

DISTRIBUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA PEQUEÑA IRRIGACIÓN EN EL CAMPO POBLANO

DISTRIBUTION OF INFRASTRUCTURE FOR SMALL-SCALE IRRIGATION IN THE PUEBLA COUNTRYSIDE

María de Lourdes Hernández-Rodríguez¹, Juan J. Castellón Gómez²

¹El Colegio de Tlaxcala, A.C. Melchor Ocampo No 28, San Pablo Apetatitlán, Tlax. Tel y fax 246 46 458 74 (lourher@gmail.com) ²Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala Km.7.5 Carr. Fed. San Martín Texmelucan-Tlax, San Diego Xocoyucan, Tlax. Tel y fax 248 48 428 19 (jcastellon@colpos.mx)

RESUMEN

El agua es uno de los recursos naturales básicos para la producción de alimentos, por lo que es fundamental conocer la ubicación de sus fuentes de abastecimiento, distribución, superficie beneficiada y número de usuarios. El objetivo de este trabajo es contribuir a identificar la infraestructura hidroagrícola en el pequeño riego, el agua disponible y el potencial humano dedicado al riego en Puebla. La investigación se basó en información disponible sobre agua, cultivos y usuarios agrícolas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), SAGARPA y El Colegio de Tlaxcala. Se utilizó el programa Arcview para definir las regiones naturales y la georeferenciación en coordenadas UTM de las fuentes de aprovechamiento. Se encontró que en Puebla, la “Pequeña Irrigación” está constituida por sistemas abastecidos principalmente por pozos profundos, manantiales, derivadoras y plantas de bombeo, lo que implica un total de 5120 obras atendidas por 51 074 agricultores en 81 818 ha irrigadas, con un volumen de agua de 911.6 Mm³. Esta infraestructura se encuentra en 56 % de los municipios poblanos, destacando a nivel regional los Valles de Atlixco-Izúcar, Puebla, Llanos de San Juan, Sierra, y Valles de Acatlán y Huauchinango, donde el agua está destinada a la producción de hortalizas, ornamentales y forrajes a cielo abierto.

Palabras clave: abastecimiento de agua, infraestructura, región, usuarios.

INTRODUCCIÓN

Para la agricultura, el riego es uno de los insumos más importantes para la producción de alimentos, por lo que conocer la ubicación

ABSTRACT

Water is one of the basic natural resources for food production, which is why it is fundamental to understand the location its supply sources, its distribution, the surface benefited and the number of users. The objective of this study is to contribute to identify the hydro-agricultural infrastructure for small-scale irrigation, the water available and the human potential devoted to irrigation in Puebla. The research was based on information available about water, crops and agricultural users from the National Water Commission (*Comisión Nacional del Agua*, CONAGUA), SAGARPA and El Colegio de Tlaxcala. The Arcview software was used to define the natural regions and geo-reference in UTM coordinates of the supply sources. It was found that in Puebla, “Small-scale Irrigation” is constituted by systems supplied primarily by deep wells, springs, diverters and pumping plants, which implies a total of 5120 works manned by 51 074 farmers in 81 818 ha that are irrigated, with a water volume of 911.6 Mm³. This infrastructure is found in 56 % of the municipalities in Puebla, with the following standing out at the regional level: Valles de Atlixco-Izúcar, Puebla, Llanos de San Juan, Sierra, and Valles de Acatlán and Huauchinango, where the water is destined to the production of vegetables, ornamentals and fodders in the outdoors.

Key words: water supply, infrastructure, region, users.

INTRODUCTION

For agriculture, irrigation is one of the most important inputs for food production, which is why knowing the location of its supply sources, the surface to be served, and the number of users officially organized for its exploitation becomes an important element in agricultural planning for public

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: agosto, 2013. Aprobado: septiembre, 2013.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 10: 433-441. 2013.

de sus fuentes de abastecimiento, superficie atendible y número de usuarios oficialmente organizados para su aprovechamiento, se convierte en un primer elemento de planificación agrícola para la administración pública, particularmente en regiones caracterizadas por su alto potencial agrícola, como lo es el altiplano mexicano; en este sentido, y partiendo de la información disponible, este trabajo pretende ser un documento informativo que contribuya a la toma de decisiones de los responsables de la administración del agua y a la organización de agricultores con riego, a fin de identificar la ubicación de la infraestructura hidroagrícola y el potencial humano dedicado a este tipo de agricultura en el estado de Puebla.

FAO (1996) y Graizbord, (2004) señalan que la agricultura es la actividad productiva más demandante e ineficiente en el aprovechamiento del recurso hídrico, ya que producir alimentos requiere un consumo de 2000 a 20 000 m³ ha⁻¹ por ciclo agrícola, dependiendo de las preferencias en el consumo de la población, clima y eficiencia de los sistemas locales de producción.

En México se estima que la agricultura de riego se practica en 6.5 millones ha, con 1.2 km³ de agua y 1.45 millones de agricultores; para 2010, esto permitió 27 % de la superficie nacional cosechada, con una producción total de 11 millones de toneladas de alimentos (CONAGUA-SEMARNAT, 2010; SIAP/SAGARPA, 2010). En tal sentido, el estado de Puebla³ reportó, para el mismo año, una disposición de 2008.7 hm³ de agua; sin embargo, el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) tiene registrados sólo 1201.4 hm³ destinados al agua para riego, los que se destinan a 149.5 mil ha en favor de 50 338 agricultores organizados (CONAGUA-SEMARNAT, 2010; SIAP-SAGARPA, 2010 y CONAGUA, 2011). Sin embargo, esta información no permite identificar el potencial hídrico del estado por regiones para identificar el uso del agua por la pequeña irrigación y, con ello, destacar su viabilidad productiva, por lo que se plantearon las siguientes preguntas: ¿Cuál es la situación de la pequeña irrigación en Puebla?, ¿En qué regiones se practica?, ¿Existen regiones con más riego que otras al interior del estado? Por ello, se planteó el siguiente objetivo: Analizar a la pequeña irrigación en el estado de Puebla con base en el tipo y la ubicación de sus fuentes de abastecimiento, superficie atendible, número de usuarios beneficiarios y región natural a la que pertenecen.

administration, particularly in regions characterized by their high agricultural potential, such as the Mexican high plateau; in that sense, and stemming from the information available, this study attempts to be an informative document that contributes to the decision-making of those responsible for managing water and to the organization of farmers with irrigation, in order to identify the location of hydro-agricultural infrastructure and the human potential devoted to this type of agriculture in the state of Puebla.

FAO (1996) and Graizbord (2004) point out that agriculture is the most demanding and inefficient productive activity in terms of the use of the water resource, since producing food requires a consumption of 2000 to 20 000 m³ ha⁻¹ per agricultural cycle, depending on the preferences in the consumption of the population, the climate and the efficiency of the local production systems.

In México, it is estimated that agriculture with irrigation is practiced on 6.5 million ha, with 1.2 km³ of water and 1.45 millions of farmers; by 2010, this allowed 27 % of the national surface to be harvested, with a total production of 11 million tons of food (CONAGUA-SEMARNAT, 2010; SIAP/SAGARPA, 2010). In this sense, the state of Puebla³ reported, for that same year, an availability of 2008.7 hm³ of water; however, the Public Registry of Water Rights (*Registro Público de Derechos de Agua*, REPGA) only has 1201.4 hm³ registered as destined for irrigation water, which are allotted to 149.5 thousand ha in favor of 50 338 organized farmers (CONAGUA-SEMARNAT, 2010; SIAP-SAGARPA, 2010 y CONAGUA, 2011). However, this information does not allow identifying the water potential of the state by regions to identify the water use for small-scale irrigation and, with it, to highlight its productive viability. Therefore, the following questions were established: What is the situation of small-scale irrigation in Puebla? What regions is it practiced in? Are there regions with more irrigation than others, in the state? Thus, the following objective was set out: To analyze small-scale irrigation in the state of Puebla based on the type and location of its supply sources, the surface to be served, the number of beneficiary users, and the natural region to which they belong.

METODOLOGÍA

El estado de Puebla se encuentra ubicado en el altiplano mexicano entre las coordenadas geográficas 20°50' y 17°52' de latitud Norte, y 96°43' y 99°04' de longitud Oeste. Cuenta con una extensión de 34 306 km² agrupados en 217 municipios los cuales, siguiendo la regionalización natural propuesta por Gutiérrez *et al.*, (2010), se agruparon en 15 regiones naturales, como se muestra en el Cuadro 1.

La investigación se basó en los datos sobre superficie irrigable, según CONAGUA-SEMARNAP (1998), así como en la información disponible sobre volumen de agua concesionada disponible en las bases de datos del Registro Público de Derechos de Agua de CONAGUA-SEMARNAP (2010); de esta misma base, se utilizó la ubicación geográfica de las fuentes de aprovechamiento, las cuales se convirtieron a coordenadas UTM para su proyección cartográfica mediante el programa Arcview 9.3, los cuales se representaron en mapas temáticos, agrupándolos de acuerdo con el tipo de infraestructura hidrográfica utilizada.

LA INFRAESTRUCTURA PARA LA PEQUEÑA IRRIGACIÓN

Considerando las características del territorio identificadas por Gutiérrez *et al.* (2010), el estado de Puebla se divide en 15 regiones naturales. A partir de esta división se identificaron territorialmente las fuentes de disponibilidad de agua superficial y subterránea en la entidad (Figura 1).

Cuando se trata de “Pequeña Irrigación”, misma que incluye sólo las obras utilizadas por productores organizados a través de las Unidades de Riego, cuya infraestructura consiste principalmente de pozos profundos (Figura 2), manantiales, presas derivadoras, pequeños almacenamientos (Figura 3) y galerías filtrantes (Figura 4) que benefician superficies agrícolas relativamente pequeñas, se eliminaron del estudio aquellos aprovechamientos constituidos por ríos, arroyos y barrancas.

De acuerdo con lo anterior, la distribución de esta infraestructura hidroagrícola se distribuye conforme a la Figura 5.

En la Figura 6 se destaca la evolución que en la última década ha tenido la infraestructura de riego

METHODOLOGY

The state of Puebla is located in the Mexican high plateau between geographical coordinates 20°50' and 17°52' latitude North, and 96°43' and 99°04' longitude West. It has an extension of 34 306 km² grouped into 217 municipalities, which, following the natural regionalization proposed by Gutiérrez *et al.* (2010), were grouped into 15 natural regions, as shown in Table 1.

The research was based on data about the surface that can be irrigated, according to CONAGUA-SEMARNAP (1998), as well as on the information available about the volume of water allotted available in the databases of the Public Registry of Water Rights by CONAGUA-SEMARNAP (2010); the geographical location of the supply sources were used from this same database, which were converted into UTM coordinates for their cartographic projection, using the Arcview software version 9.3, represented in thematic maps, and grouped based on the type of hydrographic infrastructure used.

INFRASTRUCTURE FOR SMALL-SCALE IRRIGATION

Taking into consideration the characteristics of the territory identified by Gutiérrez *et al.* (2010), the state of Puebla is divided into 15 natural regions. From this division, the sources of superficial and underground water available in the entity were identified territorially (Figure 1).

When speaking of “Small-scale Irrigation”, which includes only the works used by producers organized through Irrigation Units, whose infrastructure consists primarily of deep wells (Figure 2), springs, diverter dams, small storage facilities (Figure 3) and filtering galleries (Figure 4) that benefit relatively small agricultural surfaces, the exploitations made up of rivers, streams and ravines were eliminated from the study.

Based on this, the distribution of this hydro-agricultural infrastructure is shown in Figure 5.

Figure 6 highlights the evolution that the irrigation infrastructure has had in the last decade in the Puebla countryside, where it can be observed that it has changed from 1543 sources of supply divided into 668 deep wells, 286 diverters, 196 pumping plants, 112 springs, 20 storage facilities, and 261 mixed

Cuadro 1. Regiones naturales en Puebla.

Table 1. Natural regions in Puebla.

Núm.	Nombre de la región	Municipios
1	Valle de Tehuacán	Altepeixi, Caltepec, Chilac, San José Miahuatlán, Santiago Miahuatlán, Tehuacán, Tlaco-tepec de B. J., Zapotitlán y Zinacatepec
2	Sierra de Ajalpan	Ajalpan, Coxcatlán, Coyomeapan, Eloxochitlán, San Antonio Cañada, San Sebastián Tlacotepec, Vicente Guerrero y Zoquitlán
3	Sierra y Valles de Acatlán-Tepeji	Acatlán, Atexcal, Coyotepec, Chila, Guadalupe, Ixcaquixtla, Juan N. Méndez, Molcaxac, Petlalcingo, San Jerónimo Xayacatlán, San Miguel Ixitlán, San Pablo Anicano, San Pedro Yeloixtlahuaca, Sta Inés Ahuatempan, Tepexi de Rodríguez, Totoltepec de Gro y Xayacatlán de Bravo
4	Valle de Atlixco-Izúcar	Acteopan, Ahuatlán, Ahuehuetitla, Atlixco, Atzala, Atzitzihuacán, Axutla, Coatzingo, Cohuecan, Cuayuca de Andrade, Chiautla, Chietla, Chigmecatitlán, Chinantla, Epatlán, Huaquechula, Huatlatlauca, I. de Matamoros, La Magdalena Tlatlauquite, Piaxtla, San D la Mesa Tochimiltzingo, San Juan Atzompa, San Martín Totoltepec, Sta Catarina Tlatempan, Huehuetlán El Grande, Tecomatlán, Tehuiztzingo, Teopantlán, Tepemaxalco, Tepeojuma, Tepexco, Tilapa, Tlapanalá, Tochimilco, Xochiltepec y Zacapala
5	Mixteca	Albino Zertuche, Cohetzala, Chila de la Sal, Huehuetlán El Chico, Ixcamilpa de Gro, Jolalpan, Teotlalco, Tulcingo y Xicotlán
6	Valles de Puebla	Acajete, Amozoc, Calpan, Coronango, Cuautinchán, Cuautlalcingo, Chiauizingo, Domingo Arenas, Huejotzingo, Juan C. Bonilla, Nealtican, Ocoyucan, Puebla, San Andrés Cholula, San Felipe Teotlalcingo, San Gregorio, San Jerónimo Tecuanipan, San Martín Texmelucan, San Matías Tlalancalca, San Miguel Xoxtla, San Nicolás de los Ranchos, San Pedro Cholula, San Salvador El Verde, Sta Isabel Cholula, Tepatlaxco, Tianguismanalco, Tlahuapan y Tlaltenango
7	Valle de Tepeaca-Tecamachalco	Acatzingo, Atoyatempan, Cuapiaxtla de Madero, Gral. Felipe Huitzitepec, Mixtla, Los Reyes de Juárez, San S. Huixcolotla, Sto. Tomás Hueyotlipa, Tecali de Herrera, Tecamachalco, Tepeaca, Tepeyahualco de Cuauhtémoc, Tlanepantla, Tochtepec, Tzicatlacoyan, Xochitlán y Todos Santos Yehualtepec
8	Llanos de San Andrés	Atzizintla, Chalchicomula de Sesma, Chapulco, Esperanza, Cañada Morelos, Nicolás Bravo, Palmar de Bravo, Quecholac y Tepanco de López
9	Sierra de Quimixtlán	Chichilla, Chilchotla, Lafragua, Quimixtlán y Tlachichuca
10	Llanos de San Juan	Aljojuca, Cuyoaco, Gpe. Victoria, Libres, Mazapiltepec, Nopalucan, Ocoatepec, Oriental, Grajales, San J. Chiapa, San J. Atenco, San Nicolás Buenos Aires, San Salvador El Seco, Soltepec y Tepeyahualco
11	Teziutlán	Atempan, Chignautla, Hueyapan, Nauzontla, Teteles de Ávila Castillo, Teziutlán, Tlatlauquitepec, Xiutetelco, Xochiapulco, Yaonáhuac, Zacapoaxtla, Zaragoza y Zautla
12	Huauchinango	Ahuacatlán, Ahuazotepec, Aquixtla, Cuautempan, Chiconcua, Chignahuapan, Honey, Huauchinango, Ixtacamaxitlán, Juan Galindo, Naupan, Pahuatlán, Tepetzintla, Tetela de Ocampo y Zacatlán
13	Totonaca	Amixtlán, Camocuautla, Caxhuacan, Coatepec, Hermenegildo Galeana, Huehuetla, Hueytlalpan, Huitzilán, Atlequizayan, Ixtepec, Jonotla, Jopala, Olintla, Tepetlán, Tenango de Rguez, Tlapacoya, Tuzamapan, Xochitlán, Zapotitlán de Méndez, Zongozontla y Zoquiapan
14	Xicotepec	Xicotepec, Fco. Z. Mena, Jalpan, Pantepec, Tlacuilotepec, Tlaola, Tlaxco, Venustiano Carranza y Zihuateutla
15	Cuetzalan	Cuetzalan del Progreso, Acateno, Ayotoxco de Gro, Hueytamalco y Tenampulco

Fuente: Gutiérrez *et al.*, (2010:294-295). ♦ Source: Gutiérrez *et al.* (2010:294-295).

en el campo poblano, donde se observa que ésta ha variado de 1543 abastecimientos divididos en 668 pozos profundos, 286 derivadoras, 196 plantas de

works served (CONAGUA-SEMARNAT, 1998), to 5120 works that include 4358 wells, 45 diverters, 700 springs, 15 storage facilities and two filtering

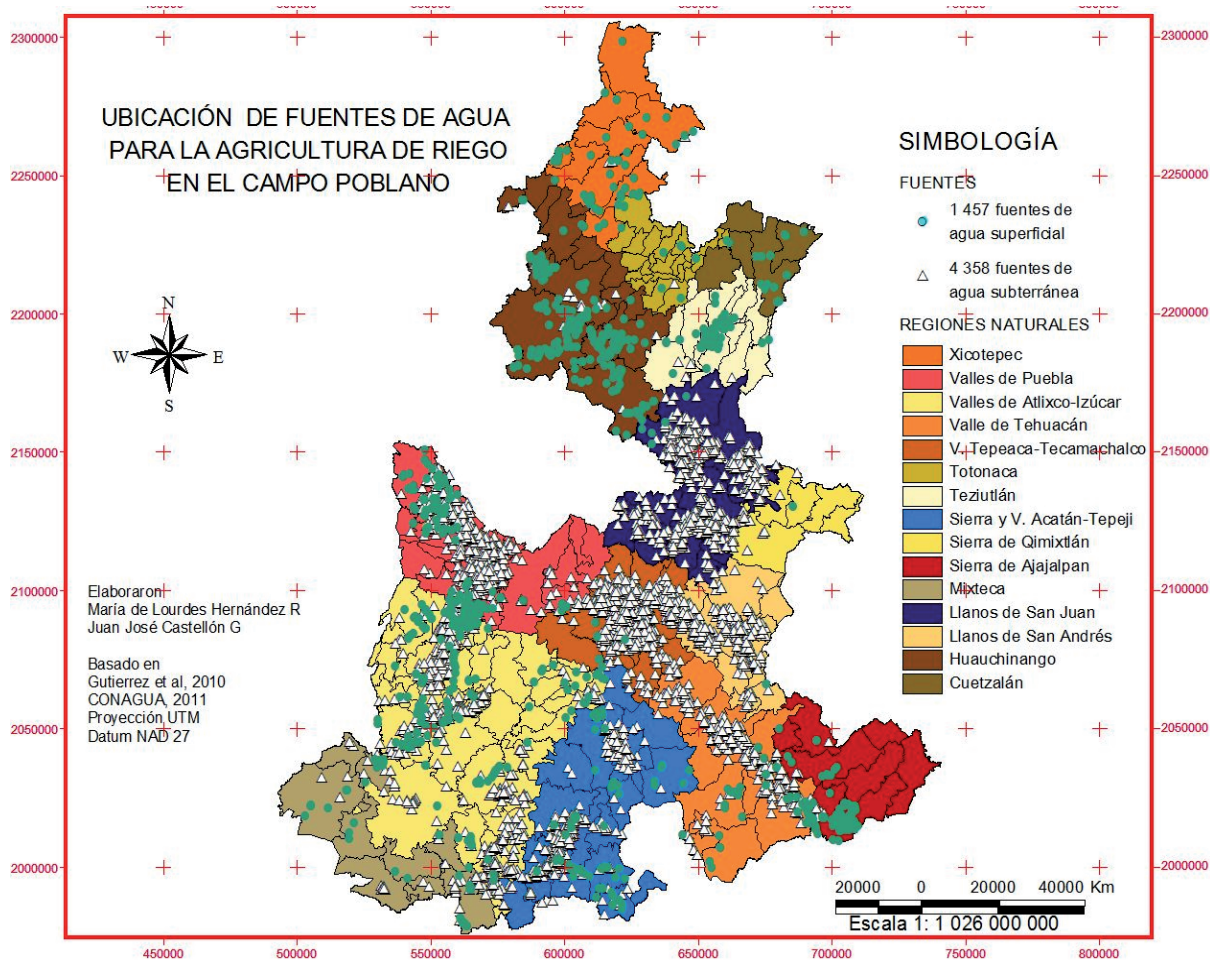


Figura 1. Ubicación de fuentes de agua para riego en el campo poblano.
 Figure 1. Location of water sources for irrigation in the Puebla countryside.

bombeo, 112 manantiales, 20 almacenamientos y 261 obras mixtas atendidas (CONAGUA-SEMARNAT, 1998), a 5120 obras que incluyen 4358 pozos,

galleries (CONAGUA, 2011) that are exploited by 31 608 *ejidatarios* and 19 466 small landholders, with a surface of 81 818 ha (SIAP-SAGARPA, 2010).



Figura 2. Pozo profundo.
 Figure 2. Deep well.



Figura 3. Almacenamiento de agua en Aquixtla.
 Figure 3. Water supply in Aquixtla.

45 derivadoras, 700 manantiales, 15 almacenamientos y dos galerías filtrantes (CONAGUA, 2011) que son aprovechadas por 31 608 ejidatarios y 19 466 pequeños propietarios, con una superficie de 81 818 ha (SIAP-SAGARPA, 2010) .

Durante ese periodo la infraestructura para el pequeño riego se ha incrementado de 56 a 73 % de los municipios poblanos, destacando a nivel regional los Valles de Atlixco-Izúcar, Puebla, Llanos de San Juan, Acatlán-Tepexi, Tecamachalco y Llanos de San Andrés, los cuales tenían una cobertura de 107 municipios beneficiados con 4521 aprovechamientos en el año 2011, lo que indica que 37 % de los municipios que conforman la entidad cuentan con 88 % de las obras hidráulicas para la agricultura de riego (Cuadro 2).

Otro aspecto a destacar es la diferencia de acceso a la superficie con riego por tipo de tenencia, siendo de 1.43 ha en promedio por ejidatario, mientras que en la pequeña propiedad es de 1.89 ha, lo que refleja una mayor disponibilidad de superficie en esta última (Cuadro 2).

El uso del agua para la agricultura de pequeña irrigación está enfocado fundamentalmente a la producción de hortalizas, ornamentales y forrajes a cielo abierto, y cerca de 800 ha están dedicadas a la producción de jitomate, básicamente bajo cubierta plástica. La brecha entre estos dos sistemas de agricultura refleja el umbral de aprovechamiento del agua de riego en la entidad, ya que la agricultura a cielo abierto se realiza en su mayoría con riego rodado y en el mejor de los casos con sistemas de aspersión, los cuales han mostrado ser ineficientes en el aprovechamiento del agua y la energía eléctrica, por lo cual se deben implementar políticas públicas que permitan incorporar una mayor superficie con sistemas de riego presurizados de alta frecuencia (goteo).

CONCLUSIONES

El estado de Puebla cuenta con un alto potencial productivo para la pequeña agricultura de riego, considerando la infraestructura disponible y recursos humanos en la entidad, por lo que es conveniente redireccionar las políticas sectoriales con programas que permitan la creación de empresas agrícolas para la generación de empleo en el sector rural y, con ello, aprovechar la pequeña irrigación que se practica en 159 de los 217 municipios del estado.

En las regiones naturales Valles de Atlixco-Izúcar, Puebla, Llanos de San Juan, Acatlán-Tepexi,



Figura 4. Galería Filtrante en Tehuacán.
Figure 4. Filtrating gallery in Tehuacán.

During that period, the infrastructure for small-scale irrigation has increased from 56 to 73 % of the municipalities in Puebla, and at the regional level the following stand out: Valles de Atlixco-Izúcar, Puebla, Llanos de San Juan, Acatlán-Tepexi, Tecamachalco and Llanos de San Andrés; these had a coverage of 107 municipalities benefited with 4521 exploitations in 2011, indicating that 37 % of the municipalities that make up the entity have 88 % of hydraulic works for irrigation agriculture (Table 2).

Another aspect to highlight is the difference in access to the surface with irrigation per type of land ownership, which is in average 1.43 ha per *ejidatario*, while for small landholdings it is 1.89 ha, reflecting a greater availability of surface in the latter (Table 2).

The use of water for agriculture with small-scale irrigation is focused fundamentally for the outdoor production of vegetables, ornamentals and fodders, and close to 800 ha are devoted to tomato production, basically under plastic covering. The difference between these two agricultural systems reflects the threshold of irrigation water exploitation in the entity, since outdoor agriculture is carried out mostly with ground irrigation and in the best scenario with sprinkle systems, which have proven to be inefficient for water and electricity use, which is why public policies should be implemented that allow incorporating a larger surface with high frequency pressurized irrigation systems (drip irrigation).

CONCLUSIONS

The state of Puebla has a high productive potential for agriculture with small-scale irrigation,

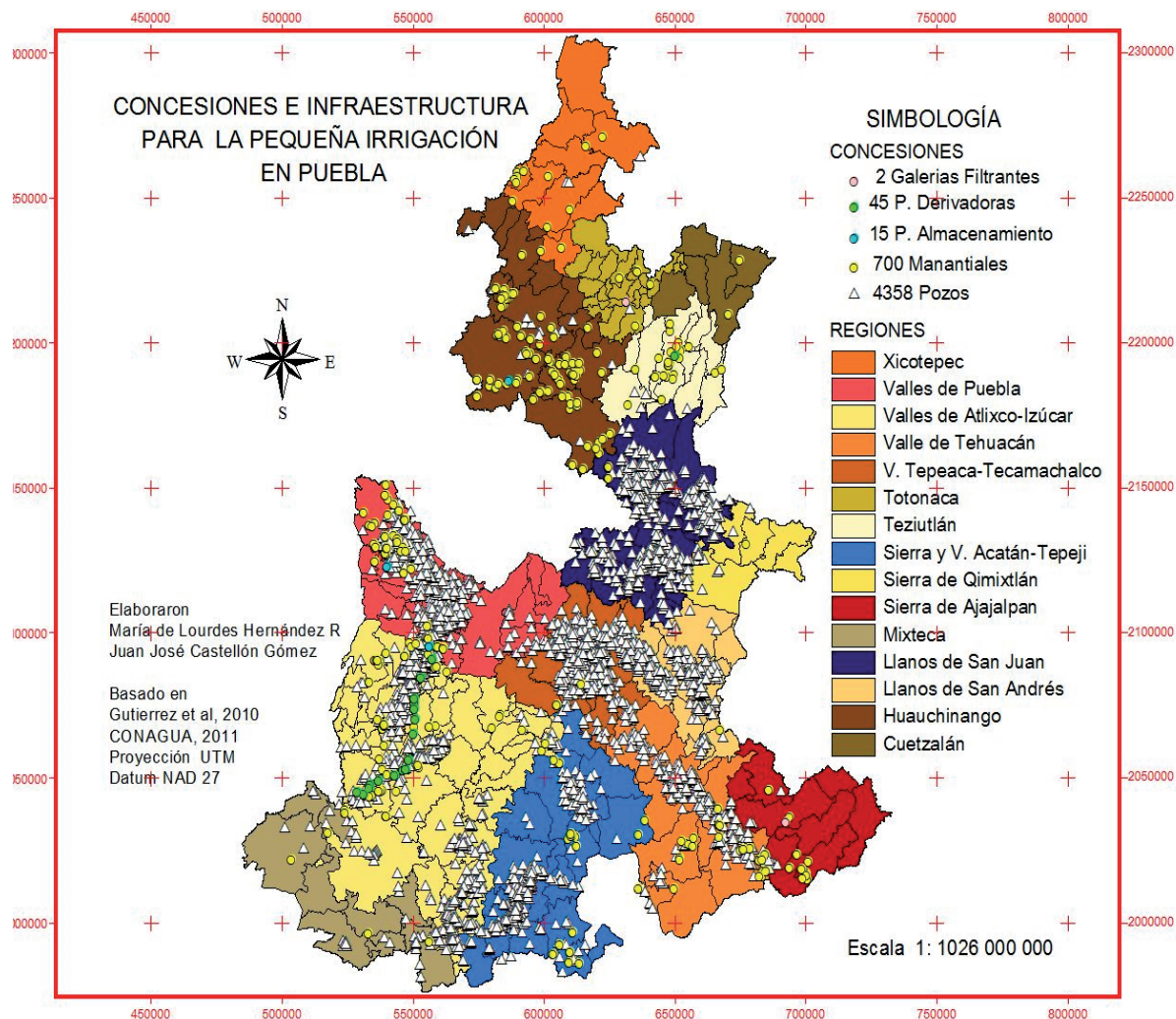


Figura 5. Concesiones e infraestructura para la pequeña irrigación en Puebla.
Figure 5. Concessions and infrastructure for small-scale irrigation in Puebla.

Tepeaca-Tecamachalco y Llanos de San Andrés. Valles de Atlixco-Izúcar, Tepeaca-Tecamachalco, Llanos de San Andrés, Valle de Tehuacán y Llanos de San Juan, se encuentra 88 % de la infraestructura para la pequeña irrigación. Los pozos profundos y manantiales abastecen más de 80 % de la superficie regable; en cuanto al número de obras, los pozos y los manantiales se destacan por sumar 98 % de ellas, mientras que los pozos y presas derivadoras que hay en el estado cuentan con 88 % del agua concesionada en la agricultura de riego.

NOTAS

³Puebla cuenta con 2469 hm³ de agua, 81.3 % se destina a la agricultura, 15.5 % al abastecimiento

taking into consideration the infrastructure and human resources available in the entity, which is why it is convenient to redirect the sectorial policies with programs that allow creating agricultural enterprises to generate employment in the rural sector and, with this, to take advantage of small-scale irrigation that is used in 159 of the 217 municipalities of the state.

In the natural regions of Valles de Atlixco-Izúcar, Puebla, Llanos de San Juan, Acatlán-Tepexi, Tepeaca-Tecamachalco, Llanos de San Andrés, and Valle de Tehuacán, there is 88 % of the infrastructure for small-scale irrigation. The deep wells and springs supply more than 80 % of the surface that can be irrigated; in terms of the number of works, the wells and the springs stand out since they represent 98 % of them, while the wells and diverter dams in the

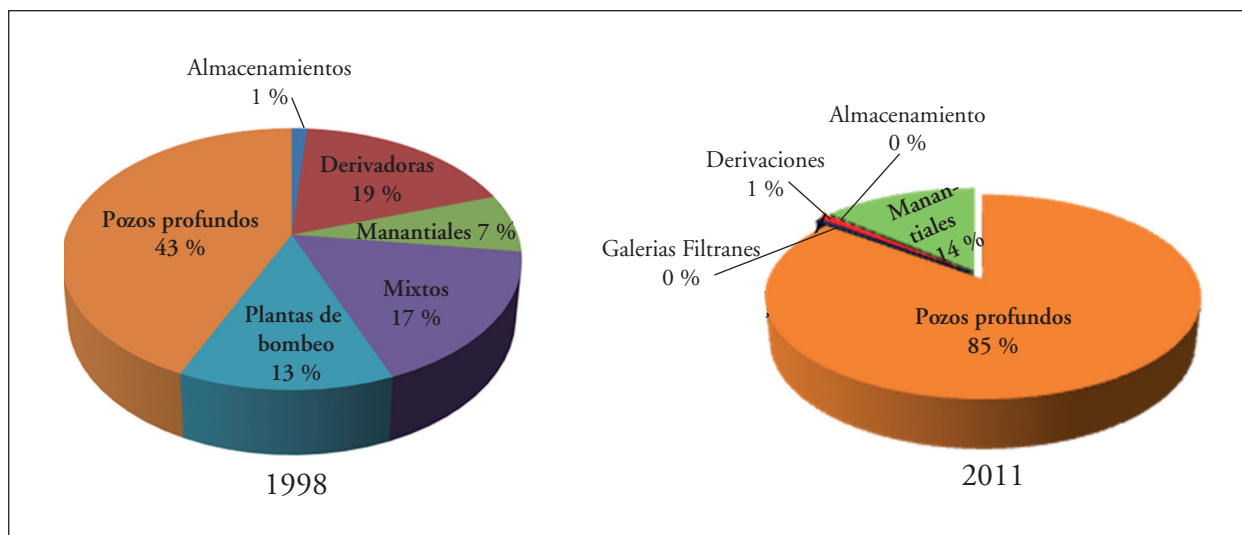


Figura 6. Evolución de los aprovechamientos de agua para pequeña irrigación en Puebla.
Figure 6. Evolution of water exploitation for small-scale irrigation in Puebla.

público, 2.9 % a la industria autoabastecida y 0.3 % a la termoeléctrica (CONAGUA-SEMARNAT, 2010).
 ♦ Puebla has 2469 hm³ of water; 81.3 % is destined to agriculture, 15.5 % to public supply, 2.9 % to self-supplied industry and 0.3 % to thermoelectric plants (CONAGUA-SEMARNAT, 2010).

Agradecimientos

Se reconoce el trabajo de León Felipe Castellón Hernández y Alexis Lara Azamar, estudiantes del ITESM Campus Puebla, en la conversión de la proyección cartográfica de las fuentes de abastecimiento, insumo indispensable para la elaboración de los mapas temáticos.

LITERATURA CITADA

CONAGUA-SEMARNAP. 1998. Unidades de Riego Organizadas: Puebla CONAGUA-Coordinación de Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica, SEMARNAT, COLPOS, Montecillos, Estado de México.
 CONAGUA-SEMARNAT. 2010. Estadísticas del agua en México 2010:10 años de presentar agua en cifras. CONAGUA-SEMARNAT. México, D.F
 CONAGUA. 2011. Base de datos REPDA <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?Id=427f4195-50f4-4ec9-86a3-82c473105d7c> (enero-marzo 2011)

state have 88 % of the water allotted to irrigation agriculture.

Acknowledgments

We recognize the work done by León Felipe Castellón Hernández and Alexis Lara Azamar, students from ITESM Campus Puebla, in converting the cartographic projection of the sources of supply, an essential input for the making of thematic maps.

- En of the English version -

FAO. 1996. Producción de alimentos, función decisiva del agua. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s7a.htm> (25 marzo 2007).
 Graizbord, B. 2004. Los umbrales del agua: preguntas y desafíos en... El futuro del agua en México. Graizbord, B., y J. Arroyo (coord). Universidad de Guadalajara, El Colegio de México, UCLA Programo of México, Profmex, Casa Juan Pablos. México, D.F.
 Gutiérrez H. Lucino, Cuervo M. Mauro J., y Enrique O. Ortiz M. 2010. Regiones naturales y de planeación para el estado de Puebla. Análisis Económico. Disponible en: <http://www.analiseseconomico.com.mx/pdf/3713.pdf> (20 diciembre 2011)
 SIAP-SAGARPA. 2010. Base de datos SIACON estado de Puebla-2009, cultivos cíclicos y perennes modalidad riego. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/index> (5 enero 2011)

Cuadro 2. Infraestructura para la pequeña irrigación por región hidroagrícola.
Table 2. Infrastructure for small-scale irrigation by hydro-agricultural region.

Núm.	Región	Con infraestructura		Superficie regable total (ha)	Número de aprovechamientos		Volumen de agua 2011 (hm ³ /año)		Superficie con pequeño riego 1998 (ha)			Número de usuarios 1998		
		1998	2011		1998	2011	Conceccionada	Extraída	Ejido	PP	Total	Ejido	PP	Total
1	Valle de Tehuacán	9	7	17 338.50	8	280	107.00	107.42	274	32	306	180	18	198
2	Sierra de Ajalpan	8	2	3563.00	25	59	11.00	11.00	1706	312	2018	1081	140	1221
3	Sierra y Valles de Acatlán-Tepeji	17	12	4414.70	162	692	24.40	24.36	1395	2025	3420	1657	1586	3273
4	Valle de Atlixco-Izúcar	36	23	38 703.30	505	1101	393.00	393.79	19 298	9849	29 147	9802	5085	14 815
5	Mixteca	9	5	696.40	20	24	0.77	0.77	903	1495	2 395	497	489	986
6	Valles de Puebla	28	24	12 939.50	253	793	88.80	89.15	10 653	6214	16 878	12 859	7157	19 372
7	Valles de Tepeaca-Tecamachalco	18	16	31 708.70	139	596	93.10	93.42	3778	2811	6589	2557	1592	4149
8	Llanos de San Andrés	9	4	17 781.50	57	554	48.80	48.77	1526	1188	2714	765	453	1218
9	Sierra de Quimixtlán	5	0	322.80	17	17	3.13	3.13						
10	Llanos de San Juan	15	12	15 902.90	191	785	121.00	121.43	2882	6137	9019	1125	318	1443
11	Teziutlán	13	5	123.50	15	35	2.70	2.70	33	599	632	49	379	428
12	Huauchinango	15	7	5967.30	158	135	14.60	14.57	2311	5040	7261	1001	2195	3146
13	Totonaca	21	0	0.60	31	31	0.94	0.94						
14	Xicotepc	9	5	2.10	10	16	0.19	0.20	350	1089	1439	35	54	89
15	Cuetzalan	5	0	1.70	2	2	0.04	0.04						
	Total	217	122	149 466.50	1543	5120	910.00	911.68	45 109	36 791	81 818	31 608	19 466	51 074

Fuente: CONAGUA, 2011; SIAP-SAGARPA, 2010 y CONAGUA-SEMARNAP, 1998. ♦ Source: CONAGUA, 2011; SIAP-SAGARPA, 2010 and CONAGUA-SEMARNAP, 1998.