e-ISSN: 2395-9177 / ISSN print: 0185-9439

Article / Artículo
SECTION: *Social movements*
SECCIÓN: *Movimientos sociales*

https://doi.org/10.5154/r.textual.2025.06.010

ORGANIZATION OF RURAL IRRIGATION IN TWO ZAPOTEC COMMUNITIES IN THE CENTRAL VALLEYS OF OAXACA

ORGANIZACIÓN DEL RIEGO CAMPESINO EN DOS COMUNIDADES ZAPOTECAS DE LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA

Isabel Selene Benitez-Ávila[1*]; Rosalía Camacho-Lomelí[2]; Edgar Talledos-Sánchez[3]; Germán Santacruz-de León[4]

ABSTRACT

This article analyzes the rural irrigation system in the Zapotec communities of Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana, located in the Central Valleys of Oaxaca, on the banks of the polluted Atoyac River. This text begins with the recognition that access to water for irrigation is not only a technical problem, but also a political, cultural, and environmental one. The objective is to examine how these communities, through their internal regulatory systems, collectively manage groundwater to sustain family farming and ensure food security. The study employs a qualitative methodology based on fieldwork, participant observation, and interviews with local and regional stakeholders, including local authorities, water committees, and farmers involved in irrigation. The results reveal that community irrigation combines ancestral knowledge and modern techniques, enabling the maintenance of community-based management and organization of irrigation water in the face of increasingly intense urban pressures on their lands. The discussion highlights their capacity to adapt to challenges such as rising costs, internal tensions, and overexploitation of the aquifer. It is concluded that these systems represent current forms of local organization for access to water, with relevance to water justice and food sovereignty.

KEYWORDS: territory, wells, access to water, farmers, zapotecs.

[1]Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Oaxaca, Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja número 125, esquina Calzada Tecnológico, C. P. 68030, México.
[2]Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Oaxaca, Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja número 125, esquina Calzada Tecnológico, C. P. 68030, México.
[3]Universidad Autónoma Metropolitana-SECIHTI, Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso número 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C. P. 04960, México.
[4]Colegio San Luis, Parque Macul número 155, Colinas del Parque, C. P. 78294, México.
*Corresponding author: ene.b.a.1218@gmail.com Tel: 9511999980
Please cite this article as follows (APA 7): Benitez-Ávila, I. S., Camacho-Lomelí, R., Talledos-Sánchez,& E., Santacruz-de León, G. (2026). Organization of rural irrigation in two Zapotec communities in the Central Valleys of Oaxaca. Textual, 86, e25010
doi: https://doi.org/10.5154/r.textual.2025.06.010

Received: June 20, 2025. | Accepted: April 20, 2026. | Published online: June 22, 2026

RESUMEN

Este artículo analiza el sistema de riego campesino en las comunidades zapotecas de Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana, ubicadas en los Valles Centrales de Oaxaca, a orillas del contaminado río Atoyac. En este texto se parte del reconocimiento de que el acceso al agua para riego no es solo un problema técnico, sino también político, cultural y ambiental. El objetivo es examinar cómo estas comunidades, a través de sus sistemas normativos internos gestionan colectivamente el agua subterránea para sostener la agricultura familiar y garantizar la seguridad alimentaria. Con una metodología cualitativa basada en trabajo de campo, observación participante y entrevistas a protagonistas locales y regionales como autoridades locales, comités de agua y campesinos regantes. Los resultados revelan que el riego comunitario articula saberes ancestrales y técnicas modernas, que permiten mantener una gestión y organización del agua para riego de forma comunitaria frente a presiones urbanas cada vez más fuertes, de sus tierras. La discusión destaca su capacidad de adaptación ante retos como el aumento de costos, las tensiones internas y la sobreexplotación del acuífero. Se concluye que estos sistemas representan formas vigentes de organización local para el acceso al agua, con relevancia frente a la justicia hídrica y la soberanía alimentaria.

PALABRAS CLAVE: Territorio, pozos, acceso al agua, campesinos, zapotecos.

INTRODUCTION

Small-scale rural irrigation has attracted attention for its efficiency and productivity, and above all for the alternatives it offers in the management of natural resources, such as water. Consequently, the study of community organizations and collective action groups involved in the management and operation of irrigation systems offers pathways to social and environmental sustainability (Wittfogel, 2002; Sánchez, 2005).

Ostrom's (1990) studies have shown that irrigation systems organized as collectively managed systems can be more sustainable, efficient, and equitable than those managed exclusively by government or private entities. These systems

INTRODUCCIÓN

El pequeño riego campesino ha llamado la atención por su eficacia y productividad, sobre todo, por las alternativas que ofrece en el manejo de bienes naturales, como el agua. Por lo que el estudio de las organizaciones comunitarias y de las organizaciones de acción colectiva vinculadas a la gestión y operación de sistemas de riego ofrece escenarios de sustentabilidad social y ambiental (Wittfogel, 2002; Sánchez, 2005).

Los estudios de Ostrom (1990) han documentado que los sistemas de riego tramitados como sistemas de riego de gestión colectiva, pueden ser más sostenibles, eficientes y equitativos que aquellos gestionados exclusivamente por instan-

are viewed as a social and historical construct, in which communities collectively determine access to water, the creation or preservation of rights, and the establishment of a regulatory framework that maintains and safeguards access to water resources, thereby shaping social agreements and power dynamics among their members (Apollin & Eberhart, 1998). In this sense, rural communities organize the use, maintenance, and distribution of water in contexts of scarcity and high climate variability (Meinzen-Dick, 2007).

It is worth noting that, within the irrigation systems established by farmers through their own communities and organizations, three key aspects have been identified: first, the social organization is democratically managed; second, the organization is cohesive—that is, united—and decisions are made collectively; and third, irrigation is inevitably a source of conflict, and the organization can serve as an alternative for its containment (Mass & Anderson, 1997; Gelles, 2002). Thus, it is recognized that the community is the driving force behind social organization and that water is what gives it meaning (Apollin & Eberhart, 1999; Boelens, 2000).

Small-scale irrigation community organizations are self-managed institutions that manage a vital resource such as water through collective practices, drawing on their customs, traditions, and local administrative and organizational practices to ensure effective management of water, irrigation, and their irrigated lands (Palerm & Martínez, 2000). However, this is not without challenges in securing financias estatales o privadas. Estos sistemas, son considerados como una construcción social e histórica, en donde las comunidades trabajan colectivamente las formas de acceso al agua, la creación o conservación de los derechos, el establecimiento de un sistema normativo que permite mantener y conservar el acceso a los recursos hídricos, condicionando los acuerdos sociales y las relaciones de poder entre sus integrantes (Apollin & Eberhart, 1998). En este sentido, las comunidades campesinas organizan el uso, mantenimiento y distribución del agua en contextos de escasez y alta variabilidad climática (Meinzen-Dick, 2007).

Cabe destacar que, dentro de los sistemas de riego constituidos por los campesinos desde sus propias comunidades y organización, se han identificado tres aspectos relevantes: primero, la organización social tiene una administración democrática; segundo, la organización es cohesiva, es decir unida, donde las decisiones se someten a la colectividad; y tercero, el regadío es inevitablemente fuente de conflicto y la organización puede ser una alternativa para su contención (Gelles, 2002; Mass & Anderson, 1997). Entonces, se reconoce que la comunidad es el motor de la organización social y que el agua es lo que da sentido (Apollin & Eberhart, 1999; Boelens, 2000).

Las organizaciones comunitarias de pequeño riego son instituciones autogestivas encargadas de administrar un recurso vital: el agua. Su gestión se realiza mediante prácticas colectivas que integran costumbres, tradiciones y métodos locales, tanto administrativos como

cial resources or without internal conflicts or disputes with neighbors. There is also a relationship with the federal, state, and municipal governments regarding the legal and political framework governing water and the hydro-agricultural infrastructure involved in its management and administration.

All of this makes the management and organization of rural irrigation a complex territorial and sociopolitical phenomenon, featuring a wide variety of social management practices to regulate water rights and uses, where organizational structures, customs, and traditions, the right to water, and internal rules for the self-managed operation of irrigation systems allow them to coexist, persist, and endure despite federal, state, and municipal legislative changes regarding water (Boelens et al. 2006; Sandré, 2013).

Internationally, there are documented examples in countries such as Peru, Ecuador, and Bolivia, where irrigation systems operate through internal rules, assemblies, rotating leadership roles, and collective work to clean canals and distribute water (Boelens & Zwarteveen, 2005; Coward, 1985). These forms of organization are key to maintaining water infrastructure and ensuring access to the resource among multiple users, without direct intervention by a municipal or state authority. In many cases, these practices are intertwined with the communities' worldview and culture, which gives them political and symbolic dimensions, in addition to their practical function (Boelens, 2008).

organizativos, lo que les permite un manejo eficaz del agua, el riego y las tierras irrigadas (Palerm & Martínez, 2000). Sin embargo, este proceso no está exento de dificultades, ya que enfrentan limitaciones para obtener recursos económicos, así como conflictos internos o con comunidades vecinas. Además, mantienen una relación con los gobiernos federal, estatal y municipal, derivada del marco legal y político que regula la propiedad del agua, así como la infraestructura hidroagrícola y su gestión.

Todo esto hace que el manejo y organización del riego campesino se presente como un fenómeno territorial y sociopolítico complejo, con una gran variedad de formas de gestión social para regular los derechos y usos del agua, donde las estructuras organizacionales, usos y tradiciones, el derecho al agua y las reglas internas en el manejo autogestivo de los sistemas de riego permiten que coexistan, persistan y no desaparezcan a pesar de los cambios legislativos federales, estatales y municipales en materia hídrica (Boelens et al. 2006; Sandré, 2013).

Internacionalmente, se han documentado experiencias en países como Perú, Ecuador y Bolivia, donde los sistemas de riego funcionan a través de reglas internas, asambleas, rotación de cargos y trabajo colectivo para la limpieza de canales y distribución del agua (Boelens & Zwarteveen, 2005; Coward, 1985). Estas formas de organización son clave para mantener la infraestructura hidráulica y asegurar el acceso al recurso entre múltiples usuarios, sin intervención directa de una au-

However, there are examples of farmer-managed irrigation systems in Spain, Ecuador, Cambodia, and Mozambique where, according to Hoogesteger et al. (2023) the maintenance of irrigation systems does not depend solely on collective action, since their sustainability is based on a hybrid approach consisting of a combination of individual practices, collective practices, or the involvement of external actors to ensure the system's operation and sustainability.

Similarly, this is the case with community-based adaptations, particularly in rice farming, which show that access to irrigation water, land ownership, water abstraction methods, along with community groups composed of diverse members—given their socioeconomic, political, ethnic, and cultural conditions—are key factors influencing farmers' decisions to participate in water management (Karki & Yokota, 2025).

In the case of Mexico, the organization of irrigation in rural communities has deep roots, as it has been part of the structure of their cities and food production systems since pre-Hispanic times. This system survived the transformations brought about by colonization, agrarian reform, and 20th-century agricultural policies (Palerm-Viqueira, 1990). Throughout the country, there are numerous examples of community-based irrigation organizations that combine ancestral knowledge with contemporary practices that have been adapted to local contexts in accordance with formal and informal institutional arran-

toridad municipal o estatal. En muchos casos, estas prácticas se articulan con la cosmovisión y cultura de las comunidades, lo que otorga dimensiones políticas y simbólicas, además de su función práctica (Boelens, 2008).

No obstante, existen casos de sistemas de riego gestionados por los agricultores en España, Ecuador, Camboya y Mozambique, en donde, según Hoogesteger et al. (2023) el mantenimiento de los sistemas de riego no depende únicamente de la acción colectiva, puesto que la sostenibilidad de éstos se basa en una acción híbrida que consiste en una combinación de prácticas individuales, prácticas colectivas o la participación de agentes externos para garantizar el funcionamiento y la sostenibilidad del sistema.

Asimismo, acontece con las adaptaciones comunitarias, particularmente en cultivos de arroz que demuestran que la accesibilidad al agua de riego, la propiedad de la tierra, los métodos de toma de agua, junto con grupos comunitarios compuestos de manera diversa, dadas sus condiciones socioeconómicas, políticas, étnicas y culturales, son condiciones axiales que influyen en la decisión de los agricultores para participar en la gestión del agua (Karki & Yokota, 2025).

En el caso de México, la organización del riego en comunidades campesinas tiene raíces profundas, debido a que, desde el mundo prehispánico, fue parte de la estructura de sus ciudades y formas de producir alimentos. Lo que pervivió en las transformaciones derivadas de la coloni-

gements, within a framework of various municipal, state, and federal government levels.

Research on this topic has highlighted the importance of irrigation modules, irrigation units, water user associations, and community committees as organizational structures that enable the management of water resources, the resolution of conflicts, and the coordination of collective efforts for infrastructure maintenance (Guevara & Torres, 2016; Romano, 2012). In this regard, it is important to highlight the difference between irrigation modules, irrigation units, and what is meant by community water committees.

In this regard, it is important to recall that, as Jacinta Parlem (2020) notes:

> *"Irrigation modules are subdivisions of irrigation districts and the result of the transfer or handover—albeit partial—of administrative control to the irrigators"* (p. 2).

This development took place during the neoliberal reforms, during which the federal government, through the National Water Commission [CONAGUA, by its Spanish acronym], transferred infrastructure to irrigators under the structure of a limited liability company (S. de R. L.), with the S. de R. L. serving as a joint entity for the modules within a district (Palerm, 2000, p. 3). In this way, irrigation modules acquired diverse conditions for organizing water, within their own regions and management conditions.

zación, la reforma agraria y las políticas agrarias del siglo XX (Palerm-Viqueira, 1990). A lo largo del país existen múltiples experiencias de organización comunitaria de riego que combinan saberes ancestrales, prácticas contemporáneas que se han territorializado de acuerdo a los arreglos institucionales formales e informales, en una entramada de diversas escalas gubernamentales municipales, estatales y federales.

Investigaciones al respecto, han destacado la importancia de los módulos de riego, las unidades de riego, las sociedades de usuarios del agua y los comités comunitarios, como estructuras organizativas que permiten gestionar el recurso, resolver conflictos y organizar el trabajo colectivo para el mantenimiento de la infraestructura (Guevara & Torres, 2016; Romano, 2012). En esto hay que destacar la diferencia que existe entre los módulos de riego, las unidades de riego y lo que se entiende por comités comunitarios de agua.

En este sentido, conviene recordar lo señalado por Jacinta Parlem (2020):

> *"los módulos de riego son subdivisiones de los distritos de riego y el resultado de la transferencia —parcial— de la administración a los regantes"* (p. 2).

Este proceso se consolidó durante las reformas neoliberales, cuando el gobierno federal, a través de la Comisión Nacional del Agua [Conagua], transfirió a los regantes la infraestructura correspondiente, bajo la figura de sociedad de responsabilidad limitada (S. de R. L.). Esta modalidad

Within this same diversity of irrigation module conditions, there are also irrigation units, which were structured as independent agricultural irrigation systems—distinct from an irrigation district, generally on a smaller scale—that have their own infrastructure and are directly self-managed by the users. Under Mexico's current political and legal conditions, Community Water and Sanitation Systems have now been legislated and recognized in the current National Water Law as:

> *"Entities composed of members of a community, organized under their own regulatory systems for the purpose of providing drinking water services and, where applicable, wastewater treatment, without a profit motive"* (Official Gazette of the Federation [DOF, by its Spanish acronym], 2025).

This territorial and water management complexity was built into the rural irrigation systems, which took shape and acquired their functions through national, regional, and local transformations; for example, in the case of Oaxaca (which is the focus of this text), the organization of rural irrigation was established through the way in which communities, through their Internal Regulatory Systems, municipalities, municipal agencies, and police forces, as well as ejidos and communal lands, acquired these rights—a fact now recognized in the Constitution of the State of Oaxaca.

Therefore, it can be argued that the importance of small-scale irrigation lies in the efficiency of the system's manage-

agrupa a los módulos de un mismo distrito (Palerm, 2013, p. 3).

De esta manera, los módulos de riego adquirieron condiciones diversas de organizar el agua, dentro de sus propias regiones y condiciones de gestión.

En esta misma diversidad de condiciones de los módulos de riego, también se encuentran las unidades de riego, las cuales se estructuraron como sistemas de riego agrícola independientes, distinto de un distrito de riego, generalmente de menor escala, que cuenta con infraestructura propia y es autogestionado directamente por los usuarios, que en las actuales condiciones políticas y jurídicas de México, ahora se ha legislado y reconocido en la actual Ley Nacional del Agua a los Sistemas Comunitarios del Agua y Saneamiento como:

> *"Instancias conformadas por personas de una comunidad, organizadas bajo sistemas normativos propios con la finalidad de prestar el servicio de agua potable y en su caso, tratamiento de aguas residuales, sin una lógica de lucro o ganancia"* (DOF, 2025).

Esta complejidad territorial y de manejo de agua, se construyó en los sistemas de riego campesino, que adquirieron su forma y funciones en las transformaciones, nacionales, regionales y locales, por ejemplo, para el caso de Oaxaca (que es el que nos ocupa en este texto), la organización del riego campesino se instituyó en la forma como las comunidades en sus Sistemas Normativos Internos, de los mu-

ment and administration through user self-management (Juárez et al., 2023). This is evident, for example, in Ixtacamaxtitlán, Puebla, where the user organization is driven by the need for agricultural irrigation in its units. Similarly, in the Altos de Morelos, social organization is built on the collective and cooperative action of the beneficiaries themselves, whose access to water is achieved through membership in irrigation communities, based on shared identity and local norms. However, these norms no longer guarantee an equitable distribution of water (Vargas-Velásquez, 2024), making it necessary to consider other factors that enable the resilience and adaptation of rural irrigation (Karki & Yokota, 2025).

In southern Mexico, particularly in the state of Oaxaca, community irrigation systems have political significance in relation to Internal Regulatory Systems, as we have already mentioned. Furthermore, irrigation itself is strategic for indigenous communities, both for food production and for the preservation of rural ways of life (Benítez, et al., 2022).

In particular, in the Central Valleys region of Oaxaca, this organization takes on specific characteristics due to pressure on water resources resulting from urban expansion in the Oaxaca Valley and increasing pollution of surface and groundwater bodies. Rural communities in this region have developed their own institutional arrangements for managing irrigation, ranging from communal water committees to *tequio* systems for the maintenance of canals and wells (Benítez et al., 2022; Martínez, 2018).

nicipios y agencias municipales y de policía adquirieron, así como los ejidos y bienes comunales, lo cual se encuentra ya reconocido en la constitución del Estado de Oaxaca.

Por lo tanto, se puede sostener que la importancia del pequeño riego radica en la eficiencia del manejo y la administración del sistema, por medio de la autogestión de los usuarios (Juárez et al., 2023). Lo que es evidente, por ejemplo, en Ixtacamaxtitlán, Puebla, donde la organización de usuarios se impulsa por la necesidad del riego agrícola, en sus unidades. De igual forma, en los Altos de Morelos, la organización social se construye a partir de la acción colectiva y cooperativa de los mismos beneficiarios, cuyo acceso al agua se realiza a través de la pertenencia a comunidades de regantes, basadas en principios identitarios y normas locales. Sin embargo, actualmente estas normas ya no garantizan un reparto equitativo del agua (Vargas-Velásquez, 2024), por lo que resulta necesario contemplar otros factores que permitan la resistencia y adaptación del riego campesino (Karki & Yokota, 2025).

En el sur de México, particularmente en el estado de Oaxaca, los sistemas de riego comunitario tienen importancia política relacionada con los Sistemas Normativos Internos, como ya mencionamos. Además, porque el mismo riego para comunidades indígenas es estratégico tanto para la producción de alimentos como para la reproducción de las formas de vida campesinas (Benítez, et al., 2022).

Particularmente, en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, esta orga-

Despite the challenges faced by the population—such as reduced water availability, a lack of institutional support, and limited financial resources—these forms of community organization make it possible to sustain small-scale agricultural practices and ensure a certain degree of food and territorial autonomy (Velasco, 2019).

The experiences discussed above show that community organization to establish rural irrigation systems involves not only technical and administrative issues, but also social, cultural, and political factors linked to various forms of collective organization and management, local regulations, and strategies developed to defend the land and protect water as a common good.

In this regard, the study of community irrigation systems in the Central Valleys of Oaxaca sheds light not only on the current challenges facing these communities but also on the organizational capacities, knowledge, and practices that sustain rural life. Thus, the objective of this research is to examine how the organization of rural irrigation in two Zapotec communities, Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana, in the Central Valleys of Oaxaca, located on the banks of the Atoyac River, collectively manages groundwater through its internal regulatory systems to sustain family farming and ensure food security. This is essential both for understanding the complexity of local political organization and for identifying the practices and actions that farmers undertake to organize irrigation.

nización adquiere características particulares debido a la presión sobre el recurso hídrico, como consecuencia de la expansión urbana en el valle de Oaxaca y la creciente contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Las comunidades campesinas de esta región han desarrollado arreglos institucionales propios para gestionar el riego, que incluyen desde comités de agua ejidales hasta sistemas de *tequio* para el mantenimiento de canales y pozos (Benítez, et al., 2022; Martínez, 2018).

A pesar de las dificultades que enfrenta la población, como son la reducción de la disponibilidad de agua, la falta de apoyo institucional y la escasez de recursos económicos, estas formas de organización comunitaria permiten sostener prácticas agrícolas de pequeña escala y garantizar cierto grado de autonomía alimentaria y territorial (Velasco, 2019).

Las experiencias analizadas líneas arriba, muestran que la organización de las comunidades para lograr el riego campesino no solo conlleva cuestiones técnicas o administrativas, sino también implica factores sociales, culturales y políticos que se vinculan con las diversas formas de organización y gestión colectiva, las normativas locales y las estrategias generadas para defender el territorio y cuidar el agua como un bien común.

En este sentido, el estudio de los sistemas de riego comunitarios en los Valles Centrales de Oaxaca permite visibilizar no solo los desafíos actuales que enfrentan estas comunidades, sino también las

METHODOLOGY

The research was conducted in the state of Oaxaca, in the Central Valleys region, which is located in the center of the state (Sandoval & Ramos, 2009). The two study communities—Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana—are located in the southern part of the region; both are drained by the Atoyac River (Figure 1). The Atoyac River originates at 2 270 meters above sea level northwest of the city of Oaxaca de Juárez, flows through the state capital in a north-southern direction, running parallel to the urban area, and crosses the Etla, Tlacolula, and Zimatlán valleys longitudinally; the communities under study are located in the latter valley.

Santa Catarina Quiané has a semi-dry, semi-warm climate, with average annual temperatures ranging from 18 to 22 °C and annual precipitation of 600 to 800 mm (Santa Catarina Quiané City Hall, 2023); whereas Zimatlán de Álvarez, the municipality to which San Nicolás Quialana belongs, is characterized by a temperate subhumid climate, with temperatures ranging from 12 to 22 °C and annual precipitation ranging from 600 to 2 500 mm (National Institute of Statistics and Geography [INEGI], 2010).

The study was qualitative in nature, so it primarily relied on structured, semi-structured, and in-depth interviews, field visits, and on-site observations. The interviews were conducted with key stakeholders, including municipal authorities, irrigation committees (respon-

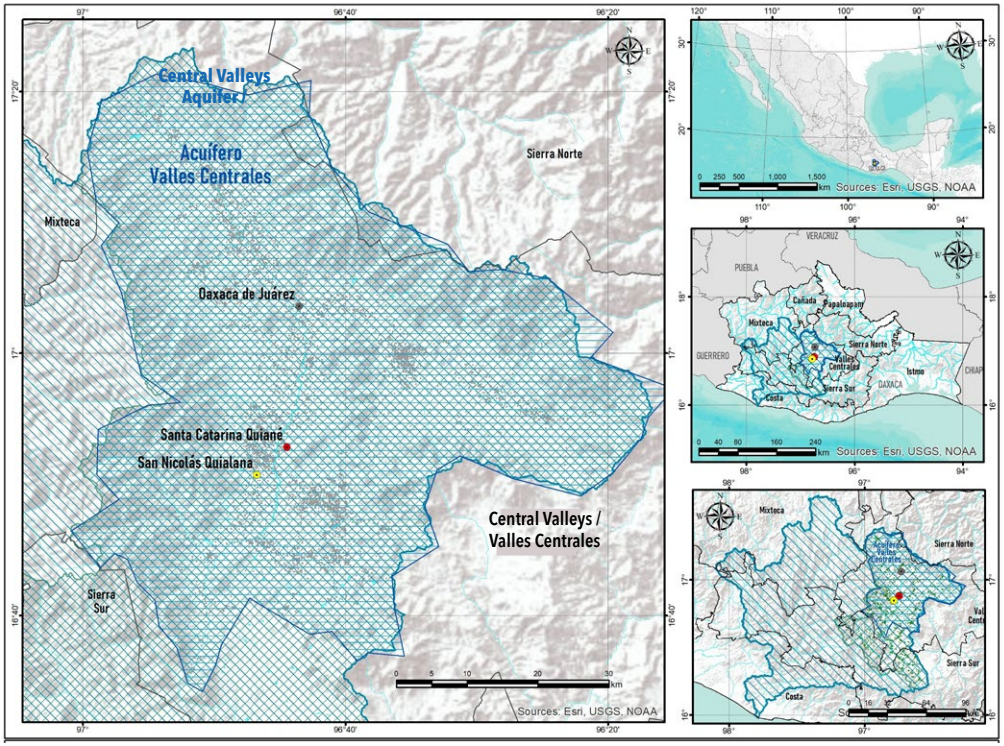
capacidades organizativas, saberes y prácticas que sostiene la vida campesina. Es así que, el objetivo de esta investigación es examinar cómo la organización del riego campesino en dos comunidades zapotecas, Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana, en los Valles Centrales de Oaxaca, ubicadas en los márgenes del río Atoyac, a través de sus sistemas normativos internos gestionan colectivamente el agua subterránea para sostener la agricultura familiar y garantizar la seguridad alimentaria. Lo cual resulta fundamental, tanto para comprender la complejidad de organización política local, como para identificar las prácticas y acciones que los campesinos realizan para organizar el riego.

METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en el estado de Oaxaca, en la región Valles Centrales, que se ubica en el centro del estado (Sandoval & Ramos, 2009). En la zona sur de la región se ubican las dos comunidades de estudio: Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana, las cuales tienen como afluente común el río Atoyac (Figura 1). El río Atoyac nace a 2 270 msnm al noroeste de la ciudad de Oaxaca de Juárez, pasa por la capital del estado, con dirección norte-sur, pendiente a la mancha urbana y cruza longitudinalmente los valles de Etla, Tlacolula y Zimatlán, siendo en este último valle donde se ubican las comunidades estudiadas.

Santa Catarina Quiané tiene un clima semiseco semicálido, con temperaturas medias anuales de 18 a 22 °C y una precipitación anual de 600 a 800 mm

Figure 1. Watershed of the Central Valleys and study area.
Figura 1. Cuenca hidrográfica de los Valles Centrales y zona de estudio.



Map legend / Simbología

- Oaxaca de Juárez
- San Nicolás Quintana
- Santa Catarina Quiané
- Río Atoyac
- Intermittent water flow / Corriente de agua intermitente
- Perennial body of water / Cuerpo de agua perenne
- State boundary / Límite estatal
- Regional boundary / Límite regional
- Atoyac River basin / Cuenca río Atoyac
- Atoyac-Oaxaca River sub-basin / Subcuenca río Atoyac-Oaxaca
- Central Valleys Aquifer / Acuífero Valles Centrales
- Surface water concessions in the Atoyac-Oaxaca River sub-basin / Concesiones superficiales subcuenca río Atoyac-Oaxaca
- Groundwater concessions in the Central Valleys Aquifer / Concesiones subterráneas acuífero Valles Centrales

INEGI National Geostatistical Framework 2019; Land Use and Vegetation Mapping, INEGI 2015; 1:50,000 Topographic Map, INEGI 2018; Fieldwork, 2019.

Source / Fuente: INEGI-SIATL 2020; REPDA 2020: Marco Geoestadístico Nacional INEGI 2019; Cartografía Usos de Suelo y Vegetación, INEGI 2015; Carta Topográfica 1:50000 INEGI 2018; Trabajo de campo, 2019.

Produced: March 2026. / Elaboración: Marzo 2026

sible for the irrigation system, pumps, and canals) and irrigators.

Structured interviews were conducted with municipal officials to understand the general context of the study communities in terms of social, environmental, and cultural characteristics, as well as community water management, with an emphasis on agriculture. Semi-structured and in-depth interviews were used as a complementary method to obtain additional information from two key stakeholders: *irrigation water committees*, with the aim of understanding community-based water management for agricultural irrigation, the number of wells available for irrigation, their location, and the maintenance provided to irrigate farmland; and *irrigators*, to understand the adaptation strategies implemented in community water management and the agricultural production process.

A total of 21 interviews were conducted, comprising a representative sample of 15 irrigators with plots near the Atoyac River, two municipal authorities, and four irrigation committee presidents (Table 1). These interviews were transcribed and analyzed by topic, including *community organization, agricultural land, and water for irrigation*. The information provided insight into the local methods farmers use to obtain water for agricultural irrigation and ensure crop production for both subsistence and sale, the latter being an activity carried out individually. The analysis of field data was supplemented with exis-

(H. Ayuntamiento Santa Catarina Quiané, 2023); mientras que, Zimatlán de Álvarez, municipio al que pertenece San Nicolás Quialana, se caracteriza por un clima templado subhúmedo, con temperaturas que van de 12 a 22 °C y una precipitación anual que oscila entre 600 a 2 500 mm (INEGI, 2010).

La investigación realizada fue de tipo cualitativa, por lo que se privilegió entre entrevistas estructuradas, semiestructuradas y en profundidad, recorridos de campo y observaciones en territorio. Las entrevistas se aplicaron a protagonistas clave, como son autoridades municipales, comités de riego (encargados del sistema de riego, bombas y canales) y regantes.

Las entrevistas estructuradas se dirigieron a autoridades municipales, para conocer el contexto general de las comunidades de estudio en cuanto a características sociales, ambientales y culturales; y lo referente a la organización comunitaria del agua, con énfasis en agricultura. Las semiestructuradas y en profundidad se utilizaron de manera complementaria para obtener información adicional de dos actores clave: *comités de agua de riego*, con la finalidad de conocer la organización comunitaria del agua para riego agrícola, el número de pozos disponibles para riego, su ubicación y el mantenimiento otorgado para irrigar los terrenos de cultivo; y *regantes*, para conocer las estrategias de adaptación implementadas en la organización comunitaria del agua y el proceso productivo agrícola.

Table 1. Irrigation units in Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana.
Cuadro 1. Unidades de riego en Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana.

Research community / Comunidad de estudio	Number of irrigation units / Núm. de unidades de riego	President of the irrigation committee / Presidente de comité de riego	Number of irrigators who are members of the irrigation unit / Número de regantes socios de la unidad de riego	Irrigators with plots near the Atoyac River / Regantes con parcela cerca del río Atoyac
Santa Catarina Quiané	2	1	87	20
	3	1	77	35
San Nicolás Quialana	1	1	104	52
	15	1	80	40

Source: Authors' self-made based on data collected through interviews with water committees
Fuente: Elaboración propia con datos recabados en entrevistas dirigidas a comités de agua.

ting literature to enrich the research findings and contribute important insights to the study of local organizations.

RESULTS AND DISCUSSION

COMMUNITY ORGANIZATION IN SANTA CATARINA QUIANÉ AND SAN NICOLÁS QUIALANA, ZIMATLÁN, OAXACA, FOR RURAL IRRIGATION

The structure of Mexico's indigenous and rural communities maintains a strong social organization in the management of water resources (Gómez, 2013; Sandoval & Günther, 2015; Villagómez & Gómez 2020). This is characterized by the implementation of practical and functional solutions within their territories to independently meet basic needs—both for supplying water to their homes and communities and for irrigation—through the autonomous

Se realizaron un total de 21 entrevistas, que corresponde a una muestra representativa de 15 regantes con parcela cercana al río Atoyac, dos autoridades municipales y cuatro presidentes de comités de riego (Cuadro 1). Éstas se transcribieron y analizaron por temas como: *organización de la comunidad, tierra agrícola y agua para riego*. La información permitió conocer las formas locales en que operan los campesinos para obtener agua para el riego agrícola y asegurar la producción de cultivos para autoconsumo y para la venta, siendo esta última una actividad que se realiza de manera individual. El análisis de la información de campo se complementó con la existente en la literatura, para enriquecer los hallazgos de la investigación y aportar elementos importantes al estudio de las organizaciones locales.

management of their resources. Thus, social organization has been analyzed as a means of self-managing water for human consumption (Sandoval & Günther, 2015) or the rural experiences of organization and knowledge regarding water management for rural irrigation (Arteta, 2021; Boelens, 2000; LEISA, 2018; Palerm & Martínez, 2000).

Oaxaca is a Mexican state with a population of approximately 4 132 million people, divided into 570 municipalities. The state is known for its cultural diversity, particularly for its indigenous communities, which are organized under Indigenous Regulatory Systems. Of the 570 municipalities, 418 govern their local political systems according to customs and traditions (SIN, 2018). In addition, a large number of municipal and police agencies are also organized under these regulatory systems to elect all their authorities and representatives to various committees, such as the domestic water committee, for example. In this way, these systems form an integral part of the family and collective life of indigenous and rural communities in Oaxaca.

Although the political-administrative organization of the municipality of San Nicolás Quialana does not follow this regulatory system, its communities and water committees are organized through assemblies, just as in the municipality of Santa Catarina Quiané, which is located within the municipalities governed by customary law in the Central Valleys region (Figure 2), one of the eight regions into which the state of Oaxaca is administratively divided. The assembly is a characteristic feature of how water is organized for

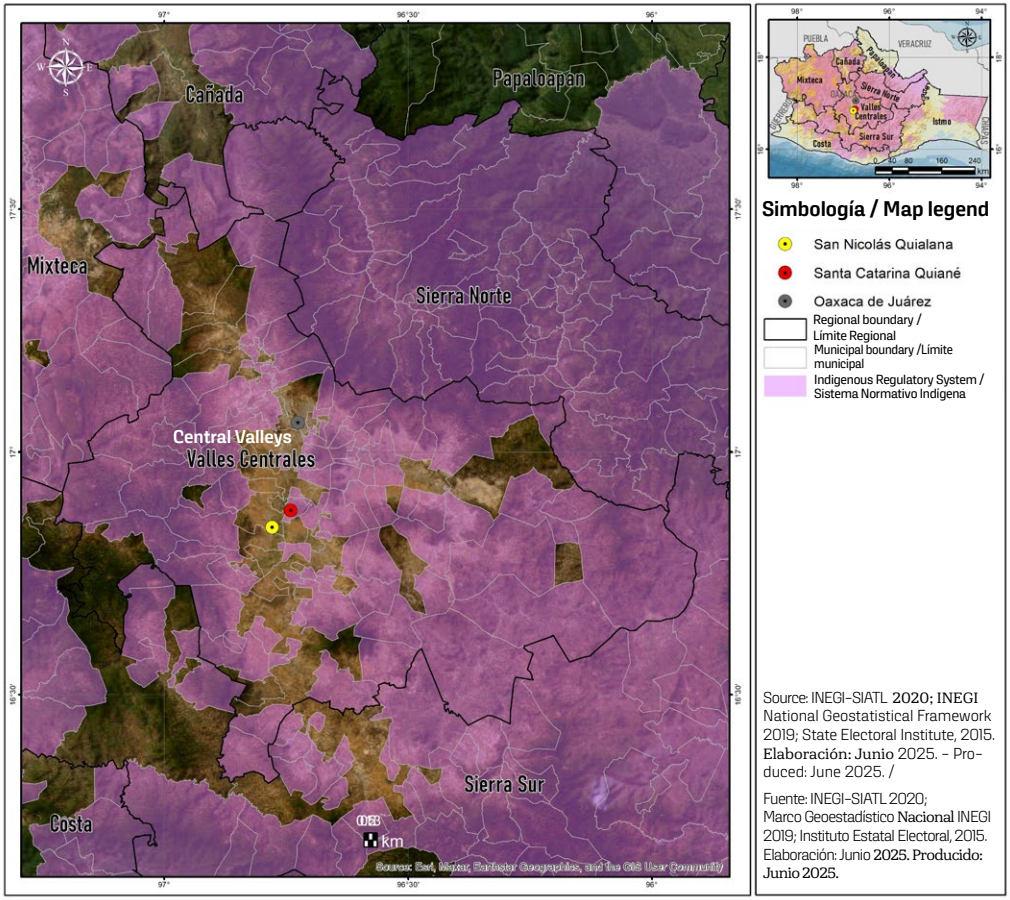
RESULTADOS YDISCUSIÓN

ORGANIZACIÓN COMUNITARIA EN SANTA CATARINA QUIANÉ Y SAN NICOLÁS QUIALANA, ZIMATLÁN, OAXACA, PARA EL RIEGO CAMPESINO.

La estructuración de las comunidades indígenas y campesinas mexicanas conservan una fuerte organización social en el manejo de los recursos hídricos (Gómez, 2013; Sandoval & Günther, 2015; Villagómez & Gómez 2020). Ésta se caracteriza por la implementación de soluciones prácticas y funcionales en sus territorios para resolver por sí mismas necesidades básicas, tanto para abastecerse de agua en sus viviendas y localidades, como para el riego, mediante el manejo autónomo de sus recursos. Así, se ha analizado la organización social como un medio para autogestionar el agua para consumo humano (Sandoval & Günther, 2015) o las experiencias campesinas de organización y conocimientos en torno a la gestión del agua para el riego campesino (Arteta, 2021; Boelens, 2000; LEISA, 2018; Palerm & Martínez, 2000).

Oaxaca es un estado mexicano con una población de aproximadamente 4 132 millones de habitantes, y se divide en 570 municipios. Este estado es conocido por su diversidad cultural, especialmente por sus comunidades indígenas que se organizan bajo Sistemas Normativos Indígenas. De los 570 municipios 418 rigen su sistema político local por usos y costumbres (SIN, 2018). Además, se agrega una cantidad mayor de agencias municipales

Figure 2. Indigenous Regulatory Systems in the Central Valleys of Oaxaca.
Figura 2. Sistemas Normativos Indígenas en los Valles Centrales de Oaxaca



rural irrigation. Unlike in non-indigenous communities, where water is distributed to households through a public water and sewerage system—that is, where the municipality or state intervenes in water management for residents—

The Central Valleys region comprises 121 municipalities, 40 of which are Zapo-

y de policía que se organizan igualmente por estos *sistemas normativos,* para elegir a las autoridades y representantes en comités de diversa índole, como el comité de agua doméstica, por ejemplo. De esta forma, estos sistemas conforman una parte constitutiva en la reproducción familiar y colectiva de las comunidades indígenas y campesinas en Oaxaca.

tec, and 14.9 % of the population speaks this indigenous language (State Development Planning Committee [COPLADE, by its Spanish acronym], 2017). In this region, several communities organize themselves to manage surface and groundwater for growing crops such as corn, beans, and agave, as well as vegetables, squash, tomato, alfalfa, chickpeas, fodder, and grasshoppers, which are sold in regional markets (Coronel, 2006).

The Central Valleys of Oaxaca are home to the unconfined aquifer[1] that bears the region's name; its main tributary is the Atoyac River, which is part of the basin of the same name. It is worth noting that this river flows through the entire Central Valleys region of Oaxaca, before crossing the Sierra Sur and becoming the Verde River, which empties into the Chacahua Lagoons. Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana are located on the banks of this river and above the aforementioned aquifer.

Drilling deep wells in this aquifer is the method used to extract and utilize groundwater for agricultural irrigation, although this is limited by the potential infiltration of contaminants from the river.

[1]The aquifer consists of the hydrogeological unit of alluvial material, which functions as an unconfined aquifer. National Water Commission [CONAGUA], 2025. The term "unconfined aquifer" refers to an aquifer in which groundwater is in contact with the atmosphere through the pores or voids in the unsaturated zone; that is, the water contained within it is directly influenced by atmospheric pressure.

Si bien, la organización político-administrativa del municipio San Nicolás Quialana no tiene este sistema normativo, la organización de sus comunidades y comités de agua sí se realizan por asamblea, al igual que en el municipio Santa Catarina Quiané, que se encuentra dentro de los municipios de usos y costumbres en la región Valles Centrales (Figura 2), una de las ocho regiones en las que se divide administrativamente el estado de Oaxaca. La asamblea es una característica de la forma de organizar el agua para el riego campesino. A diferencia de las comunidades no indígenas en las que, a través de un sistema operador de servicios de agua potable y alcantarillado se distribuye el agua a los hogares, es decir el municipio o estado es quien interviene en el manejo del agua para los habitantes.

La región de los Valles Centrales está conformada por 121 municipios, de los cuales 40 son zapotecos y el 14.9 % de la población habla dicha lengua indígena (Comité de planeación para el desarrollo del Estado [COPLADE], 2017). En esta región, varias comunidades se organizan para el uso de agua superficial y subterránea, para cultivar productos como maíz, frijol, agave, verduras, hortalizas, calabaza, tomate, alfalfa, garbanzo, forraje y chapulines que se venden en los mercados regionales (Coronel, 2006).

En los Valles Centrales de Oaxaca se encuentra el acuífero libre[1] que conserva el

[1]El acuífero está constituido por la unidad hidrogeológica del material aluvial, que funciona como acuífero libre Comisión

In this regard, Sandoval & Ramos (2009) found, after applying the DRASTIC[2] method, that it is possible to identify the vulnerability to contamination of the aquifers in the Central Valleys of Oaxaca. The Latin American Water Tribunal (2016), identified an increase in pollution of the Atoyac River over the past two decades, resulting from excessive extraction of surface water, discharge of wastewater, and disposal of industrial effluents. For its part, the National Human Rights Commission [CNDH, by its Spanish acronym] (2020), issued a recommendation to the competent authorities regarding violations of human rights, the right to water sanitation, and the right to a healthy environment, in connection with the pollution of the Atoyac River caused by inadequate management of urban solid waste and uncontrolled wastewater discharges.

These drilled wells form irrigation units, which may consist of one or more wells (Figure 3); their water volumes must be licensed by CONAGUA and are typically registered as a users' association or irrigation unit. The following paragraphs describe how these irrigation units are managed under the rural organization in two communities in the Central Valleys of Oaxaca.

nombre de la región y tiene como afluente principal al río Atoyac, que es parte de la cuenca del mismo nombre. Resulta necesario mencionar que este río atraviesa toda la región de Valles Centrales de Oaxaca, para posteriormente cruzar la Sierra Sur y convertirse en el río Verde que desemboca en las Lagunas de Chacahua. A las márgenes de este río y sobre el acuífero mencionado se ubican Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana.

La perforación de pozos profundos en este acuífero es la forma en la que es posible captar y usar el agua subterránea para riego agrícola, aunque con la limitante de posible infiltración de contaminantes provenientes del río. En tal sentido, Sandoval & Ramos (2009) encontraron, tras la aplicación del método DRASTIC[2], que es posible identificar la vulnerabilidad a la contaminación que presentan los acuíferos de los Valles Centrales de Oaxaca. El Tribunal Latinoamericano del Agua (2016), identificó un aumento de la contaminación del río Atoyac en las últimas dos décadas,

[1]Nacional del Agua [CONAGUA], 2025. Este término se refiere a aquel en que el agua subterránea está en contacto con la atmósfera a través de los poros u oquedades existentes en la zona no saturada, es decir, el agua alojada en su interior se encuentra directamente influenciada por la presión atmosférica.

[2]A method developed by Aller et al. (1987) to assess the intrinsic vulnerability of aquifers based on the characteristics and behavior of the variables considered: groundwater depth (Depth, D); recharge rate (Recharge, R), aquifer lithology (Aquifer, A); soil type (Soil, S); impact on the vadose zone (Impact, I); hydraulic conductivity (Conductivity, C) of the aquifer.

[2]Método desarrollado por Aller et al. (1985) para evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos, de acuerdo con las características y el comportamiento de las variables consideradas: profundidad del agua freática (Depth, D); recarga metal (Recharge, R), litografía del acuífero (Aquifer, A); tipo de suelo (Soil, S); impacto a la zona vadosa (Impact, I); conductividad hidráulica (Conductivity, C) del acuífero.

Figure 3. Well at Irrigation Unit 2, licensed by CONAGUA, Santa Catarina Quiané, Oaxaca.
Figura 3. Pozo de la Unidad de Riego 2 concesionado por CONAGUA, Santa Catarina Quiané, Oaxaca.



Source: Personal photo archive, 2019.
Fuente: Foto de archivo personal.

Santa Catarina Quiané has agricultural land classified as communal, ejido, and smallholdings, while in San Nicolás Quialana, the land is classified only as private and ejido. On average, the size of cultivated plots ranges from 4 to 5 ha in Quiané and from 2 to 10 ha in Quialana, although not all are irrigated due to the type of land tenure. Both communities are organized into irrigation units to ensure the effective use of the land, thereby guaranteeing the irrigation of their plots. Through water collection via wells (groundwater), irrigation

derivada de la extracción exagerada de agua superficial, descarga de aguas residuales y vertido de efluentes industriales. Por su parte la Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH], 2020, emitió una recomendación a las autoridades competentes sobre el caso de violaciones a los derechos humanos, al saneamiento del agua, y a un ambiente sano, en relación con la contaminación del río Atoyac por la inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos y por descargas de aguas residuales no controladas.

is carried out in areas where mainly corn, beans, and alfalfa are produced. In total, there are four irrigation units, each comprising its respective well. Two are located in the Los Reyes and La Yocuelita areas, which belong to Santa Catarina Quiané, and the other two are located in the La Noria and San José areas, in San Nicolás Quialana. However, their registration with CONAGUA recognizes them as irrigation units, rural units, or user associations, and grants them a water allocation in m^3 per year. In Santa Catarina Quiané, there are a total of 164 irrigators who receive 643 500 m^3 of water per year to irrigate 81 hectares of crops, while in San Nicolás Quialana, there are 184 irrigators, with 519 622 m^3 of water per year allocated to irrigate a total of 95 hectares (Table 2).

Water availability differs between the two communities. This is because in San Nicolás Quialana, farmers have access to deeper wells (90 meters), reflecting the fact that the water table is deeper there than in Santa Catarina Quiané, where water can be found at depths of 50 or 60 meters. Of course, the depth of the wells does not guarantee a greater amount of water to be extracted, as this depends on groundwater recharge and pump capacity, among other factors.

Organization within each community regarding water use and the management of these irrigation units is carried out through the establishment of water committees. Farmers join irrigation units based on the location of their farmland, since, as shown in Figure 4, the wells are located in different places within the

Estos pozos perforados conforman unidades de riego, las cuales pueden estar integradas por uno o más pozos (Figura 3), cuyos volúmenes deben estar concesionados ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y regularmente son registrados como una asociación de usuarios o unidades de riego. En los siguientes párrafos se muestra el funcionamiento de la gestión de dichas unidades de riego, bajo la organización campesina en dos comunidades de los Valles Centrales de Oaxaca.

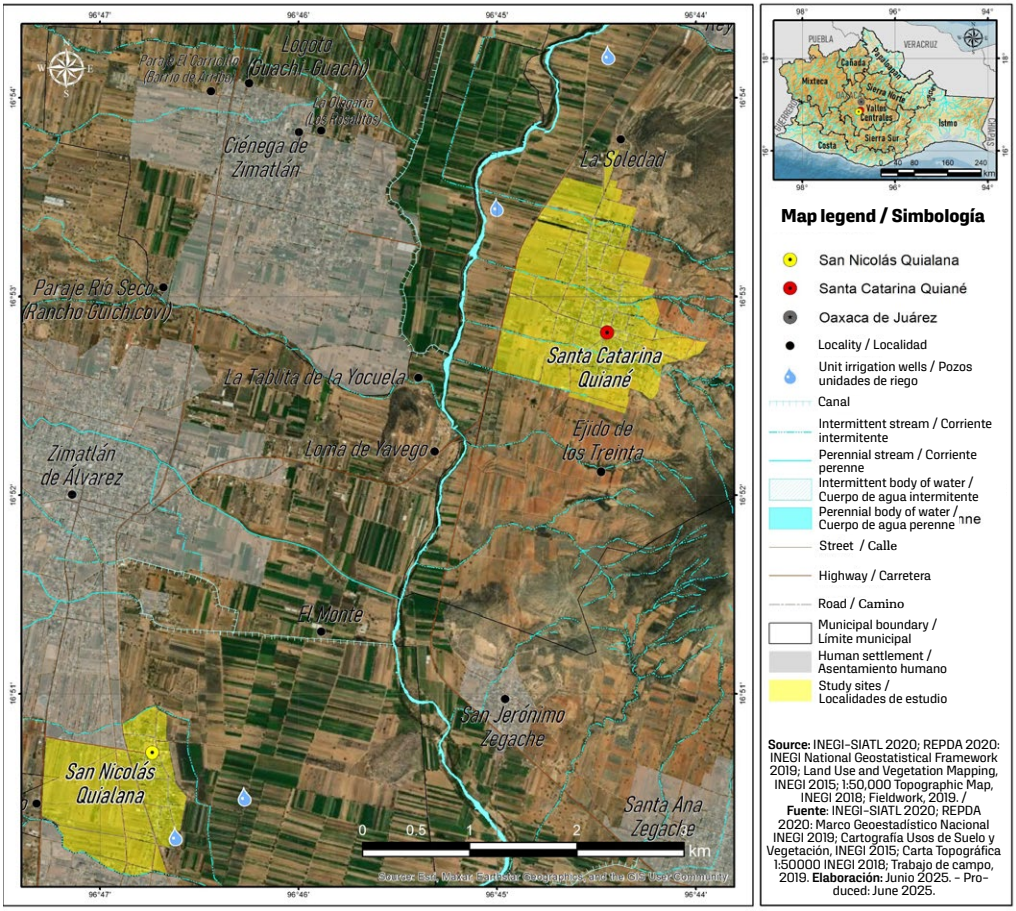
Santa Catarina Quiané cuenta con terrenos agrícolas de tipo comunal, ejidal y de pequeña propiedad, mientras que en San Nicolás Quialana solo tienen el régimen de propiedad privada y ejidal. En promedio, las extensiones de las parcelas para cultivo varían desde 4 a 5 ha en el caso de Quiané y de 2 a 10 ha en Quialana, aunque no todas se incluyen para el riego debido al tipo de régimen. Ambas comunidades se caracterizan por estar organizadas en unidades de riego para lograr usufructuar las tierras, de esta manera aseguran el riego de sus parcelas. A través de la captación de agua por medio de pozos (agua subterránea), se lleva a cabo la irrigación de zonas donde se produce principalmente maíz, frijol y alfalfa. En conjunto, se tiene un total de 4 unidades de riego, cada una conformada por su respectivo pozo. Dos se reconocen y ubican en los Parajes Los Reyes y La Yocuelita, pertenecientes a Santa Catarina Quiané, y las otras dos se reconocen y ubican en los Parajes La Noria y San José, en San Nicolás Quialana. No obstante, el registro de éstas ante la Comisión Nacional del Agua

Table 2. Characteristics of the irrigation units in Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana.
Cuadro 2. Características de las unidades de riego de Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana.

Research community / Comunidad de estudio	Number of irrigation unit / Núm. de unidad de riego	Local name of the irrigation unit / Nombre local de la unidad de riego	CONAGUA concession holder / Titular de la concesión ante CONAGUA	Annual water withdrawal volume (m^3) under concession / Volumen de extracción de agua (m^3 anuales) concesionado	Number of wells comprising the irrigation unit / Núm. de pozos que integran la unidad de riego	Number of irrigators who are members of the irrigation unit / Núm. de regantes socios de la unidad de riego	Number of hectares per irrigation unit / Núm. de hectáreas por unidad de riego
Santa Catarina Quiané	2	Los Reyes area / Paraje Los Reyes	Quiané 2 Rural Unit / Unidad Rural Quiané 2	324 000	1	87	37
	3	La Yocuelita area / Paraje La Yocuelita	Quiané 3 Irrigation Unit / Unidad de Riego Quiané 3	319 500	1	77	44
San Nicolás Quialana	1	La Noria area / Paraje La Noria	San Nicolás Quialana Rural Unit / U.R. San Nicolás Quialana	332 292	1	104	40
	15	San José area / Paraje San José	San Nicolás Quialana Irrigation Unit Users Association, Well 15 / Asociación de Usuarios de la Unidad de Riego San Nicolás Quialana Pozo 15	187 330	1	80	55

Source: Authors' self-made based on data collected through interviews with water committees.
Fuente: Elaboración propia con datos recabados en entrevistas dirigidas a comités de agua.

Figure 4. Location of irrigation units in Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana, Oaxaca.
Figura 4. Ubicación de unidades de riego de Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana, Oaxaca.



study communities, allowing them to cover the area of the plots where agricultural irrigation takes place.

Water committees operate through assemblies composed of members of the irrigation units, who elect their representatives by majority vote. Based on [CONAGUA], las reconoce como unidades de riego, unidad rural o asociación de usuarios, y les concesiona el volumen de agua en m^3 al año. En Santa Catarina Quiané se contabiliza un total de 164 regantes a los que se destinan 643 500 m^3 de agua al año, para regar 81 hectáreas de cultivo, mientras que, en San Nico-

this structure, the committee applies to CONAGUA for well permits. This process establishes the permitted withdrawal volume. Although irrigation wells are currently licensed by CONAGUA, the registration must be renewed every 10 or 20 years by the current committee, while the committee is renewed every two years at an assembly and notified to the Secretariat of Agriculture and Rural Development [SADER, by its Spanish acronym] to keep the user registry and the subsidized energy quota up to date.

The water committee in Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana consists of a president, a treasurer, a secretary, and three members, who are responsible for managing the use and ongoing maintenance of the water supply (Figure 5). That is why, through assemblies with farmer members, decisions are made regarding irrigation organization, solutions to problems with the water extraction system, the purchase of supplies and maintenance, among other issues. Consequently, the assemblies govern its operations, as noted by the presidents of the Santa Catarina Quiané irrigation units, located in the La Noria and San José areas:

> "...there are no difficulties with the service we provide as a committee because decisions are made through assembly agreements in which the majority of farmers participate..." (interview, March 22, 2019)

The committee is responsible for paying the electricity bill; however, unlike other activities where the municipal go-

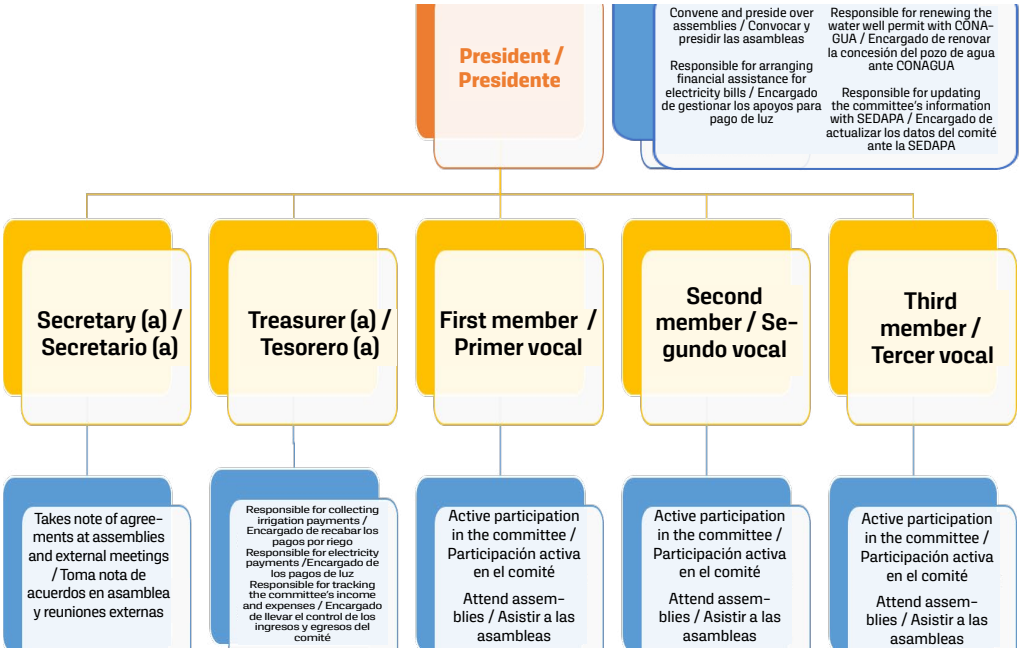
lás Quialana se identifican 184 regantes, 519 622 m^3 anuales de agua para regar un total de 95 hectáreas (Cuadro 2).

La disponibilidad del agua en ambas comunidades es distinta, ya que en San Nicolás Quialana los regantes cuentan con los pozos más profundos (90 metros), al reflejar que la captación de agua de los mantos freáticos está más alejada que en Santa Catarina Quiané, donde a 50 o 60 metros es posible encontrar agua. Sin duda, la profundidad de los pozos no asegura mayor cantidad de agua para extraer, ya que depende de la recarga del manto freático y de la capacidad de la bomba, entre otros factores.

La organización al interior de cada comunidad para el uso del agua de dichas unidades de riego se lleva a cabo estableciendo comités de agua. Los campesinos se asocian a las unidades de riego en función de la ubicación de sus terrenos de cultivo, ya que como se aprecia en la Figura 4, los pozos tienen distinta ubicación en las comunidades, lo que les permite cubrir la superficie de las parcelas donde se lleva a cabo el riego agrícola.

Los comités de agua funcionan por medio de asambleas constituidas por los miembros de las unidades de riego, quienes a través de mayoría de votos eligen a sus representantes. A partir de esta conformación, se gestiona la concesión de los pozos ante la CONAGUA. De esta manera, se reconoce el volumen de extracción permitido. Si bien, actualmente los pozos de riego están concesionados ante la CONAGUA, el registro debe renovarse cada 10 o

Figure 5. Organizational chart of the agricultural irrigation water committee.
Figura 5. Organigrama del comité de agua para riego agrícola.



Source: Authors' self-made based on data collected through interviews with water committees.
Fuente: Elaboración propia con datos recabados en entrevistas dirigidas a comités de agua.

vernment is not involved, in this case it provides support, along with the Federal Electricity Committee [CFE, by its Spanish acronym], through the agricultural electricity subsidy, to cover the bimonthly electricity bill. Similarly, when repairing leaks at a cost the committee cannot cover, in addition to the farmers' cooperation, support from the municipal government is sought. The relevant authority even assists in the process of restoring water wells by providing the necessary documentation for the committee to handle the paperwork.

20 años por el comité en turno, mientras que el comité se renueva cada dos años en asamblea y se notifica ante la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER] para mantener actualizado el padrón de usuarios y la cuota energética subsidiada.

Los comités de agua en Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana se integran por un presidente, un tesorero, un secretario y tres vocales, quienes son los encargados de gestionar el uso y cuidado continuo del agua (Figura 5). Es por ello que, a través de asambleas con los socios agri-

Both farmer members and committee members are involved in organizing the irrigation service to agree on the method for irrigating their plots. Thus, by mutual agreement, the days and times are chosen when farmers must go to the irrigation well to sign in on a notebook or chalkboard and reserve the corresponding spot for irrigating their plots, so that water is used equitably. Each reserved spot corresponds to one of the farmer's plots; therefore, if the farmer has more than one plot, they must sign up the number of times corresponding to the number of their plots.

It is worth noting that irrigation schedules vary, although the well typically operates for 8 to 12 hours per shift to ensure that all registered farmers, in order, can irrigate their crops; this is the case in both Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana. The frequency of irrigation per plot in Santa Catarina Quiané is every 15 days, and every 30 days in San Nicolás Quialana, which is related to the number of member irrigators and the irrigated area; this means that during this time, all the farmland for which irrigation is requested is irrigated once. Thus, the irrigation schedules start over again until the crop is harvested.

The fee for each hour of irrigation ranges from $10.00 to $12.00 MXN on average; this amount is used primarily to cover electricity costs and, on occasion, to purchase spare parts or pay for additional services during the two-month period. Therefore, the fees are considered sufficient to cover these costs.

cultores se toman decisiones sobre la organización del riego, la solución a problemas con el sistema de extracción de agua, compra de insumos y mantenimiento, entre otros temas. Por ello, las asambleas rigen su funcionamiento, como lo señalaron los presidentes de las unidades de riego de Santa Catarina Quiané, ubicadas en los parajes La Noria y San José:

> *"...no hay dificultades con el servicio que hacemos los del comité por ser acuerdos de asamblea en la que participan la mayoría de los campesinos..."* (entrevista, 22 de marzo de 2019)

El comité es el responsable del pago del consumo de energía eléctrica, aunque, a diferencia del resto de las actividades donde la autoridad municipal no se toma en cuenta, en ésta se suma el apoyo de la misma y de la Comisión Federal de Electricidad [CFE] con el subsidio eléctrico agrícola, para cubrir el monto bimestral de luz. De igual manera, en la reparación de fugas con costos que el comité no puede cubrir, además de la cooperación de los agricultores, se considera el apoyo de la autoridad municipal. Incluso, la autoridad correspondiente interviene en la gestión para reponer pozos de agua, al proporcionar la documentación necesaria para el trámite a cargo del comité.

En la organización del servicio de riego intervienen tanto los socios agricultores como los miembros del comité para acordar el método del riego de sus parcelas. Así, bajo el acuerdo de todos, se eligen los días y horarios en que los agricultores deben acudir al pozo de riego para anotarse

An interesting fact regarding electricity payments is that, as irrigation units, support from the municipal government is requested to cover the cost of electricity bills, thereby securing 50 % of the payment, since the remaining 50 % is covered by funds collected through the irrigation service. In addition, when unforeseen expenses arise, such as costly equipment repairs, a meeting is called to agree on the share each member must contribute and to consider requesting assistance from the municipal authority to cover that expense.

Undoubtedly, the enduring organization in these communities demonstrates that, even though these are private properties, farmers' organization is of the utmost importance—not only for irrigating their crops but also for responsibly using the water extracted from wells. We speak of responsible water management because, thanks to this organization and the efforts of the committee members, the necessary changes have been made to improve the efficiency of sprinkler irrigation and reduce the amount of water used for flood or furrow irrigation.

In San Nicolás Quialana, the irrigation method has been successfully changed, and sprinkler irrigation is currently in use, unlike in Santa Catarina Quiané, where, after switching to sprinkler irrigation, farmers have reverted to furrow irrigation (Figure 6), due to a lack of financial resources to repair the sprinklers; consequently, water consumption remains higher in this communty than in San Nicolás Quialana.

In addition to this efficiency, and taking weather conditions into account, commu-

en una libreta o pizarrón y apartar el lugar correspondiente para el riego de sus parcelas, para que el agua se aproveche de forma equitativa. Cada lugar apartado corresponde a una parcela del agricultor, por lo tanto, si el agricultor tiene más de una debe anotarse el número de veces acorde a la cantidad de sus parcelas.

Cabe mencionar que el horario de riego es variable, aunque regularmente el pozo opera de 8 a 12 horas por turno, para asegurar que todos los agricultores anotados, por orden, rieguen sus cultivos, eso ocurre tanto en Santa Catarina Quiané como en San Nicolás Quialana. La frecuencia del riego por parcela en Santa Catarina Quiané es cada 15 días, y cada 30 días en San Nicolás Quialana, lo que se asocia al número de regantes socios y la superficie de riego, esto indica que en este tiempo logran regarse una vez todos los terrenos de cultivo para los que se solicita el riego. Así, los horarios de riego se inician nuevamente hasta que se cosecha el cultivo.

La cuota de recuperación por cada hora de riego va de $10.00 a $12.00 pesos MXN, en promedio, monto que se utiliza para solventar principalmente el pago de la energía eléctrica, y en ocasiones para la compra de refacciones o pago de servicios adicionales durante el bimestre, por lo tanto, se considera que las cuotas son suficientes para cubrir estos costos.

Un dato interesante respecto al pago de la energía eléctrica es que, como unidades de riego, se solicita apoyo a la autoridad municipal para cubrir el pago de los recibos, logrando así una cobertura del

Figure 6. Irrigation systems on land near the Atoyac River, San Nicolás Quialana and Santa Catarina Quiané, Oaxaca

Figura 6. Sistema de riego en terrenos cercanos al río Atoyac, San Nicolás Quialana y Santa Catarina Quiané, Oaxaca.



Source: Personal photo archive, 2019.
Fuente: Archivo fotográfico personal, 2019.

nities have changed in recent years, as farmers have noticed a reduction in available water levels, especially during the dry season, when it becomes necessary to increase irrigation hours and electricity consumption. Irrigation even takes place during the rainy season to prevent crop losses when rainfall is scarce or nonexistent, or when more than two farmers require irrigation. These changes were described by the president of the San José area irrigation unit in San Nicolás Quialana:

> *"...the well's extraction volume allows for 60 sprinklers to be connected, but over*

50 % del pago, ya que el otro 50 % se cubre con el dinero recabado por el servicio de riego. Además, cuando surgen imprevistos como reparaciones de equipos con alto costo, se convoca a asamblea para consensar la cuota que le corresponda aportar a cada socio, y considerar la intervención de la autoridad municipal para solicitar apoyo con dicho gasto.

Sin duda, la organización que perdura en estas comunidades refleja que, aunque se trate de propiedades privadas, la organización de los agricultores es de suma importancia, no solo para lograr el riego

time this has been reduced to 50, especially from February through June, and although the water volume has been lower since 2000, the water level drops even further during the dry season…" (interview, March 18, 2019)

Despite this, it can be said that, at the time the study was conducted, the allocated water was sufficient for crop irrigation. As a result, communities are implementing different measures to adapt to current changes, public policies, and global warming, drawing on and applying their beliefs, customs, and knowledge regarding the use of common resources such as water and agricultural land. This is why the transition from traditional agricultural practices has shifted partially toward modern methods, incorporating machinery for land clearing (in some cases), the application of agricultural chemicals, and crop harvesting. However, even within the irrigation units there are those who consider the process to be traditional, as noted by the president of the La Yocuelita area irrigation unit in Santa Catarina Quiané:

"… our process is still traditional because we use a scythe to cut alfalfa or a sickle; we use a mare instead of a tractor in some parts of everything we do…" (interview, March 22, 2019)

Within the committees, one can observe how farmers can organize themselves, the complexity of this organization among irrigation partners, and the decision-making processes in which the involvement of local authorities is agreed upon in certain cases, as well as the differences de sus cultivos, sino para aprovechar de manera responsable el agua extraída. Se habla de un manejo responsable del agua, puesto que gracias a esta organización y gestión de parte de los miembros del comité se han realizado los cambios correspondientes para eficientar el riego con aspersores y reducir el agua utilizada por inundación o riego rodado.

En San Nicolás Quialana se ha logrado el cambio de tipo de riego, y actualmente se lleva a cabo el riego por aspersión, a diferencia de Santa Catarina Quiané, donde luego de migrar al riego por aspersión, los campesinos han retornado al riego rodado (Figura 6), por falta de recursos económicos para reparar los aspersores, por lo tanto, aún existe mayor gasto de agua en esta comunidad que en San Ncolá Quiana.

Aunado a esta eficiencia, y tomando en cuenta las condiciones climatológicas, las comunidades han cambiado en los últimos años, ya que, los agricultores se han percatado de una reducción en los niveles de agua disponible, sobre todo, en la temporada de estiaje, donde resulta necesario emplear más horas de riego y mayor consumo de luz eléctrica. Incluso, se riega en temporada de lluvia para evitar pérdidas de cultivos sembrados, cuando ésta sea escasa o nula, o cuando más de dos agricultores necesiten el riego. Estos cambios fueron descritos por el presidente de la unidad de riego Paraje San José, en San Nicolás Quialana:

"…el volumen de extracción del pozo permite conectar 60 aspersores, pero con el paso del tiempo se ha reducido a 50, so-

between each committee. Undoubtedly, this collective organization draws on the values and knowledge of the communities and their effective way of resolving a variety of local problems, such as organizing the use of water for agricultural irrigation. Thus, through the effort and the human, material, and economic resources available in the communities, the population seeks to achieve common goals. Both men and women demonstrate this conviction that they can make a difference, since, in community organizations, there is not always a designated salary or wage; rather, it is time dedicated to others to achieve the collective good—that is, these are honorary positions most of the time.

CONCLUSIONS

The cases of Santa Catarina Quiané and San Nicolás Quialana reveal that the community irrigation system is a form of territorial organization unique to indigenous farmers and that, in this case, in the Central Valleys of Oaxaca, it forms part of the territorial structure of these communities, which are increasingly facing processes of transformation driven by the urban expansion of the capital's metropolitan area and the growing highway infrastructure. In this context, rural irrigation not only serves a productive function but is also linked to cultural practices, systems of honorary positions, and the defense of the territory.

As part of these indigenous regulatory systems, both in agricultural communities and water committees, the continued holding of assemblies for decision-ma-

> *bre todo, en los meses de febrero a junio y aunque el volumen de agua es menos desde el año 2000, el nivel del agua baja más en temporada de estiaje..."* (entrevista, 18 de marzo de 2019)

A pesar de esto, se puede afirmar que cuando se realizó el estudio, el agua concesionada era suficiente para el riego de los cultivos. De esta manera, las comunidades implementan diferentes medidas para tratar de asimilar los cambios actuales, las políticas públicas y el calentamiento global, recurriendo a sus creencias, costumbres y conocimientos respecto al uso de bienes comunes como el agua y la tierra agrícola. Es por ello que, la transición del proceso tradicional agrícola ha cambiado parcialmente hacia lo moderno, al sumar maquinaria para la limpieza del terreno (en algunos casos), aplicación de químicos para la agricultura y cosecha de cultivos. No obstante, todavía dentro de las unidades de riego, hay quienes consideran que el proceso es tradicional, como lo señala el presidente de la unidad de riego Paraje La Yocuelita, en Santa Catarina Quiané:

> *"... nuestro proceso aún es tradicional, porque usamos la guadaña para cortar alfalfa o la hoz, usamos yegua en lugar de tractor en algunas partes de todo lo que hacemos..."* (entrevista, 22 de marzo de 2019)

Al interior de los comités se puede observar cómo se organizan los campesinos, la complejidad de esta organización entre socios regantes y la toma de decisiones en las que se acuerda la intervención de la

king and collective organization for the well-being of irrigation unit members has enabled them to endure and resist the onslaught of contemporary territorial transformations, unlike in non-indigenous communities where the drinking water service provider dictates management, that is, shifting from community-based management to institutionalized management.

This type of water management is underpinned by a community regulatory framework that includes internal rules, the active involvement of water committees, the holding of assemblies, and adherence to irrigation schedules. These practices reinforce a sense of belonging and reciprocity among users of the irrigation systems (community members and ejido members). Far from being a relic of the past, rural irrigation is an alternative for addressing contemporary challenges, such as food security and water justice.

A sense of service to the community is evident in the management of a natural resource that supports the prevalence of family farming. The production of corn, beans, alfalfa, and other food and forage crops not only provides for family subsistence but also feeds livestock.

In response to the pollution of the Atoyac River and the reduced availability of surface water, the use of groundwater has intensified. Drilling and managing wells to access water has become a key community strategy, but also poses new challenges: rising costs, the need for internal agreements regarding their operation

autoridad local en ciertos casos, así como las diferencias entre cada una. Sin duda, esta organización colectiva apunta a los valores y conocimientos de las comunidades y su forma efectiva de resolver una variedad de problemas locales, como es la organización para el uso del agua para el riego agrícola. Es así como a través del esfuerzo y los recursos humanos, materiales y económicos disponibles en las comunidades, la población busca lograr los objetivos en común. Tanto hombres como mujeres muestran esa convicción de poder hacer, ya que, en la organización comunitaria, no siempre existe un sueldo o salario asignado, solo tiempo puesto a disposición de los demás para lograr el bien colectivo, es decir son cargos honoríficos la mayor parte del tiempo.

CONCLUSIONES

Los casos de Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana revelan que el sistema comunitario de riego es una forma de organización territorial propia de los campesinos indígenas y que, en este caso, en los Valles Centrales de Oaxaca, forma parte de la configuración territorial de estos pueblos que se enfrentan cada vez más a procesos de transformación impulsados por la expansión urbana de la zona metropolitana de la capital y la creciente infraestructura carretera. En este contexto, el riego campesino no solo cumple una función productiva, sino que está vinculada a prácticas culturales, sistemas de cargos honoríficos y la defensa del territorio

Como parte de dichos sistemas normativos indígenas, tanto en los núcleos

and maintenance, and the risk of overexploitation of the aquifers.

The sustainability of these systems is threatened by pollution of the Atoyac River and overexploitation of the Central Valleys aquifer, as noted by Sandoval & Ramos (2009) and the Latin American Water Tribunal (2016). Despite this, communities have maintained these systems through adaptive strategies, such as managing irrigation units, using deep wells, and registering them with government agencies.

Collective water management in these communities takes place without causing significant conflicts, thereby fostering community cohesion. These experiences show that community-based water management must consider not only internal cohesion but also factors such as unequal access to water, pollution, and rural migration. This involves strengthening local capacities and promoting flexible governance mechanisms.

Irrigation practices among rural communities in Oaxaca have a political and cultural dimension linked both to the way local politics is conducted and to the territorial organization of the villages and their water resources. It is a form of territorial organization that integrates traditional knowledge with modern management tools, serving as an alternative to extractive or privatization models of water management in indigenous and rural communities.

End of English version

agrarios como en los comités de agua, el mantenimiento de las asambleas para la toma de decisiones y organización colectiva para el bienestar de los integrantes de las unidades de riego les ha permitido permanecer y resistir ante los embates de las transformaciones territoriales contemporáneas, a diferencia de las comunidades no indígenas donde el sistema operador de servicios de agua potable es quien impone la gestión, es decir, pasa de ser una gestión comunitaria a una institucionalizada.

Este tipo de gestión del agua se sostiene en un entramado normativo comunitario que contempla las normas internas, la presencia activa de los comités del agua, la realización de asambleas y el respeto a los turnos de riego. Estas prácticas refuerzan el sentido de pertenencia y la reciprocidad entre usuarios de las unidades de riego (comuneros y ejidatarios). Lejos de representar un rezago, el riego campesino es una alternativa para enfrentar los retos contemporáneos, como son la seguridad alimentaria y la justicia hídrica.

Se observa que prevalece el sentido de servicio a la comunidad en la gestión de un bien natural que permite la prevalencia de la agricultura familiar. La producción de maíz, frijol, alfalfa, y otros cultivos de consumo y forraje, no solo permite el autoconsumo familiar, sino también la alimentación del ganado.

Ante la contaminación del río Atoyac y la reducción de la disponibilidad de agua superficial, se ha intensificado el uso de aguas subterráneas. La perforación y

REFERENCES / REFERENCIAS

Aller, L., Benneth, T., Lehr, J. H, Petty, R. J. & Hackett, G. (1985). DRASTIC: Standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. Journal of the *Geological Society of India*, 29 (1), 23-27. DOI:10.17491/jgsi/1987/290112

Apollin, F., & Eberhart, C. (1999). Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Quito Ecuador: *Camaren*. Pág. 241.

Arteta J., A. (2021). Experiencias campesinas de organización en torno al acceso y uso del agua en la comunidad campesina de Pongobamba, distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, departamento de Cusco (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú. http://hdl.handle.net/20.500.12404/17891

Benítez Ávila, I. S., Camacho Lomelí, R., Talledos Sánchez, E., & Santacruz de León, G. (2022). Gestión comunitaria del agua para riego en dos comunidades campesinas en la región de los Valles Centrales de Oaxaca. *Revista de Geografía Agrícola*, (68), 23–42. https://doi.org/10.5154/r.rga.2021.68.02

Boelens, R. (2008). The Rules of the Game and the Game of the Rules: Normalization and Resistance in Andean Water Control. Wageningen University and CEDLA.

Boelens, R. (2000) "Gestión colectiva y construcción social de sistemas de riego campesino. Una introducción conceptual", en *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, Agua y Sociedad Rural. 3*(4), 11-26.

Boelens, R., Getches D., & Guevara-Gil A. (2006) *Agua y derecho: políticas hídricas, derechos consuetudinarios e identidades locales*. Perú: IEP. 435 pág.

Boelens, R., & Zwarteveen, M. (2005). Prices and politics in Andean water reforms. Development and Change, 36(4), 735–758. http://doi.

gestión de pozos, para tener acceso al agua, se ha convertido en una estrategia comunitaria clave, pero también plantea nuevos retos: el incremento de costos, la necesidad de acuerdos internos para su operación y mantenimiento, y el riesgo de sobreexplotación de los mantos freáticos.

La sostenibilidad de estos sistemas se encuentra amenazada por la contaminación del río Atoyac y la sobreexplotación del acuífero de los Valles Centrales, como lo señalan Sandoval & Ramos (2009) y el Tribunal Latinoamericano del Agua (2016). A pesar de ello, las comunidades, han mantenido con estrategias adaptativas, como la gestión de unidades de riego, el uso de pozos profundos, y la regularización de éstos ante instancias gubernamentales.

El manejo colectivo del agua en estas comunidades ocurre sin generar conflictos significativos, propiciando el fortalecimiento comunitario. Estas experiencias muestran que la gestión comunitaria del agua debe considerar no solo la cohesión al interior, sino también factores como el acceso desigual al agua, la contaminación, y la migración rural. Esto implica fortalecer las capacidades locales y fomentar mecanismos flexibles de gobernanza.

El riego campesino en Oaxaca tiene una dimensión política, cultural vinculada tanto a la forma de hacer política local, como la organización territorial de los pueblos como de sus aguas. Es una forma de organización territorial que integra saberes tradicionales con herramientas modernas de gestión, al ser una alterna-

org/10.1111)j.0012-155X.2005.00432.X

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2025). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valles Centrales (2025) Estado de Oaxaca. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/oaxaca/DR_2025.pdf

Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH]. (2020). Sobre el caso de las violaciones a los derechos humanos al saneamiento del agua y a un medio ambiente sano, en relación con la contaminación del río Atoyac y sus tributarios, por la inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos y por descargas de aguas residuales municipales no controladas; en agravio de los habitantes de diversos municipios del estado de Oaxaca. Recomendación No. 57/2020. https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2020-12/REC_2020_057.pdf

Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado [COPLADE] (2017). Diagnóstico Regional de los Valles Centrales. Coordinación General del Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca. Recuperado de http://www.coplade.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2017/04/DR-Valles-Centrales-24marzo17.pdf

Coronel Ortíz, D. (2006). Zapotecos de los Valles Centrales de Oaxaca. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Pueblos indígenas del México contemporáneo. ISBN 970-753-081-2 / Zapotecos de los Valles Centrales de Oaxaca ISBN 970-753-006-5 / Pueblos Indígenas del México Contemporáneo

Coward, E. W. (1985). Technical and social change in currently irrigated regions: Rules, roles, and rehabilitation. In IIMI, Irrigation Management in Developing Countries: *Current Issues and Approaches. IIMI*.

Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2025). DECRETO por el que se expide la Ley General de Aguas y, se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones. EL CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Nota No. 3096.

Gelles. P. (2002) *Agua y poder en la sierra peruana: La historia y política cultural de riego, rito y desarrollo.* Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú Fondo Editorial.

Gómez, L. (2013) "Legislación e instituciones agrarias en México, 1914-1924", en Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura. *40* (1), 273-297.

Guevara, A., & Torres, J. M. (2016). Organización social y manejo del agua en sistemas de riego tradicionales de México. *Revista Mexicana de Sociología*, *78*(3), 407–437.

H. Ayuntamiento Santa Catarina Quiané (2023). Santa Catarina Quiané. https://www.santacatarinaquiane.com/municipio

Hoogesteger, J, Bolding, A., Sanchis-Ibor, C., Jan Veldwisch, G., Venot, J. P., Vos, J., & Rutgerd Boelens, R. (2023). Communality in farmer managed irrigation systems: Insights from Spain, Ecuador, Cambodia and Mozambique. *Agricultural Systems*, 204, 1-10. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103552

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010. Zimatlán de Álvarez, Oaxaca. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20570.pdf

Juárez Lucas, P., Enríquez García, F., Amaro Yepec, A., López Morales, F. & Nolaso Pérez B. E. (2023). La organización social de los usuarios en el

tiva a los modelos extractivos o privatizadores del agua en comunidades indígenas y campesinas.

Fin de la versión en español

pequeño riego en Ixtacamaxtitlán, Estado de Puebla. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*. Editorial Agrícola, 11 (2), 201- 214. DOI: https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v11i2.500

Karki, S., & Yokota, S. (2025). Community-Based Farming Water Resource Management and Important Factors for Adaptation Practices in Terai, *Nepal. Water* (17), 1-22. DOI: https://doi.org/10.3390/w17010047

LEISA (2018). El agua en la agricultura familiar campesina: organización y conocimientos para su gestión. https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-34-numero-1/3231-convocatoria-leisa-34-3-septiembre-2018-el-agua-en-la-agricultura-familiar-campesina-organizacion-y-conocimientos-para-su-gestion

Maass A., & Anderson, R. (1997) "Y el desierto se regocijará... conflicto, crecimiento y justicia en las zonas áridas: introducción" en Martínez T. y Palerm, J. (comp) Antología sobre Pequeño Riego, (261-284). México: Colegio de Postgraduados.

Martínez Sánchez, A. (2018). Retos técnicos en la gestión comunitaria del agua en las comunidades Zapotecas de Ocotlán y Zimatlán, Oaxaca. V Congreso de la Red ISSA-2018. Agua, ciudades y poder.

Meinzen-Dick, R. (2007). Beyond panaceas in water institutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 104*(39), 15200–15205.

Ostrom, E. (1990). Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge *University Press*. Pág. 200.

Palerm, J. (2020). Caracterización de los módulos de los distritos de riego y presencia de organizaciones locales. *Región y Sociedad*, 32, e1335. doi: 10.22198/rys2020/32/1335

Palerm-Viqueira, J. (1990). Riego y sociedad: una perspectiva histórica. Colegio de Postgraduados.

Palerm, J., & Martínez, T. (2013). Antología sobre riego, Instituciones para la gestión del agua: vernáculas, alegales e informales. Colegio De Postgraduados. ISBN 978-607-715-141-8.

Palerm, J. & Martínez, T. (2000). Antología Sobre Pequeño Riego. Instituciones para la gestión del agua: vernáculas, ilegales e informes. México: Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Romano, S. T. (2012). From protest to proposal: The contentious politics of the right to water. *Revue française de sociologie, 53*(1), 109–134.

Sánchez Cohen, I. (2005) *Fundamentos para el aprovechamiento integral del agua*. Una aproximación de simulación de procesos. México: INIFAP-CENID-RASPA.

Sandoval M., A., & Günter, M. G. (2015). Organización social y autogestión del agua. Comunidades de la Ciénega de Chapala, Michoacán. *Política y Cultura,* No. 44, pp. 107-115.

Sandoval M, I., & Ramos L, J. (2009). Mapeo de riesgo a la contaminación del agua subterránea en los Valles Centrales de Oaxaca. *Revista Geográfica*, No. 145, pp. 169-181

Sandré, I. (2013). ¿Continuidad o ruptura? El sistema de riego del río Cuautitlán, Estado de México. En Palerm, J. y Martínez, T. Antología Sobre Pequeño Riego. Instituciones para la gestión del agua: vernáculas, ilegales e informes, (345-402). México: Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

SIN (2018). Catálogo de municipios sujetos al régimen de Sistemas Formativos Indígenas, 2018. https://www.ieepco.org.mx/sistemas-normativos/municipios-sujetos-al-regimen-de-sistemas-normativos-indigenas-2018

Tribunal Latinoamericano del Agua (2016). Caso: Contaminación del río Atoyac. IX Audiencia

Pública TLA- Casos sobre controversias Hídricas en México y Guatemala. http://tragua.com/wp-content/uploads/2016/10/ContaminacionRioAtoyacOaxaca.pdf

Vargas-Velázquez, S. (2024). Gestión social del agua: organización colectiva para el mercado y el manejo comunitario en los Altos de Morelos, México. *Cooperativismo & Desarrollo*, *32*(129), 1-17. https://doi.org/10.16925/

Velasco, L. (2019). Agua y comunidad: conflictos y organización campesina en los Valles Centrales de Oaxaca. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

Villagómez Velázquez, Y., & Gómez Martínez, E. (2020). Los recursos hídricos en las regiones indígenas de México. *Región y sociedad*, 32, e1288. Epub 27 de enero de 2021.https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1288

Witffogel, K. (2002) "Despotismo oriental. Estudio comparativo del poder totalitario", en *Revista Derecho del Estado*. 12, 113-168.