



Agricultura, Sociedad y Desarrollo

ISSN: 1870-5472

asyd@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Miranda-Trejo, Mario; Ocampo-Fletes, Ignacio; Escobedo-Castillo, Juan F.; Hernández-Rodríguez, Ma. de Lourdes

LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE EN TEPEXI DE RODRÍGUEZ, PUEBLA
Agricultura, Sociedad y Desarrollo, vol. 12, núm. 3, julio-septiembre, 2015, pp. 261-277
Colegio de Postgraduados
Texcoco, Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360543277001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE EN TEPEXI DE RODRÍGUEZ, PUEBLA

DISTRIBUTION OF DRINKING WATER IN TEPEXI DE RODRÍGUEZ, PUEBLA

Mario **Miranda-Trejo**^{1*}, Ignacio **Ocampo-Fletes**¹, Juan F. **Escobedo-Castillo**¹, Ma. de Lourdes **Hernández-Rodríguez**²

¹Colegiode Postgraduados, Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla, 205, Santiago Momoxpan, Municipiode San Pedro Cholula. 72760. Puebla, Puebla, México. (mmt1@live.com.mx). (agroecología_iof@yahoo.com). ²El Colegiode Tlaxcala, A.C. Melchor Ocampo No. 28, San Pablo Apetatlán, Tlaxcala (lourher@yahoo.com)

RESUMEN

La seguridad en el acceso al agua potable está ampliamente relacionada con la capacidad y eficiencia que de su distribución hace el municipio, el cual constitucionalmente es el responsable de que la población tenga el agua necesaria para la satisfacción de sus necesidades. En el caso de Tepexi de Rodríguez, Puebla, esta facultad se ha visto permeada por los requerimientos hídricos de la industria del mármol la cual, a decir de los habitantes del municipio, ha originado disminución en la cantidad de agua disponible. Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue conocer la forma en que se distribuye el agua en la cabecera municipal, e identificar la influencia de dicha industria en la escasez del líquido para consumo humano. Se realizó un estudio exploratorio, aplicando 40 entrevistas, y en una segunda fase se aplicaron 89 cuestionarios a las familias de la cabecera municipal. Se concluye que el ayuntamiento no realiza una distribución equitativa del agua, privilegiando a la industria del mármol, además de que no existe participación social en la administración y planificación para la gestión del recurso hídrico.

Palabras clave: agua, ayuntamiento, escasez hídrica, industria del mármol.

INTRODUCCIÓN

Tepexi de Rodríguez es un municipio inserto en la Mixteca poblana que comenzó a experimentar un crecimiento económico importante a partir de la década de los setenta del siglo XX, cuando la industria de la extracción y transformación de mármol llegó a esa región para darle una nueva

ABSTRACT

Security in access to drinking water is widely related to the ability and efficiency of a municipality in terms of its distribution; in constitutional terms this level of government is the one responsible for the population to have the water necessary to satisfy its needs. In the case of Tepexi de Rodríguez, Puebla, this faculty has been permeated by the water requirements of the marble industry, which, in the opinion of the municipality's residents, has caused a decrease in the amount of water available. Based on this, the objective of this study was to understand the way in which water is distributed in the municipal township and to identify the influence of the industry mentioned on the water's scarcity for human consumption. Exploratory research was performed, applying 40 interviews, and in a second phase 89 questionnaires were applied to the families in the municipal township. It is concluded that the local government does not carry out an equitable distribution of water, favoring the marble industry, and also that there is no social participation in administering and planning for water resource management.

Key words: water, local government, water scarcity, marble industry.

INTRODUCTION

Tepexi de Rodríguez is a municipality in Puebla's Mixteca region that began to experience important economic growth since the 1960s, when the industry of marble extraction and transformation reached this region providing the local economy with a new dynamic that has resulted not only in population growth, but also in the greater demand of water services and infrastructure, especially directed at the profitable marble industry, which depends mainly on mineral and water resources.

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: noviembre, 2013. Aprobado: enero, 2015.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 12: 261-277. 2015.

dinámica a la economía local, que ha desembocado no solo en el incremento poblacional, sino también en mayor demanda de servicios e infraestructura hídrica, especialmente la destinada a la lucrativa industria del mármol, dependiente principalmente de los recursos minerales e hídricos.

El agua potable es un recurso natural finito del cual dependen todas las actividades de la sociedad. Actualmente, su disponibilidad en México y particularmente en Tepexi de Rodríguez, Puebla es cada vez más restringida, lo cual conduce a que los gobiernos se vean obligados a generar políticas públicas integrales para su manejo, con la finalidad de satisfacer las necesidades presentes y futuras de su población.

En este sentido, Castro *et al.* (2004) señalan que dentro de las causas que han reducido la disponibilidad del agua para las actividades humanas figuran: escasez física (sequías), condiciones climáticas y su distribución inequitativa, así como la influencia de poderes fácticos, la cual es una de las principales causas de la disminución de agua para uso doméstico en México.

Los mismos autores argumentan que la sociedad mexicana se halla en desventaja frente al Estado, a los proveedores públicos y privados, y a diversos actores que ejercen poderes sociales y económicos en cuanto a la Gestión del Recurso Hídrico.

En el caso de Tepexi de Rodríguez, la evidencia muestra que las prioridades para atender las necesidades de agua de la población están subordinadas a los intereses del Ayuntamiento, lo que genera inequidad en la cobertura del agua potable; que la gente está poco informada sobre los criterios de decisión en la selección de proyectos de infraestructura hídrica realizados en la comunidad, y que desconocen la verdadera razón por la cual el flujo del agua para uso doméstico disminuyó considerablemente entre 1998 y 2013, año en que se concluyó el estudio.

Una fase preliminar de este estudio mostró que pobladores de la cabecera municipal detectaron la desaparición de manantiales y la disminución del agua en sus hogares, a raíz del inicio del uso de dinamita para la extracción de mármol en las canteras de la región a comienzos de 2000. Desde la percepción de los habitantes, la extracción del mármol ha hecho que “el agua se hunda o se vaya” de Tepexi pese a que, de acuerdo con la base de datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2011), en el municipio no existe una fuente concesionada al uso

Drinking water is a finite natural resource on which all activities of society depend. Currently, its availability in México and particularly Tepexi de Rodríguez, Puebla, is increasingly more restricted, leading to the governments being forced to generate integral public policies for its management, with the aim of satisfying the present and future needs of the population.

In this sense, Castro *et al.* (2014) point out that among the causes that have reduced the availability of water for human activities, the following are prominent: physical scarcity (drought), climate conditions and inequitable distribution, as well as the influence of special interest groups, which is one of the main causes of water decrease for domestic use in México.

The same authors argue that Mexican society is at a disadvantage faced with the State, public and private suppliers, and various actors that exert social and economic power in terms of management of the water resource.

In the case of Tepexi de Rodríguez, the evidence shows that the priorities of addressing the population's water needs are subordinate to the local government, generating inequity in the coverage of drinking water, people not being well-informed about the decision criteria in selecting water infrastructure projects carried out in the community, and them being ignorant of the true reason why the water flow for domestic use decreased considerably between 1998 and 2013, year when the study was finished.

A preliminary phase of this study showed that inhabitants of the municipal township detected the disappearance of springs and the decrease of water in their households, as a result of the beginning of the use of dynamite to extract marble from quarries in the region at the beginning of 2000. From the perception of residents, marble extraction has made “water sink or go” from Tepexi, although according to the database from the National Water Commission (*Comisión Nacional del Agua*, CONAGUA, 2011), in the municipality no source is allotted to industrial use, so it can be inferred that the water the marble industry uses in all of its phases originates from the water assigned to the municipality and, therefore, is catalogued as for public-urban use; that is, as drinking water destined primarily to human consumption.

In addition, the natural characteristics of the zone also influence the low water availability, because it is

industrial, por lo que se puede inferir que el agua que utiliza la industria del mármol en todas sus fases proviene del agua asignada al municipio y, por tanto, es catalogada como de uso público-urbano; esto es, como agua potable destinada principalmente al consumo humano.

Adicionalmente, las características naturales de la zona también influyen en la baja disponibilidad de agua, por tratarse de una región con una precipitación pluvial de 600 mm anuales, pendientes pronunciadas y suelos erosionados que dificultan la recarga del manto freático (CONAGUA, 2011).

Esta situación condujo a la búsqueda de un enfoque teórico que permitiera contribuir al entendimiento de cómo se debe administrar el agua, con el fin de elaborar un conjunto de recomendaciones dirigidas al Ayuntamiento, que permitiera suministrar eficientemente el agua como recurso escaso; para ello se seleccionó el marco de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), con el fin último de justificar la razón por la cual el agua para uso público-urbano debe ser destinada en un primer orden a satisfacer las necesidades humanas básicas y después los requerimientos de otras actividades, ya sean económicas o de servicio, aplicando en todo momento los principios de equidad y sustentabilidad ambiental.

Lo anterior llevó a plantear las siguientes preguntas: ¿Cómo se distribuye el agua potable (público-urbano) en Tepexi de Rodríguez y por qué ha disminuido su disponibilidad para el consumo humano?, ¿De dónde se extrae el agua que utiliza la industria del mármol?, ¿Es esta industria la causante de la falta de agua potable para uso doméstico? ¿Cómo puede el Ayuntamiento transparentar la distribución del líquido? Los objetivos fueron: a) conocer la forma en que el Ayuntamiento de Tepexi de Rodríguez distribuye el agua a la población; y b) documentar la falta de transparencia del servicio de agua potable, influenciada en los últimos años por los requerimientos hídricos de la industria del mármol, y si se puede subsanar mediante la aplicación de los principios de la GIRH por parte del Ayuntamiento.

De acuerdo con la *Global Water Partnership* (GWP-TAP, 2000), la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) es el proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado de los recursos hídricos, la tierra y los recursos naturales relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa, sin comprometer

a region with annual rainfall of 600 mm, pronounced slopes and eroded soils that make the water table's refill difficult (CONAGUA, 2011).

This situation led to the search for a theoretic approach that would allow contributing to the understanding of how to administer water, with the goal of elaborating a set of recommendations directed at the local government, to allow supplying water efficiently as a scarce resource; for this purpose, the framework of Integrated Water Resources Management (IWRM) was selected, with the ultimate aim of justifying the reason why water meant for public-urban use should be destined in the first place to satisfy basic human needs and then to other activities' requirements, whether economic or for services, applying at all times the principles of equity and environmental sustainability.

This led to establishing the following questions: How is (public-urban) drinking water distributed in Tepexi de Rodríguez and why has its availability for human consumption decreased? Where is the water that is used for the marble industry extracted from? Is this industry the cause of the lack of drinking water for domestic use? How can the local government be transparent with the vital liquid's distribution? The objectives were: a) to understand the way in which the Tepexi de Rodríguez local government distributes water to the population; and b) to document the lack of transparency in the drinking water service, influenced during recent years by the marble industry's water requirements, and whether it can be compensated through the application of IWRM's principles by the local government.

According to the *Global Water Partnership* (GWP-TAP, 2000), Integrated Water Resources Management (IWRM) is the process that promotes the coordinated management and exploitation of water resources, land and related natural resources, with the goal of maximizing the social and economic wellbeing in an equitable manner, without jeopardizing the sustainability of vital ecosystems which, according to Pochat (2008), are ruled by three strategic factors: Physical-Environmental, Political-Economic, and Socio-Cultural.

In the case of physical-environmental factors, managing water resources with the basin approach stands out, or, if the case may be, the micro-basin, which is considered a small first-order basin where a community that uses and manages the area's

la sustentabilidad de los ecosistemas vitales los cuales, de acuerdo con Pochat (2008), están regidos por tres factores estratégicos: Físico-Ambientales, Político-Económicos y Socio-Culturales.

En el caso de los factores físico-ambientales destaca el manejo del recurso hídrico con el enfoque de cuenca o, en su caso, microcuenca, considerada ésta como una cuenca pequeña de primer orden donde vive una comunidad que utiliza y maneja los recursos del área como: suelo, agua, vegetación (cultivada y nativa) y fauna (Van Wambeke, 2003 citado por Alatorre, s. f.).

Entre los factores político-económicos sobresale la necesidad de consensos inter e intramunicipales para llegar a proyectos integrales de la cuenca, con la finalidad de que las partes altas no afecten la calidad y cantidad de las partes bajas (Sotomayor *et al.*, 2009).

En los factores socio-culturales resalta la necesidad de la participación social en la construcción de planes de desarrollo local, en éste caso de infraestructura hídrica. En este sentido se requiere que las autoridades municipales otorguen las condiciones necesarias para que las organizaciones civiles, así como ciudadanos interesados, encuentren un terreno fértil donde aporten al desarrollo de la comunidad (Estuardo, 2011; Secretaría de Gobernación, 2013).

Aunado a lo anterior, en México, a nivel municipal, la GIRH está fundamentada en los artículos 115° y 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, al señalar que el municipio es el responsable de respetar y hacer cumplir el derecho humano al agua, cuyo acceso y disposición se debe otorgar en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible (Reformas a la Constitución de 1917 citadas en Instituto de Investigaciones Jurídicas -UNAM, 2013).

Es así que el derecho humano al agua es responsabilidad directa del Ayuntamiento e implica garantizar su abastecimiento continuo y suficiente para uso personal y doméstico, en una cantidad mínima de 20 litros diarios por persona. La calidad, que consiste en que el agua debe ser salubre, con color, olor y sabor aceptables; su acceso, el alcance físico y seguro, dentro o cerca del hogar, escuela o lugar de trabajo, con la fuente de agua a una distancia máxima de un kilómetro o un desplazamiento a pie no mayor a 30 minutos, para responder a las necesidades de los diversos grupos sociales; y, finalmente, la asequibilidad. Es decir, no reducir la capacidad de adquisición

resources, such as soil, water, vegetation (cultivated and native) and fauna, residues (Van Wambeke, 2003 cited by Alatorre, n/a).

In the politic-economic factors, the need for inter- and intra- municipal consensus stands out, in order to arrive at integrated projects in the basin, with the goal of preventing the high zones from affecting the quality and quantity of the low zones (Sotomayor *et al.*, 2009).

Among socio-cultural factors, the need for social participation in the construction of local development plans stands out, in this case for water infrastructure. In this sense, it is required for the municipal authorities to grant the necessary conditions for citizen organizations, as well as interested citizens, to find fertile ground where they can contribute to the community's development (Estuardo, 2011; Secretaría de Gobernación, 2013).

In addition to this, in México, on the municipal level, the IWRM is founded on Articles 115 and 4 of the Mexican Political Constitution, where it is clear that the municipality is the one responsible for respecting and fulfilling the human right to water, of which the access and availability should be made in a sufficient, healthy, acceptable and attainable manner (Reforms to the 1917 Constitution cited in Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM, 2013).

Therefore, the human right to water is a direct responsibility of the local government and implies guaranteeing its continuous and sufficient supply for personal and domestic use, in a minimum amount of 20 liters per person per day. The quality, which consists of the water being healthy, with acceptable color, odor and taste; its access, the physical and safe coverage, within or near the household, school or workplace, with the source of water at a maximum distance of one kilometer or walking time of less than 30 minutes, to respond to the needs of the various social groups; and, finally, its attainability. That is, not reducing the ability to acquire other essential goods such as food, housing, education or health, assuming subsidies or gratuity in some cases, or an expenditure that should not be more than 3 % of a family's income (Centre on Housing Rights and Evictions, 2005; De Luis *et al.*, 2012).

It should be mentioned that for a full IWRM, Dominguez (2010) considers that the right to water should also include guaranteeing access to information, non-discrimination in terms of

de otros bienes esenciales, como alimento, vivienda, educación o salud, lo que supone subsidios o su gratuidad en algunos casos, o un gasto que no debe superar 3 % de los ingresos de una familia (Centre on Housing Rights and Evictions, 2005; De Luis *et al.*, 2012).

Cabe mencionar que, para una GIRH plena, Domínguez Serrano (2010) considera que el derecho al agua debe incluir también la garantía de acceso a la información, a la no discriminación en el acceso físico, el tratar a los usuarios con equidad, respetar los usos tradicionales del agua y proteger a los grupos vulnerables.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en Tepexi de Rodríguez, Puebla, cabecera del municipio del mismo nombre. El municipio se localiza en la parte centro-sur del estado, entre los paralelos 18° 20' 24" y 18° 37' 42" N y los meridianos 97° 50' 00" y 98° 03' 18" O (Figura 1), con altitudes entre 1400 y 2020 m. Su temperatura varía entre 16 y 24°C, con precipitaciones entre 600 y 900 mm. La mayor parte del territorio (65 %) presenta clima semi-cálido subhúmedo con lluvias en verano, y el resto es templado subhúmedo con lluvias en verano. Pertenecce a la Región Hidrológica Balsas, a la Cuenca del Río Atoyac, Subcuencas de los ríos Acatlán, Atoyac-Balcón del Diablo y Atoyac-Tehuiztingo, y la única corriente de agua perenne es Axamilpa y las corrientes intermitentes: El Chiquito, El Carnero, Ramales y San Pablo (INEGI, 2010a).

La fase de campo se realizó en dos etapas: la primera consistió en un estudio exploratorio y la segunda en la aplicación de entrevistas y encuestas. En la fase exploratoria se realizaron recorridos por la cabecera municipal para conocer el abasto y la distribución, cobertura del servicio, actores sociales involucrados en el manejo fáctico, etcétera, en relación con el recurso agua. Durante los recorridos, a las familias se les aplicaron 40 entrevistas semiestructuradas (muestreo no probabilístico) para obtener información básica sobre abasto y percepción de la escasez; además, se utilizó la observación directa. Del análisis preliminar se obtuvo que 90 % de los hogares contaban con agua potable. Este dato se utilizó para definir el tamaño de muestra del estudio en la siguiente etapa.

En la segunda etapa, y con fines de generar datos, se utilizó la encuesta (técnica cuantitativa). Para calcular

physical access, treating users with equity, respecting the traditional uses of water, and protecting the vulnerable groups.

METHODOLOGY

The study was performed in Tepexi de Rodríguez, Puebla, municipal township of the same name. The municipality is located in the central-southern part of the state, between parallels 18° 20' 24" and 18° 37' 42" N, and meridians 97° 50' 00" and 98° 03' 18" W (Figure 1), with altitudes between 1400 and 2020 meters above sea level (masl). Its temperature varies between 16 and 24 °C, with precipitations between 600 and 900 mm. Most of the territory (65 %) presents semi-warm sub-humid climate with summer rains, and the rest is temperate sub-humid with summer rains. It belongs to the Balsas Hydrological Region, the Atoyac River Basin, Sub-basins of the Acatlán, Atoyac-Balcón del Diablo and Atoyac-Tehuiztingo rivers, and the only continuous water current is Axamilpa, while there are the following intermittent currents: El Chiquito, El Carnero, Ramales and San Pablo (INEGI, 2010a).

The field work phase was carried out in two stages: the first one consisted in an exploratory study and the second in the application of interviews and surveys. In the exploratory phase visits to the municipal township were carried out to understand the supply and distribution, service coverage, social actors involved in the de facto management, etc., with regard to the water resource. During the visits, 40 semi-structured interviews were applied to the families (non-probabilistic sampling) to obtain basic information about the supply and perception of scarcity; in addition, direct observation was used. From the preliminary analysis, it was observed that 90 % of the households had drinking water. This piece of data was used to define the size of the study's sample in the following stage.

In the second stage, and with the aim of generating data, a survey (technical quantitative) was used. Simple random sampling was used to calculate the sample (Rojas Soriano, 2007), with a level of confidence of 95 %, $p=0.9$ (proportion of the population that has drinking water), $q=0.1$ (proportion of the population that does not have drinking water), accuracy level of 6 %, $N = 1\ 226$ [Population (total households in the municipal township of Tepexi de Rodríguez in 2010 according

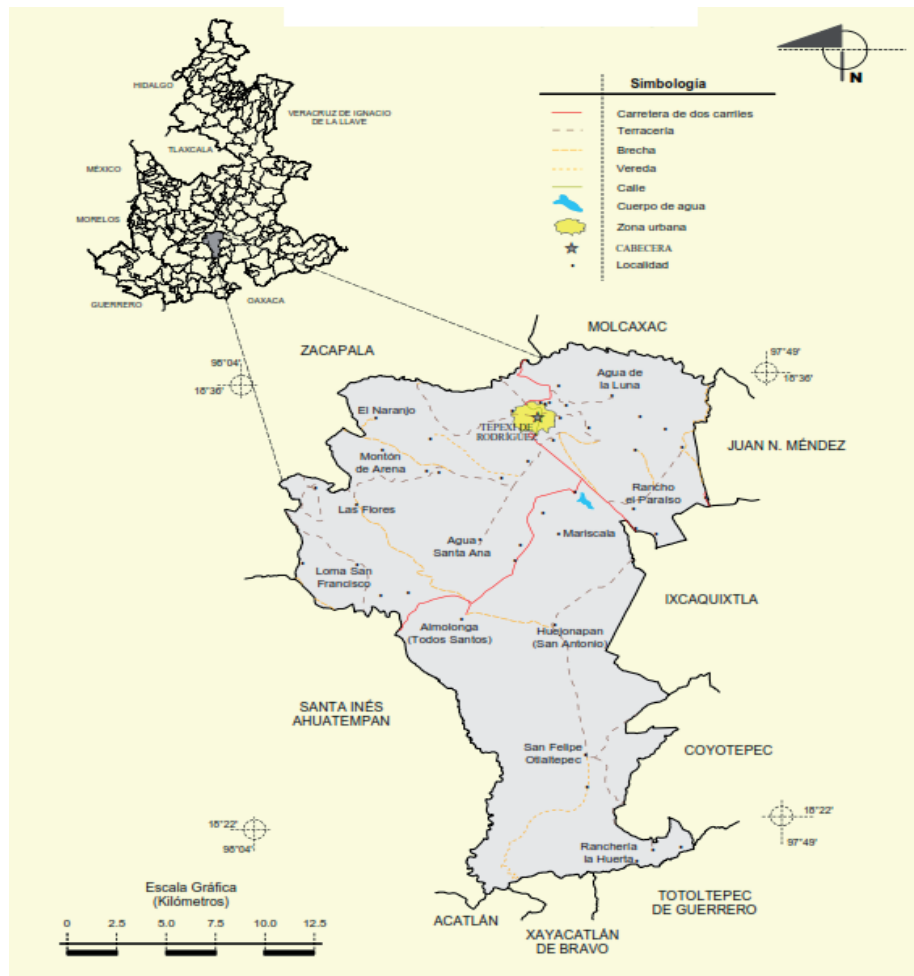


Figura.1. Ubicación del municipio de Tepexi de Rodríguez en el estado de Puebla Fuente: INEGI, 2010a.
Figure 1. Location of the municipality of Tepexi de Rodríguez in the state of Puebla. Source: INEGI, 2010a.

la muestra se usó el muestreo aleatorio simple (Rojas Soriano, 2007), con un nivel de confianza de 95%, $p=0.9$ (proporción de la población que tiene agua potable), $q=0.1$ (proporción de la población que no tiene agua potable), nivel de precisión 6 %, $N=1226$ [Población (total de viviendas de la cabecera municipal de Tepexi de Rodríguez en 2010 de acuerdo con el INEGI)], resultando un tamaño de muestra de 89 ($n=89$), seleccionando a igual número de familias en forma aleatoria en los cuatro barrios de la cabecera municipal.

El cuestionario consideró indicadores sobre cobertura de agua potable en los barrios y hogares, tiempo de acceso al agua potable, formas complementarias de abasto, obra pública hídrica, conocimiento de la población sobre obras futuras, percepción sobre escasez; problemas en los sistemas de distribución, abastecimiento para la industria y la población; forma de

to INEGI)], resulting in a sample size of 89 ($n=89$); an equal number of families were selected randomly in the four districts of the municipal township.

The questionnaire considered indicators about drinking water coverage in districts and households, time of access to drinking water, ways of complementary supply for public water works, population's knowledge of future works, perception about scarcity; problems in the distribution systems, supply for the industry and the population; ways of making decisions in water management; time of access to drinking water, payment for the service and distribution among types of users, etc.

Data were captured in Microsoft Excel worksheets and descriptive statistical analyses were performed with the Statistical Package for the Social Science software (SPSS Version 15).

tomar las decisiones de la gestión hídrica; tiempo de acceso al agua potable, pago por el servicio y distribución entre tipos de usuarios, etcétera.

Los datos se capturaron en hojas de cálculo Microsoft Excel y se realizaron análisis estadísticos descriptivos con el programa Statistical Package for the Social Science (SPSS Versión 15).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tepexi de Rodríguez es un municipio que pertenece a la mixteca poblana; además de las condiciones climáticas semiáridas, la marginación que persiste conduce a que sus habitantes vivan en condiciones desfavorables y carezcan de servicios públicos que les ayuden a desarrollarse de manera más armónica. El índice de marginación del municipio es de 0.534 (alto grado de marginación). Ocupa el lugar 82 en el contexto estatal y 730 en el nacional (Consejo Nacional de Población, 2010).

La cabecera municipal está organizada en cuatro barrios: San Pedro (1701 msnm), San Sebastián (1706 msnm), San Vicente (1673 msnm) y centro (1736 msnm). Todos los barrios reciben agua potable del suministro del Ayuntamiento, aunque San Vicente es más “independiente” por contar con abastecimiento de manantiales locales. El barrio de San Pedro se caracteriza por la presencia de manantiales que permiten el establecimiento de huertos de aguacate y granada, principalmente. En temporada seca el manantial abastecía 1.5 pulgadas, y durante las lluvias más de tres, pero en 2011 el manantial principal y otros aledaños se mantuvieron secos todo el año.

El barrio de San Sebastián también cuenta con manantiales y corrientes intermitentes, aunque en menor proporción. En este barrio existe una de las principales fuentes de abastecimiento del pueblo, el manantial “El Tambor”, y también se encuentran varias empresas transformadoras de mármol (corte y pulido).

En San Vicente existen algunos manantiales, pero la topografía dificulta la distribución del agua, por lo que reciben agua del Ayuntamiento. El centro se abastece con el manantial de San Pedro.

Destacan tres tanques o depósitos de agua ubicados en el barrio de San Pedro, que abastece parte del municipio. Por la cabecera municipal atraviesan cuatro corrientes intermitentes, cuyas aguas se encuentran contaminadas por el drenaje a cielo abierto.

RESULTS AND DISCUSSION

Tepexi de Rodríguez is a municipality that belongs to the Mixteca region in Puebla; in addition to semi-arid climate conditions, the prevailing marginalization leads to its inhabitants experiencing unfavorable conditions and lacking public services to help them develop more harmonically. The marginalization index in the municipality is 0.534 (high degree of marginalization). It occupies the 82nd place in the state context and 730th in the national one (Consejo Nacional de Población, 2010).

The municipal township is organized into four districts: San Pedro (1701 masl), San Sebastián (1706 masl), San Vicente (1673 masl) and Center (1736 masl). All the districts receive drinking water from the local government supply, although San Vicente is more “independent” because it has a supply from local springs. The district of San Pedro is characterized by the presence of springs that allow establishing orchards, primarily of avocado and pomegranate. During dry season, the spring supplied 1.5 inches, and during the rainy season, more than three; however, in 2011 the main spring and some neighboring ones were dry for the whole year.

The San Sebastián district also has springs and intermittent currents, although in lesser proportion. One of the main sources of supply for the town is found in this district, the “El Tambor” spring, and several marble-transforming companies (cutting and polishing) are also found there.

In San Vicente there are some springs, but the topography makes water distribution difficult, so they receive water from the local government. The Center district is supplied with the San Pedro spring.

Three tanks or water deposits stand out, which are located in the San Pedro district, which supplies part of the municipality. Four intermittent currents cross the municipal township, whose waters are contaminated by open-air drainage. This has affected the environment significantly, for these currents were water sources for domestic use until the end of the 1980s, a time when the population began to grow, and with it, water contamination increased in a relevant manner. There are several marble companies located in places with abundant water, particularly in the Chiquito River zone, located in the northern part of the locality. The population grows towards western San Vicente, where several of the intermittent

Esto ha afectado el entorno de manera significativa, pues estas corrientes fueron fuente de agua para uso doméstico hasta finales de la década de 1980, tiempo en que comenzó a crecer la población y, con ello, la contaminación del agua de manera importante. Existen varias empresas marmoleras posicionadas en lugares con abundante agua, sobre todo en la zona del Río Chiquito localizado en la parte norte de la localidad. La población crece hacia el poniente del barrio de San Vicente, donde varias de las corrientes intermitentes están contaminadas y el abasto de agua es limitado.

Los resultados de la investigación muestran que 87 % de la población de la cabecera municipal tiene agua potable; esto es, agua entubada proporcionada por los sistemas del Ayuntamiento, disponible en el hogar o en el predio donde se halla la vivienda. El dato contrasta con las cifras del Censo General de Población y Vivienda (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2010b), que indican una cobertura de 53.6 %; mientras que los datos del II Censo de Población y Vivienda reportan que la cabecera municipal tiene una cobertura de agua potable de 85 % (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005), cifra muy próxima a lo hallado en este estudio. A nivel nacional, 8.6 % de la población carece de agua entubada, por lo que la localidad se halla por encima de ese indicador (Consejo Nacional de Población, 2010).

Aunque existe una cobertura muy importante del servicio de agua potable, prácticamente más de la mitad de la población (65.8 %) dispone de una a tres horas del servicio por semana, por lo que 93.5 % de los hogares tienen que almacenar agua.

La cantidad de agua que se considera suficiente para las actividades diarias en un hogar rural con clima semi-cálido es de 130 litros por persona al día (Ochoa *et al.*, 1993); por lo tanto, en Tepexi de Rodríguez una familia debe abastecerse con 635.7 litros diarios, ya que la media de integrantes por hogar es de 4.89 personas. El abasto de una a tres horas diarias no es suficiente para alcanzar este volumen de agua. Advirtiendo el bajo suministro de agua que existe, los hogares complementan el abasto por otros medios: 64.5 % de los hogares realizan compra de agua, 23.7 % se abastece de manantiales, 9.2 % espera a que se restablezca el reparto y 2.6 % accede a agua con sus vecinos.

En el mismo orden de ideas, 69.7 % de los hogares compran agua exclusiva para consumo (tomar y

currents are contaminated, and the water supply is limited.

Results from the research shows that 87 % of the population in the municipal township has drinking water; that is, piped water supplied by the Local government systems, available in the household or land where the house is found. This piece of data contrasts with the figures from the General Population and Housing Census (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2010b), which indicates a coverage of 53.6 %, while the data from the II Population and Housing Count report that the municipal township has a drinking water coverage of 85 % (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005), a figure that is quite similar to what was found in this study. At the national level, 8.6 % of the population lacks piped water, so the locality is above this indicator (Consejo Nacional de Población, 2010).

Although there is a very important coverage of the drinking water service, practically more than half of the population (65.8 %) has one to three hours of service per week, so that 93.5 % of the households must store water.

The amount of water that is considered sufficient for daily activities in a rural household with semi-warm climate is 130 liters per person per day (Ochoa *et al.*, 1993); therefore, in Tepexi de Rodríguez, a family must be supplied with 635.7 liters daily, since the mean of members per household is 4.89 people. The supply of one to three hours per day is not enough to reach this volume of water. Noticing the low water supply present, the households complement the supply through other means: 64.5 % of the households purchase water, 23.7 % take water from springs, 9.2 % wait for the distribution to be reestablished, and 2.6 % have access to water with their neighbors.

In the same sense, 69.7 % of the households purchase water exclusively for consumption (drinking and preparing food). This piece of data indicates, at the same time, that the supply is insufficient and that there is mistrust in the municipal water service, an opportunity that water trading companies take advantage of. The large companies of bottled beverages have made a clear impact on the market and the commercial brands are present in all the stores in the municipal township. Also, there is a local purifier that distributes 20-liter bottles.

México is one of the main consumers of bottled water, together with the US, China and India. The

preparar alimentos). El dato indica, a la vez, que el suministro es insuficiente y que existe desconfianza en el agua del servicio municipal, oportunidad que aprovechan las empresas comercializadoras de agua. Las grandes compañías de bebidas embotelladas han dejado sentir su presencia en el mercado y las marcas comerciales están presentes en todas las tiendas de la cabecera municipal. Además, existe una purificadora local que distribuye garrafones de 20 litros.

México es uno de los principales consumidores de agua embotellada del mundo junto a EE. UU., China e India. El incremento de consumo en México se inició en la década de los noventa, cuando en América Latina se presentó la epidemia de cólera y las autoridades determinaron agregar más cloro al agua, lo que le quitó el gusto insípido y le dio “sabor a cloro”. Por otro lado, se hicieron estrategias publicitarias para vender la idea de que el agua embotellada estaba libre de gérmenes y que era la única forma de consumir agua sin riesgo de infecciones como el cólera (Cruz Valdés *et al.*, 2008; Olivares Alonso, 2012).

De acuerdo con los habitantes, la falta de agua en los hogares tiene varias causas, entre las que destacan el desperdicio, el cambio climático y la mala distribución (Cuadro 1).

Las reacciones por parte de la población ante la escasez son distintas; así, existen cuatro tipos de postura: a) conformes, ciudadanos que entienden la situación de escasez y no desean promover ningún tipo de acción; b) poco inconformes, quienes sienten algo de inconformidad y tampoco quieren promover acciones; c) inconformes pasivos, gente que no se siente bien con la situación de escasez y piensa que no puede hacerse nada; y d) inconformes activos, ciudadanos que están inconformes con la falta de agua y desean promover alguna acción para solucionar el problema (Figura 2).

Respecto de la obra hídrica que ha realizado el Ayuntamiento para incrementar el abasto, 58.1 % de los entrevistados dijeron sentirse beneficiados y 41.9 % afirmó que no había sido favorecido. Aunque el porcentaje de gente que siente beneficio con las obras es importante, ello no significa que éstas sean suficientes para cubrir las necesidades de la población, y tampoco que haya existido participación ciudadana en la planificación. En el camino de hacer una gestión hídrica más integral, el Ayuntamiento debe diseñar estrategias de participación ciudadana para la toma de decisiones, lo cual dará origen a obras con

increase in consumption in México began in the 1990s when there was a cholera epidemic in Latin America and the authorities decided to add more chlorine to the water, which took away the insipid taste and gave it “chlorine flavor”. On the other hand, advertising strategies were created to sell the idea that bottled water was free of germs and that it was the only way to consume water without risk of infections like cholera (Cruz Valdés *et al.*, 2008; Olivares Alonso, 2012).

According to residents, the lack of water in the households has several causes, among which the following stand out: waste, climate change and bad distribution (Table 1).

The reactions from the population in face of scarcity are diverse; thus, there are four types of stands: a) contented, citizens who understand the situation of scarcity and do not want to promote any type of action; b) slightly discontented, those who feel some uneasiness but also do not want to promote any actions; c) passive discontented, people who are not happy with the situation of scarcity and believe that nothing can be done; and d) active discontented, citizens who are discontented with the lack of water and wish to promote some action to solve the problem (Figure 2).

With regard to the hydraulic works that the local government have performed to increase supply, 58.1 % of those interviewed said they felt they had been benefitted and 41.9 % said they had not been favored. Although the percentage of people who felt benefitted with the works is important, this does not mean that the latter are sufficient to cover the needs of the population or that there has been citizen participation in the planning. On the path to having a more integrated water management, the

Cuadro 1. Principales causas de escasez de agua mencionadas por los habitantes de Tepexi de Rodríguez (Datos de campo).

Table 1. Main causes of water scarcity mentioned by inhabitants of Tepexi de Rodríguez (field data).

Causas de escasez	% de mención
Desperdicio	36.8
Cambio climático	21.1
Mala distribución	21.1
Estiaje	9.2
Uso agrícola	3.9
Otras	7.9

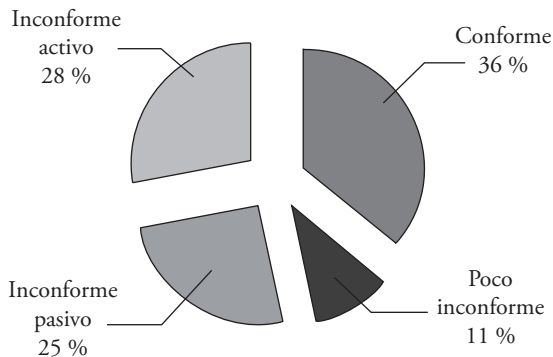


Figura 2. Actitud de los ciudadanos ante la escasez de agua potable en Tepexi de Rodríguez, Puebla. (Datos de campo).

Figure 2. Attitudes of citizens towards drinking water scarcity in Tepexi de Rodríguez, Puebla. (Field data).

mayor aceptación social, y más cercanas a la realidad de la gente. En este sentido, el Ayuntamiento de Tepexi de Rodríguez tiene un gran reto, pues la promoción de la participación social es escasa; 89.3 % de los habitantes dijo desconocer proyectos próximos sobre agua potable y solo 10.7 % mencionó algunas obras a realizarse, como la construcción de cajas de agua en la parte oriente de la cabecera municipal.

En general no se tienen reportes de talleres de planeación participativa o foros de discusión sobre temas públicos. Cuando se busca información en el Ayuntamiento, específicamente sobre planificación y obras, los responsables dicen que se carece de la documentación y que la administración en turno no ha generado los propios. Información de los entrevistados revela que 92.2 % no ha asistido a talleres de planeación participativa y 7.8 % dijo haber participado en alguno, refiriéndose a: informe de gobierno municipal, campaña de limpieza, taller de geografía electoral y taller de cloración de agua del Programa Oportunidades. Otro indicador de que el tema de agua está poco abordado oficialmente es que 88.3 % de los habitantes mencionaron nunca haber participado con anterioridad en una encuesta relacionada al agua.

Por otra parte, para que la población esté suficientemente informada en asuntos públicos debe tener acceso a datos mediante instituciones autónomas o, al menos, tener conocimiento de las instituciones a las cuales puede acudir en caso de necesidad de algún servicio público. Del presente trabajo se desprende que la población de Tepexi de Rodríguez no está informada sobre las instituciones u organizaciones relacionadas con el manejo del agua. Es decir, la población no sabe

local government must design strategies for citizen participation in decision-making, which will give rise to works with greater social acceptance and closer to the reality of the people. In this sense, the Tepexi de Rodríguez local government has a great challenge, for the promotion of social participation is scarce; 89.3 % of the residents said they are ignorant of the upcoming projects on drinking water, and only 10.7% mentioned some of the works to be performed, such as the construction of water storage boxes in the eastern part of the municipal township.

In general there are no reports of participative planning workshops or discussion forums about public issues. When information is sought at the local government, specifically about planning and works, the people responsible say there is a lack of documentation and that the administration in power has not generated their own. Information from the interviewees reveals that 92.2 % has not attended participative planning workshops and 7.8 % said they had participated in one, referring to: the municipal government's report, cleaning campaigns, workshop on electoral geography, and water chlorination workshop from the Oportunidades Program. Another indicator that the water issue is only slightly addressed officially is that 88.3 % of the residents mentioned having never participated previously in a survey related to water.

On the other hand, in order for the population to be sufficiently informed about public issues, there must be access to data through autonomous institutions or, at least, they must have some knowledge of the institutions to which they can resort in the case of needing a specific public service. From this study it is clear that the population in Tepexi de Rodríguez is not well-informed about the institutions or organizations related to water management. That is, the population doesn't know who the person is or who the people are in charge of managing and administering a resource as strategic as drinking water. Of those interviewed, 92 % do not know of any institution related to water management; 4 % mentioned the National Water Commission; 2.7 % the local government; and 1.3 % the Drinking Water Service Operator in the Puebla City Council (*Servicio Operador de Agua Potable del Ayuntamiento de Puebla, SOAPAP*). When referring to the institutions related to water management at the municipal level, the results are more encouraging: 42.1 % of the residents know some municipal

quién o quiénes se encargan del manejo y la administración de un recurso tan estratégico como el agua potable. De los entrevistados, 92 % no conoce alguna institución relacionada con la gestión del agua; 4 % mencionó a la Comisión Nacional del Agua; 2.7 % al Ayuntamiento y 1.3 % al Servicio Operador de Agua Potable del Ayuntamiento de Puebla (SOAPAP). Al referirse a las instituciones relacionadas con el manejo del agua a nivel municipal, los resultados son más alentadores, 42.1 % de los habitantes conocen alguna institución o forma de organización municipal; aun así, 57.9 % desconoce las formas de organización. La población ubica al fontanero, al Ayuntamiento y al comité de agua potable entre las figuras u organizaciones de manejo del agua.

Las cuentas públicas no son del conocimiento de la población en general. Ante la pregunta sobre las sumas que se gastan en obra pública para agua potable, 91.9 % dijo desconocer cuánto dinero se ha invertido. El restante 8.1 % cita cifras irregulares entre sí. Los montos que la gente menciona como ejercidos en obras de agua potable van desde 3 mil hasta 4 millones de pesos. La población menciona cifras libremente, pero no tiene certeza de ellas. Es comprensible que no sepan las cantidades exactas, aunque es buen indicio que al menos tengan idea de tales cifras.

El ayuntamiento es la institución pública más próxima a la ciudadanía; por lo tanto, es más frecuente que se mencione como institución encargada de los asuntos administrativos oficiales. Acerca del origen de los recursos para la realización de obra, el Ayuntamiento fue la institución más mencionada (67.1 %). Es notorio que la población ubica solo instituciones locales; no se hizo mención sobre entidades públicas estatales o federales; 24.7 % de los habitantes tiene la idea de que el dinero para las obras públicas proviene de la población por cooperación. No se advirtieron indicios sobre cooperación para las obras, aunque existe la posibilidad de que la población haya aportado dinero; 8.2 % de los entrevistados no sabe de dónde viene el dinero para las acciones públicas en materia de agua potable.

El papel de la industria del mármol

El llamado abuso de la discrecionalidad se presenta cuando quienes tienen el poder público obtienen beneficios personales, sin que medie estímulo externo o

institution or form of organization; even so, 57.9 % ignore the forms of organization. The population can recognize the plumber, the town council (local government) and the drinking water committee among the leading figures or organizations in water management.

Public accounts are not known by the general population. When asked the question about the amounts spent on public works for drinking water, 91.9 % said they ignored how much money had been invested. The other 8.1 % cites figures that are irregular among them. The amounts that people mention as exercised in drinking water works range from 3 thousand to 4 million pesos. The population mentions figures freely, but they have no certainty about them. It is understandable that they do not know the exact figures, although them having an idea of such figures is a good indication.

The local government is the most proximal public institution to the citizens; therefore, it is more frequently mentioned as the institution in charge of official administrative issues. Regarding the origin of the resources for performing the works, the local government was the institution most frequently mentioned (67.1 %). It stands out that the population distinguishes only local institutions; there was no mention about state or federal public entities; 24.7 % of the residents have the idea that money for public works comes from the population through donations. No evidence was found about cooperation for the works, although there is the possibility that the population had contributed money; 8.2 % of those interviewed does not know where the money comes from for the public actions in matters of drinking water.

The role of the marble industry

The so-called abuse of the discretionary nature is present when those in public power obtain personal benefits, without there being an external stimulus or extortion. The absence of accountability mechanisms and complex bureaucratic structures are breeding ground for there to be this type of corruption (González de Asis *et al.*, 2009).

Within this context, it was important to understand whether the political and economic power of the marble entrepreneurs has influenced the way of administering water resources in the municipality,

extorsión. La ausencia de mecanismos de rendición de cuentas, y estructuras burocráticas complejas son caldos de cultivo para que se presente este tipo de corrupción (González de Asis *et al.*, 2009).

En este contexto fue importante saber si el poder político y económico de los empresarios marmoleros ha influido en la forma de administrar los recursos hídricos del municipio, considerando que la industria de la extracción, cortado y pulido del mármol es una de las más importantes en la región mixteca de Puebla, y el municipio de Tepexi de Rodríguez el más productivo en el ramo. Los yacimientos comenzaron a explotarse hace 40 años y para 2011 extrajeron mensualmente 65 mil metros cuadrados de piedra (Tlatempa *et al.*, 2011).

La población señala al barrio San Sebastián como el lugar más importante para la extracción de mármol, seguido del barrio de San Pedro y Pie de Vaca (Col. Morelos). A nivel municipal se reportan 19 bancos de material activos ("canteras"), aunque sólo dos se hallan en la cabecera municipal, el resto se distribuye en otras 10 localidades del municipio, entre las que destacan Cañada Xóchitl, Axamilpa, Cuatro Rayas y Moralillo. En cuanto a canteras inactivas, el total municipal es de 66, de las cuales aproximadamente 15 pertenecen a Tepexi de Rodríguez (Servicio Geológico Mexicano, 2010).

La percepción de la población sobre la ubicación de las canteras tiene más concordancia con las canteras inactivas, que son las de los barrios de San Sebastián y San Pedro, ya que se trata de los bancos de material que estuvieron activos en las décadas de 1980 y 1990, y la población las recuerda por estar ubicados en barrios que tienen manantiales. El agua que utilizan las marmoleras proviene principalmente de manantiales, ríos y de la red pública (Figura 3).

El agua proviene del río Chiquito, un afluente del río Axamilpa que se halla en las afueras de la localidad y cerca de las empresas marmoleras. Con estos datos se deducen dos situaciones: 1) existe la percepción importante de que el agua que usa la industria de la piedra es de origen público; y, 2) los ciudadanos desconocen la forma en que esa agua pública se administra.

Acerca de la existencia de empresarios que hayan tenido cargos públicos municipales, 48.7 % de los entrevistados respondió que algún marmolero ha ocupado un cargo público y, de ellos, 46.1 % afirma que se trató del cargo de Presidente Municipal.

taking into consideration that the marble extraction, cutting and polishing industry is one of the most important in the Mixteca Region in Puebla, and that the municipality of Tepexi de Rodríguez is the most productive in the trade. The deposits began to be exploited 40 years ago and by 2011, 65 thousand square meters of rock were extracted (Tlatempa *et al.*, 2011).

The population points to the San Sebastián district as the most important place for marble extraction, followed by the districts of San Pedro and Pie de Vaca (Col. Morelos). At the municipal level, there are 19 banks of active material ("quarries") reported, although only two of them are found in the municipal township; the rest are distributed in 10 other localities in the municipality, among which Cañada Xóchitl, Axamilpa, Cuatro Rayas and Moralillo, stand out. With regard to inactive quarries, the municipal total is 66, of which approximately 15 belong to Tepexi de Rodríguez (Servicio Geológico Mexicano, 2010).

The population's perception about the location of the quarries corresponds more to the inactive quarries, which are the ones in San Sebastián and San Pedro districts, since these are the material banks that were active in the 1980s and 1990s, and the population remembers them because they are located in districts where there are springs. The origin of the water that marble enterprises use comes primarily from springs, rivers and the public network (Figure 3).

The water comes from the Chiquito River, a tributary of the Axamilpa River that is found on

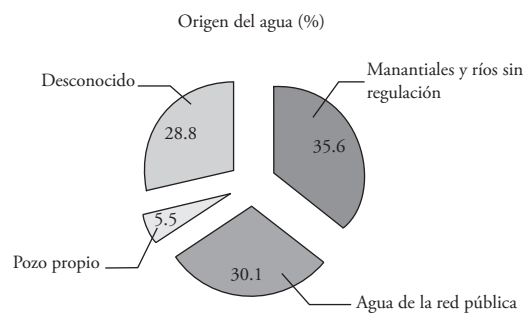


Figura 3. Procedencia del agua para la industria marmolera en Tepexi de Rodríguez, Puebla, en opinión de la población. (Datos de campo).

Figure 3. Origin of water for the marble industry in Tepexi de Rodríguez, Puebla, based on the population's opinion. (Field data).

Asimismo, opinan que, aprovechando su poder, en ciertos periodos la autoridad priorizó el uso del agua para la actividad marmolera sobre los otros.

Respecto a conexiones hechas directamente a los depósitos de agua en forma ilegal, 77.3 % de los habitantes dijeron no haber visto conexiones distintas a las autorizadas por el Ayuntamiento. Del 22.7 % restante que dijo haber visto conexiones no autorizadas, 47.1 % afirma que son de los propios pobladores, 29.5 % que pertenecen a los marmoleros y 23.3 % no sabe el origen. Los ciudadanos no perciben abuso del agua por parte de los empresarios o de otros actores en los depósitos destinados a la población general; más bien, no están informados de los conflictos que existen entre usuarios, como el Ayuntamiento y los marmoleros; además, desconocen los procesos que implica la distribución del agua municipal. Cabe mencionar que esta desinformación también genera inequidad.

Uno de los planteamientos hipotéticos era que la población percibía la explotación de piedra como una de las causas de escasez de agua en función del uso de explosivos para la extracción de los bloques de mármol. La población considera otros factores como causantes de la escasez, el desperdicio y el cambio climático. El hecho de que no se mencione la industria del mármol como origen de la escasez puede deberse a varios factores, entre ellos que de manera directa o indirecta genera ingresos económicos para las familias. Es también posible que la información recibida por medios de comunicación contribuya a modificar la percepción de la realidad, pues los temas en cuanto a medio ambiente son cambio climático, conciencia sobre el cuidado de los ecosistemas y del agua, entre otros. Ni de forma mediática, oficial o académica se ha generado información sobre el impacto de la industria del mármol en los recursos hídricos de la región. Aunque no aparece entre las causas de escasez, se halla difundida la idea, sobre todo entre gente de mayor edad, de que el uso de explosivos en los bancos de material provoca que el agua se “hunda”; esto es, que por el golpe de las detonaciones se pierda la estabilidad de las capas del subsuelo, el agua se filtre y, en consecuencia, los manantiales pierdan volumen o se sequen.

La industria extractiva del mármol tiene impactos ambientales negativos, entre otros, elimina la vegetación, destruye suelos fértiles, contamina el agua, etc. De igual forma, devasta las formaciones rocosas metamórficas (precisamente los mármoles) que constituyen

the outskirts of the locality and close to the marble enterprises. With these data, two situations can be deduced: 1) there is the important perception that the water that the rock industry uses is of public use; and, 2) citizens ignore the way in which this public water is managed.

Regarding the existence of businessmen who have had municipal public offices, 48.7 % of those interviewed responded that some marble entrepreneur has occupied public office, and of these, 46.1 % stated that it was the position of Municipal President. Likewise, they believe that, taking advantage of their power, the authorities prioritized the use of water for the marble enterprise above others during certain periods.

With regard to connections made directly to the water deposits illegally, 77.3 % of the residents said they had not seen connections different from those authorized by the town council. Of the remaining 22.7 % who said they had seen unauthorized connections, 47.1 % affirm that they belong to the residents themselves, 29.5 % that they belong to the marble entrepreneurs, and 23.3 % that they do not know the origin. The citizens do not perceive an abuse of the use of water from entrepreneurs or other actors at the deposits destined to the general population; rather, they are not well-informed about the conflicts between users, such as the local government, and marble entrepreneurs; also, they ignore the processes that distributing municipal water implies. It should be mentioned that this disinformation also generates inequity.

One of the hypothetical suggestions was that the population perceived rock exploitation as one of the causes for water scarcity in function of the use of explosives for the extraction of the marble blocks. The population considers other factors as the causes of scarcity, such as waste and climate change. The fact that the marble industry is not mentioned as the origin of the scarcity can be due to several factors, among which the fact that it generates economic income for the families, whether directly or indirectly. It is also possible that the information received through mass media contributes to changing the perception of reality, since the topics around the environment are climate change, awareness of the care of ecosystems and water, among others. Not through media, official or academia has information about the impact of the marble industry on the region's water resources been

los mantos acuíferos de reserva (Ramos, 1995). La idea de que el agua se “va” por la explotación de canteras no es tan errada. A la vez, se trata de una industria muy demandante de agua; las máquinas que se utilizan para el aserrado de los bloques (primer paso para la transformación de la piedra) pueden consumir desde 30 mil hasta 120 mil litros por hora y las que consumen menos utilizan 3 mil litros por hora en promedio.

La falta de equidad que se presenta en la distribución del agua en Tepexi de Rodríguez es resultado de muchos factores. El Ayuntamiento no ha tenido la capacidad de resolver problemas relacionados con la distribución; las autoridades reconocen que se necesita más control, disminución de fugas, uso de medidores, etcétera. De la población entrevistada 67.6 % mencionó que la anomalía principal que percibían en el sistema de agua eran las fugas. La topografía de la localidad complica la situación; las partes altas tienen menor tiempo de distribución porque el agua se consume primero en las zonas bajas, y como factor adicional, existe desperdicio y falta de conciencia sobre la importancia del ahorro. Sin duda, el uso más justo y sustentable del agua será resultado de comenzar a implementar estrategias para la gestión con enfoque integral.

CONCLUSIONES

La administración de un recurso como el agua potable es un reto complejo porque de ésta dependen todos los procesos que dan sustento a una sociedad. El enfoque teórico más aceptado para su manejo es el de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) que aspira a que el uso del agua se haga con equilibrio de factores ambientales, sociales, políticos y económicos. Respecto a la administración del agua público-urbana que se hace en Tepexi de Rodríguez, el Ayuntamiento la distribuye y administra sin considerar el enfoque de la GIRH. Si bien la cobertura de agua potable en la localidad está por encima de la media nacional para zonas rurales -no así en el resto del municipio, que está por debajo de la media-, la administración local aún tiene muchos retos por superar para satisfacer las necesidades básicas de consumo de toda la población; 61 % de los ciudadanos consideran que recibe el agua suficiente, aunque el poco tiempo que se dispone de ella provoca que casi toda la población almacene agua y

generado. Although it does not appear among the causes for scarcity, the idea that the use of explosives in the banks provokes “sinking” of the water is common, mostly among older people; that is, that the stability of the subsoil layers is lost through the strike of the detonations, that the water filters and, as consequence, that springs lose volume or dry up.

The marble extraction industry has negative environmental impacts, among others, it eliminates vegetation, destroys fertile soils, contaminates water, etc. Likewise, it devastates the formation of metamorphic rock formations (precisely the marbles), which constitute the reserve water tables (Ramos, 1995). The idea that water “leaves” as a result of the exploitation of quarries is not so mistaken. At the same time, it is an industry that is very demanding of water; the machines used for sawing blocks (first step for transforming the rock) can consume from 30 thousand to 120 thousand liters per hour and those that consume less use 3 thousand liters per hour in average.

The lack of equity present in water distribution in Tepexi de Rodríguez is the result of many factors. The local government has not had the capacity to solve problems related to distribution; the authorities recognize that more control is needed, decreasing leaks, using gauges, etc. Of the population interviewed, 67.6 % mentioned that the principal anomaly that they perceived in the water system was leaks. The topography of the locality complicates the situation: the high parts have a shorter distribution time because water is consumed first in the low zones, and as an additional factor, there is waste and lack of awareness about the importance of saving. Doubtless, the most fair and sustainable use of water will be the result of beginning to implement management strategies with an integrated approach.

CONCLUSIONS

Managing a resource like drinking water is a complex challenge because all processes that sustain a society depend on it. The best-accepted theoretic approach for its management is that of Integrated Water Resources Management (IWRM), which aspires for water use to be performed with a balance of environmental, social, political and economic factors. With regard to the management of public-urban water carried out in Tepexi de Rodríguez,

que una parte importante tenga que comprarla para complementar el abasto.

Los principales factores que contribuyen a esta situación son: a) Desperdicio hecho por todos los usuarios; b) Mal estado de las redes y sistemas de distribución, lo que origina fugas; y c) Aspectos físico-ambientales, como la topografía irregular y la escasez “natural” que se ha presentado desde la década pasada, como consecuencia de la explotación de canteras de mármol. En este sentido la “escasez” que se presenta en la cabecera municipal es consecuencia, en mayor medida, de la gestión inadecuada del agua, que de factores físico-ambientales.

Aunque una parte importante de la población (57.1 %) dijo haber sido consultada para la decisión sobre obras de agua potable, otros datos, como la asistencia a talleres de planeación participativa o el de la aplicación de encuestas sobre el tema del agua, apoyan la conclusión de que no existe participación social, promovida por el Ayuntamiento, en la toma de decisiones sobre la gestión del recurso hídrico.

La aplicación de la Gestión Integral de Recursos Hídricos es un reto que debe aceptarse en los niveles de gobierno locales. Algunos puntos iniciales para el Ayuntamiento de Tepexi de Rodríguez pueden ser:

- 1) Introducir el concepto de cuenca en los planes de desarrollo y de gestión hídrica. Es importante considerar que el agua es un recurso compartido y que las acciones locales tienen impacto en otras demarcaciones; por ejemplo, las descargas de aguas residuales en las barrancas, además de afectar las fuentes de agua del pueblo, se acumulan y llegan al río Axamilpa, el cual a su vez fluye hacia el municipio de Zacapala, Puebla.
- 2) Considerar, en los planes de desarrollo municipal, además del concepto de obras de agua potable, acciones integrales que aprovechen el interés de la sociedad por temas públicos; por ejemplo, impulsar la participación social en la toma de decisiones, crear campañas de educación ambiental para promover el uso más racional del agua y fortalecer la organización comunitaria existente, como los comités de barrio, etcétera.
- 3) Diseñar políticas de transparencia que den la posibilidad a los ciudadanos de informarse de los planes de gestión hídrica y, si es preciso, tomar las acciones conducentes para que puedan beneficiarse. Para que lo anterior pueda materializarse

the local government distributes and administers it without taking into account the IWRM approach. Although the drinking water coverage in the locality is above the national mean for rural areas—in contrast with the rest of the municipality, which is below the mean—, local management still has many challenges to overcome to satisfy the basic consumption needs of the whole population; 61 % of citizens consider that they receive enough water, although the short time they can have access to it causes for all of the population to store water and for an important part to have to purchase it to complement the supply.

The main factors that contribute to this situation are: a) waste carried out by all users; b) ill state of the networks and distribution systems, originating leaks; and c) physical-environmental aspects, such as irregular topography and “natural” scarcity that has occurred since the last decade, as consequence of the exploitation of marble quarries. In this sense, the “scarcity” that is present in the municipal township is consequence, to a greater degree, of the inadequate management of water, rather than physical-environmental factors.

Although an important part of the population (57.1 %) said they had been consulted about decisions regarding drinking water works, other data, such as attendance to participative planning workshops or application of surveys about the water issue, support the conclusion that there is no social participation, promoted by the local government, in decision-making regarding the water resource management.

Applying Integrated Water Resources Management is a challenge that must be accepted at the level of local governments. Some initial points for the Tepexi de Rodríguez local government can be the following:

- 1) Introducing the concept of basin into the development and water management plans. It is important to consider that water is a shared resource and that the local actions have an impact on other territories; for example, the discharge of residual waters in the ravines, in addition to affecting the town's sources of water accumulate and reach the Axamilpa River, which in turn flows towards the municipality of Zacapala, Puebla.
- 2) Considering, in addition to the concept of drinking water works, integrated actions that take advantage of the society's interest for public issues

también es necesario que la ciudadanía participe. Transparencia y participación ciudadana no pueden concebirse una sin la otra; principalmente, en municipios rurales, el fortalecimiento de la democracia, es decir, el que la participación de la sociedad vaya más allá de la elección de sus representantes y que se adentre en las decisiones y seguimiento de las acciones de gobierno, tiene fundamento en una sociedad civil fuerte.

- 4) Para garantizar mayor equidad en la administración del agua las autoridades tienen que iniciar el proceso de negociación con los empresarios del mármol para que el uso de las fuentes de abastecimiento se haga priorizando la satisfacción de las necesidades básicas de consumo humano.

LITERATURA CITADA

- Alatorre, M. N. 2013. La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental. Documentos del Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: http://www.inegob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_03/25_norberto_alatorre.pdf Consulta: 11 de marzo de 2013.
- Castro, José Esteban, Karina Kloster, y María Luisa Torregrosa. 2004. Ciudadanía y gobernabilidad en México: el caso de la conflictividad y la participación social en torno a la gestión del agua. *El Agua en México Visto desde la Academia*. Academia Mexicana de Ciencias. México, D. F. pp: 339-369.
- Centre on Housing Rights and Evictions. 2005. A Framework for Developing Indicators, documento de asuntos globales núm. 14, Heinrich Böll Foundation, Brot für die Welt (Bread for the World) y Centre on Housing Rights and Evictions. Berlín.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2011. Datos sobre concesiones y asignaciones de agua otorgadas al Municipio de Tepexi de Rodríguez. Información proporcionada por el Centro Integral de Servicios de la Comisión Nacional del Agua, Delegación Puebla, 2011.
- CONAGUA (Consejo Nacional de Población). 2010. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. Anexo B Nayarit-Zacatecas. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio. Consultado el 29 de abril de 2013.
- Cruz Valdez, Jesús, Martha Erika Zavala Castro, y Dolores de la Cruz Cardoso. 2008. Consumo de agua potable y su posible contribución al incremento de la fluorosis dental. *Vertientes. Revista Especializada en Ciencias de la Salud*. 11(1-2): 39-42.
- De Luis, R. Elena, Fernández A. Celia, y Cristina Guzmán A. 2012. El derecho humano al agua y al saneamiento: Guía para la incorporación del enfoque basado en derechos humanos (EBDH) ONGAWA, Ingeniería para el Desarrollo Humano y UPM, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Domínguez Serrano, Judith. 2010. El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local. Análisis en el estado de Veracruz. *Gestión y Política Pública*. Vol. XIX (2): 311-35.
- Estuardo, B. R. 2011. Experiencias municipales en GIRH: Mancomunidad de municipios de la cuenca del río Naranjo (MANCUERNA), Guatemala. *Global Water Partnership Central América*. 24 p.
- González de Asis, María, Donal O'Learly, Per Ljung, and Jhon Butterworth. 2009. Improving Transparency, Integrity, and Accountability in Water Supply and Sanitation. Action, Learning, Experiences. The World Bank Institute and Transparency International. 173 p.
- Global Water Partnership. 2000. Technical Advisory Committee. Integrated Water Resources Management, TAC Background Papers No 4. Disponible en: http://www.gwp.org/Global/GWP-CACENA_Files/en/pdf/tac04.pdf Consultado el 19 de abril de 2013.
- Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM. 2013. Legislación Federal. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 1917. Disponible en: <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/tcfed/9.htm> Consultado el 17 de enero de 2013.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. II Censo de Población y Vivienda. Principales resultados por localidad (ITER). Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2005.aspx?c=27436&s=est Consultado el 29 de marzo de 2013

- End of the English version -

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010a. Compendio de información geográfica municipal 2010. Tepexi de Rodríguez, Puebla. Clave geoestadística 21169. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx> Consultado el 9 de mayo de 2015.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010b. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER). Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est Consultado el 18 de enero de 2013.
- Ochoa, A. L., V. M. Rodríguez, y B. A. Delgado. 1993. Análisis de la información del estudio de actualización de dotaciones en el país. IMTA, Jiutepec, México.
- Olivares Alonso, Emir. 2012. Beneficia sólo a 4 empresas la explotación de agua embotellada. La Jornada, México: mayo 24. 46 p.
- Pochat, V. 2008. Principios de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Bases para el Desarrollo de Planes Nacionales. Global Water Partnership Central América & Global Partnership South América. 12 p.
- Ramos, Catarina. 1995. Cheias e Escassez de água no Alto Alentejo o Exemplo de Bacia Vertente da Ribeira de Tera. Finisterra. XXX (59-60): 27-55.
- Rojas Soriano, Raúl. 2007. Guía para realizar investigaciones sociales. 35ª Edición. Plaza y Valdés. México. 437 p.
- Secretaría de Gobernación. 2013. Enciclopedia de los Municipios de México. Disponible en: http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_Puebla Consultado el 19 de enero de 2013.
- Servicio Geológico Mexicano. 2010. Panorama Minero del Estado de Puebla. Disponible en: <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/PUEBLA.pdf> Consultado el 14 de febrero de 2012.
- Tlatempa, Ma. T., R. F. Estrada, E. Rubio, y V. Rodríguez-Lugo. 2011. Caracterización microestructural de mármol de la cantera café tabaco procedente de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Acta Microscópica 20 (1): 60-65.