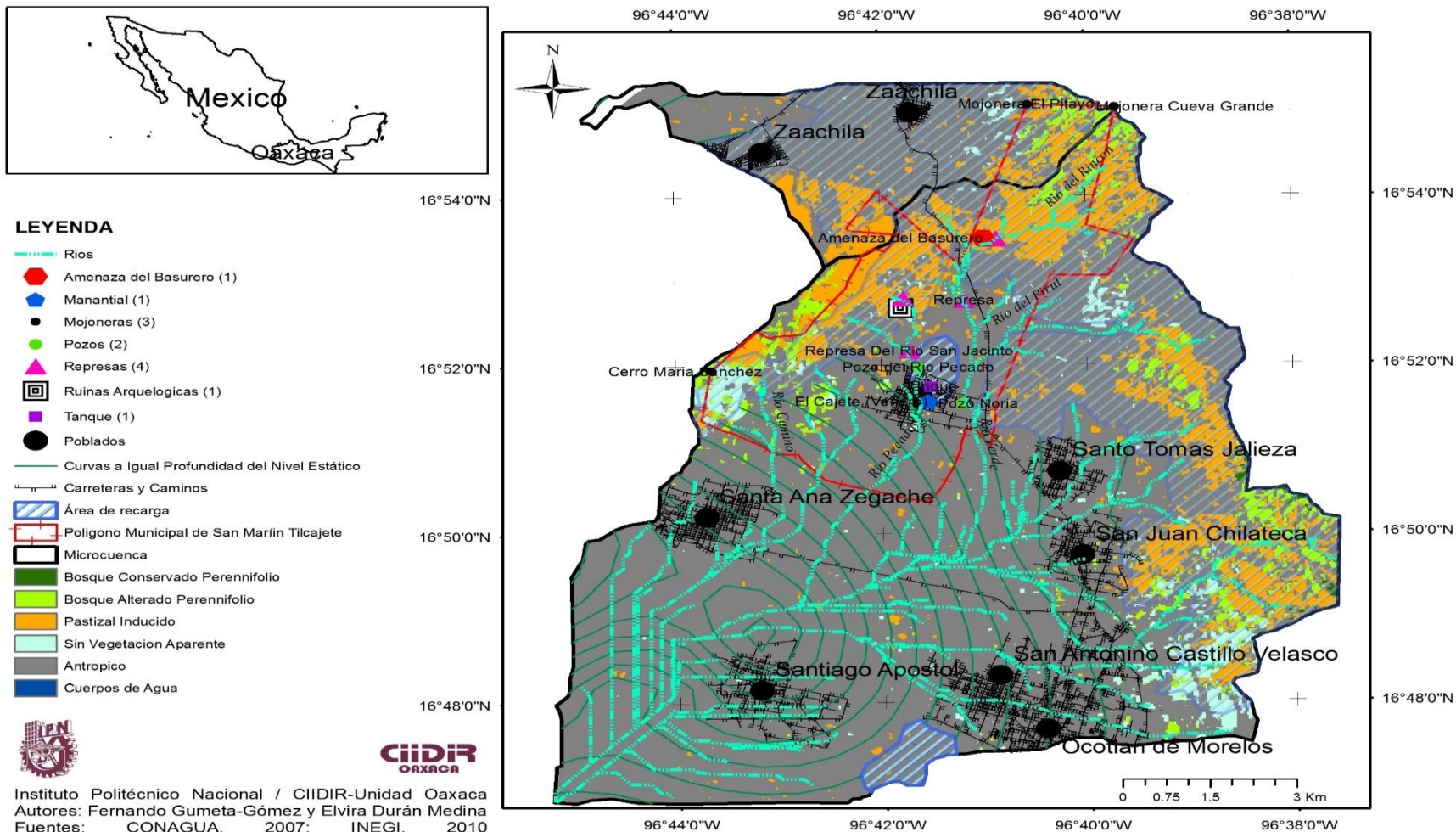
\_\_\_\_\_

**!!! MUCHAS GRACIAS!!!!**

**ANEXO 4. Mapa entregado al CAS de Tilcajete. Microcuencas, los afluentes de agua y la infraestructura de abasto de agua.**

**MAPA DE LA MICROCUENCA RÍO VERDE Y RÍO PECADO**

Cobertura Vegetal y Uso de Suelo, Afluentes de Agua e Infraestructura de Abasto de Agua de San Martín Tilcajete



## ANEXO 5. Material de divulgación científica realizado para el CAs de Barrio San Juan de Cuilápam de Guerrero

**¡No se aprecia el valor del agua hasta que se seca el pozo!**

Aunque como Barrio San Juan tienen uno de los sistemas de manejo del agua más eficientes y con características que se reconocen a nivel mundial como buenas, aun no tienen la tarea finalizada.

Ahora yo les pregunto, *¿No creen que sería necesario también incorporar dentro del reglamento normas para proteger, conservar y restaurar áreas de recarga hídrica?*

**¡Nos parece una excelente idea!**

Deben de buscar la manera de abordar todos los problemas del agua y de toda la cuenca. Las áreas de recarga hídrica tienen que protegerse y recuperar los bosques que en su mayoría han desaparecido. Por último, deben de asegurarse que las descargas de agua residuales o las fosas sépticas no infiltren aguas negras que puedan contaminar los pozos de los que se abastecen de agua.

**¡Todo esto por el bien de todos y de la comunidad!**



*¡Somos como gotas de agua, que unidos, organizados y estando de acuerdo podemos lograr grandes proezas, como el río que ara la roca y mueve montañas!*

**Comité de Agua del Barrio San Juan  
Instituto Politécnico Nacional/  
CIIDIR – Unidad Oaxaca**

Autor: Fernando Gumbata-Gómez y  
Elyra Dairán Méndez

**ASAMBLEA  
Usuarios del Agua Potable  
Barrio San Juan,  
Cuilapam de Guerrero**

**Revisión del  
Reglamento del Sistema  
de Agua Potable del  
Barrio San Juan**



*... Si entre todos revisamos el reglamento del sistema de agua potable, estaremos mejor organizados y tendremos reglas claras y justas.*

## ¡Algo que debemos saber antes de todo!

*¿Sabías que el agua del río Valiente proviene de la lluvia que escurre y se infiltra en las montañas del municipio de Cuilapam?*



Pues cuando cae la lluvia, la mayor parte del agua escurre y se concentra en ríos como el caso del Río Valiente; a toda el área donde escurre el agua los científicos le llaman **Cuenca**. Además, parte del agua de lluvia se infiltra por debajo del suelo, que es la que luego extraemos de los pozos para nuestro uso. A las áreas donde se infiltra el agua se les llama zonas de **Recarga Hidrica**.

Por ello, la cuenca del río Valiente es muy importante por que de ahí proviene el agua que abastece al barrio.

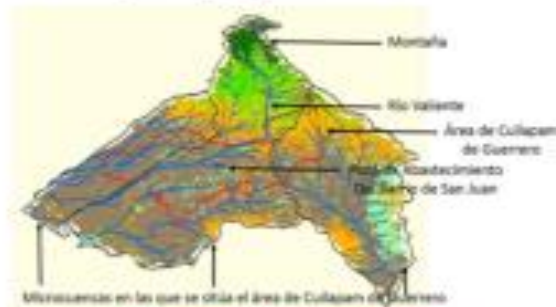
**Sin embargo, hemos identificado varios problemas de la cuenca del río Valiente**

1. La zona de recarga hídrica tiene bosque pero se encuentra en áreas de conflicto.

2. El área de recarga hídrica del municipio de Cuilapam casi no tiene bosque y esta muy deteriorada

3. Hay un basurero en la parte alta que pudiera estar contaminando el agua del pozo.

4. el aumento de la urbanización y pavimentación de calle esta disminuyendo el agua que se infiltra.



**¡Huy parece grave el asunto!**

## Reglas del Sistema de Agua Potable

**¿Bueno y todo esto como se relaciona con la reglas del sistema de agua potable del barrio?**

Ustedes como barrio tienen un buen sistema de manejo del agua formado por ciudadanos, por lo que se encuentran bien organizados.

De hecho cumplen con varias virtu-

des que los científicos han llamado como **Buena Gobernanza del Agua**. Ya que cumplen con ciertos principios que en el resto del mundo se ha visto que hace exitoso el manejo de un recurso como el agua. En su caso, estos principios los han aplicado así:

1. Tienen definido claramente el pozo donde proviene su agua y quienes son los usuarios que tienen acceso a ella.
2. Tienen reglas específicas de quien, como, cuando y en que cantidad tienen acceso al agua; y los costos por ella.
3. Todos participan para decidir sus reglas y puede modificarlas entre todos. De hecho en la última asamblea se discutió la necesidad de replantear el reglamento por que algunas reglas son confusas.
4. Entre todos monitorean a todos para que se haga buen uso del agua
5. Las sanciones o multas son graduadas, es decir que son mas fuertes entre mayor es la falta
6. La asamblea soluciona los conflictos que pueden surgir a falta de claridad en las reglas.
7. No se cuestiona sus derechos de organizarse como Comité de agua ante la autoridad municipal.



**ANEXO 6. Constancias de participación a congresos y seminarios internacionales e institucionales para presentar apartados de la tesis.**





**Instituto Politécnico Nacional**  
**Secretaría de Investigación y Posgrado**  
 Coordinación de Operación y Redes de Investigación y Posgrado  
 "La Técnica al Servicio de la Patria"



Otorga la presente Constancia a

**Duran Medina Elvira, Rivera Garcia Raúl, Gomez Gumeta Fernando,  
 Antinori Camille, Rausser Gordon**

Por su participación como Conferencista, con la ponencia intitulada

**Mapping "virtuous" management of forest carbon stocks in five forestry  
 communities in Oaxaca, Mexico**

en el marco de las actividades del  
**2º Congreso Internacional de la Red de Medio Ambiente**  
 realizado en la Ciudad de Oaxaca de Juárez del 22 al 24 de Octubre de 2014

**Dra. Norma Patricia Muñoz Sevilla**  
 Secretaria de Investigación y Posgrado  
 y Coordinadora de la Red de Medio Ambiente





UNIVERSIDAD  
DE GUANAJUATO

CAMPUS GUANAJUATO  
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS  
OTORGA LA PRESENTE

# CONSTANCIA

A

FERNANDO GUMETA-GÓMEZ, ELVIRA DURÁN MEDINA,  
DAVID BARTON BRAY

POR LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO EN EL XIV SEMINARIO IBEROAMERICANO  
DE REDES DE AGUA Y DRENAJE (SAREA 2015), TITULADO:  
"PARTICIPACIÓN SOCIAL EN LA GOBERNANZA Y GESTIÓN LOCAL DEL AGUA PARA USO DOMÉSTICO EN TRES CASOS DE AMÉRICA LATINA"  
QUE SE LLEVÓ A CABO DEL 07 AL 10 DE SEPTIEMBRE DE 2015.



ATENTAMENTE  
"LA VERDAD OS HARÁ LIBRES"  
GUANAJUATO, GTO., 10 DE SEPTIEMBRE DE 2015

DR. LUIS ENRIQUE MENDOZA PUGA.  
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN  
DE INGENIERÍAS.

MTRO. VICTOR GUILLERMO FLORES RODRÍGUEZ  
SECRETARIO ACADÉMICO  
DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

Folio / 3252



**LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR**  
El Departamento Académico de Biología Marina del Área de Conocimiento  
de Ciencias del Mar a través del Programa de Posgrado en Ciencias  
Marinas y Costeras

Otorga la presente

**CONSTANCIA**

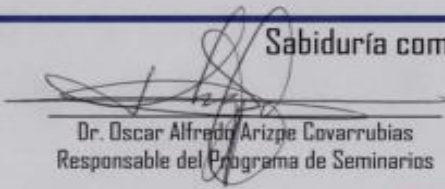
AL

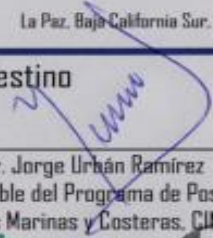
**M en C. Fernando Gumeta Gómez**


Por su valiosa participación en el **Seminario del Programa de Posgrado "Ciencias Marinas y Costeras, CIMACO"** con la presentación de la ponencia magistral titulada: **"Comités ciudadanos del agua potable: Un modelo para asegurar la provisión del servicio y la sustentabilidad del acuífero de los Valles Centrales de Oaxaca"**, el 19 de octubre 2015, en el Auditorio del Área de Conocimiento de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Baja California Sur duración 2 hrs.

La Paz, Baja California Sur, 11 de noviembre del 2015

**Sabiduría como meta, patria como destino**

  
Dr. Oscar Alfredo Arizpe Covarrubias  
Responsable del Programa de Seminarios

  
Dr. Jorge Urbán Ramírez  
Responsable del Programa de Posgrado  
"Ciencias Marinas y Costeras, CIMACO"

  
Dr. Enrique Alejandro Gómez Gallardo Inzueta  
Jefe del Departamento Académico de Biología Marina



**ANEXO 7. Constancia de inscripción en el programa de Intercambio estudiantil en el CATIE Turrialba, Costa Rica.**



Turrialba, Costa Rica, 07 de noviembre de 2014  
DE-1210

*A quien corresponda*

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es un centro internacional dedicado a la excelencia en enseñanza de Posgrado. Con 70 años de experiencia ofreciendo educación superior, es una institución líder que ofrece programas a nivel de **maestría y doctorado**, y cuenta además con un **Programa de Intercambio** estudiantil.

Nuestros Programas están enfocados en temas relacionados con los recursos naturales, en los que CATIE cuenta con reconocido prestigio. Un profesorado multicultural asegura que se cumplan los estándares internacionales de la oferta educativa.

El Sr. **Fernando Gumeta Gómez**, de nacionalidad mexicana, se encuentra inscrito en nuestro *Programa de Intercambio*, bajo la supervisión del M.Sc. Roger Villalobos ([rvillalo@catie.ac.cr](mailto:rvillalo@catie.ac.cr)).

El Sr. Gumeta realizará su pasantía del **14 de enero al 14 de abril 2015**, en la Sede Central del CATIE en Turrialba, Costa Rica

Atentamente,

Ariadne Jiménez Quesada, M.Sc.  
Encargada, Oficina de Admisiones  
Escuela de Posgrado, División de Educación  
Tel: (506) 2558-2631; Fax: (506) 2556-1016  
E-mail: [ajimenez@catie.ac.cr](mailto:ajimenez@catie.ac.cr)

**ANEXO 8. Mención honorífica obtenida en el Concurso Internacional de Fotografía organizado por la FAO para el XIV World Forestry Congress 2015, Durban, Sudafrica, el cual fue puesto en el calendario People and Forest 2016. Esta foto fue tomada durante los recorridos a las áreas de recarga hídrica con bosque del ejido de Jalapa del Valle y que fueron parte del trabajo de campo de la tesis.**





**Fernando Gumeta Gómez**

A break from the heights (Mexico)

After a lengthy inspection and monitoring of the community forest, two people take a well-deserved rest while they wait for their companions to climb down from the top of a pine tree.

SPECIAL COMMENDATION ©FAO/Fernando Gumeta Gómez