

# La sustentabilidad hídrica mediante almacenamiento comunitario en zonas marginadas de la mixteca alta de Oaxaca, México

## INTRODUCCIÓN

Como ocurre en diversas comunidades rurales de Orbe, el agua insalubre es líder como causa de muertes y enfermedades, cerca de dos millones de gentes mueren cada año debido a enfermedades hídricas tales como el cólera, la fiebre tifoidea, disentería amibiana y otros tipos de diarreas [1]. En la República Mexicana, el estado de Oaxaca tiene la segunda tasa más alta de mortalidad por diarreas del País, alrededor de 34 por mil habitantes en el año 2004 [2].

Por otra parte, las redes de conducción del agua potable resultan costosas e ineficientes para abastecer a comunidades dispersas, siendo el costo del almacenamiento excesivo y difícil de construir en sitios con una orografía adversa.

Por lo anterior las autoridades discriminan el problema parcialmente desde un punto de vista económico, sin reflexionar en los problemas que impactan en la salud de sus comunidades. Ya que estudios previos han mostrado que el agua almacenada en recipientes con grandes aberturas y expuestas son más sensibles a contaminarse, y se ha demostrado que existe una relación con la transmisión del cólera [3].

La Mixteca que se encuentra en la parte suroeste del Estado de Oaxaca presenta severos problemas hídricos, y en especial la comunidad de Chidoco de Juárez. Esta comunidad se ubica en los 16°58'02.6" latitud norte y 97°13'28.4" longitud oeste, en la Sierra Sur de Oaxaca y pertenece al Municipio de San Miguel Piedras, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca. (fig. 1).

La microcuenca muestra severos problemas de deforestación, de entre los más altos del País, existe un suelo desnudo y escaso, con afloramientos calizos que aumentan el coeficiente de escurrimiento hasta en un 20%, por lo cual existe un alto riesgo de desertificación (fig. 2).

Una de las directrices enmarcadas en el concepto de sustentabilidad corresponde al acceso de tecnologías fá-

## Resumen / Abstract

*La Mixteca Oaxaca es de alta marginación, con suelos escasos y déficit hídrico temporal. La variabilidad climática con precipitaciones altas en tiempos cortos, impide aprovechar y almacenar agua para épocas secas. El CIIDIR Oaxaca buscó alternativa para acceso seguro al agua, barata respecto a sistemas tradicionales, para Mixteca Alta Oaxaca. Las condiciones hidrológicas son "normales", sin periodos de sequía, pero el riesgo de desertificación está latente según coeficiente de sequedad. Hay afloramientos calizos que escurren 20% de la precipitación total. Se diseñó y construyó un almacenamiento cilíndrico de ferrocemento (capacidad 123 m<sup>3</sup>) con cubierta de cúpula. El esqueleto es recubierto con mortero aportándole alta resistencia. Los costos bajan 40% respecto a los de mampostería. La comunidad participa, se transfiere tecnología por capacitación y se espera reducir el índice de enfermedades por contaminación hídrica. Palabras clave: almacenamiento seguro, déficit hídrico, ferrocemento, zonas áridas.*

*Mixteca Oaxaca is a highly marginated zone, with soil scarcity and seasonal water deficit. Climatic variability with high rainfall in short times prevents water retention and storage for the dry season. CIIDIR Oaxaca found an alternative for safe access to water, cheaper than traditional systems, for Mixteca Alta Oaxaca. Hydrologic conditions are "normal" without drought periods but desertification risk is present according to dryness index. Limestone outcrops produce runoff amounts of 20% of total rainfall. A cylindrical ferrocement storage was designed and constructed (capacity 123 m<sup>3</sup>) with a dome shaped cap. The skeleton is lined up with mortar giving it high resistance. Costs are reduced by 40% with respect to those of masonry. Community participates, technology is transferred by teaching and it is hoped to reduce diseases from water contamination. Keywords: safe storage, water deficit, ferrocement, arid zones.*

Margarito Ortiz-Guzmán, email: margarito\_og@yahoo.com

Valentín J. Morales-Domínguez, email: valentin\_md@yahoo.com.mx.

Manuel D. Aragón-Sulik

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Oaxaca (CIIDIR).  
Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán. Oaxaca.

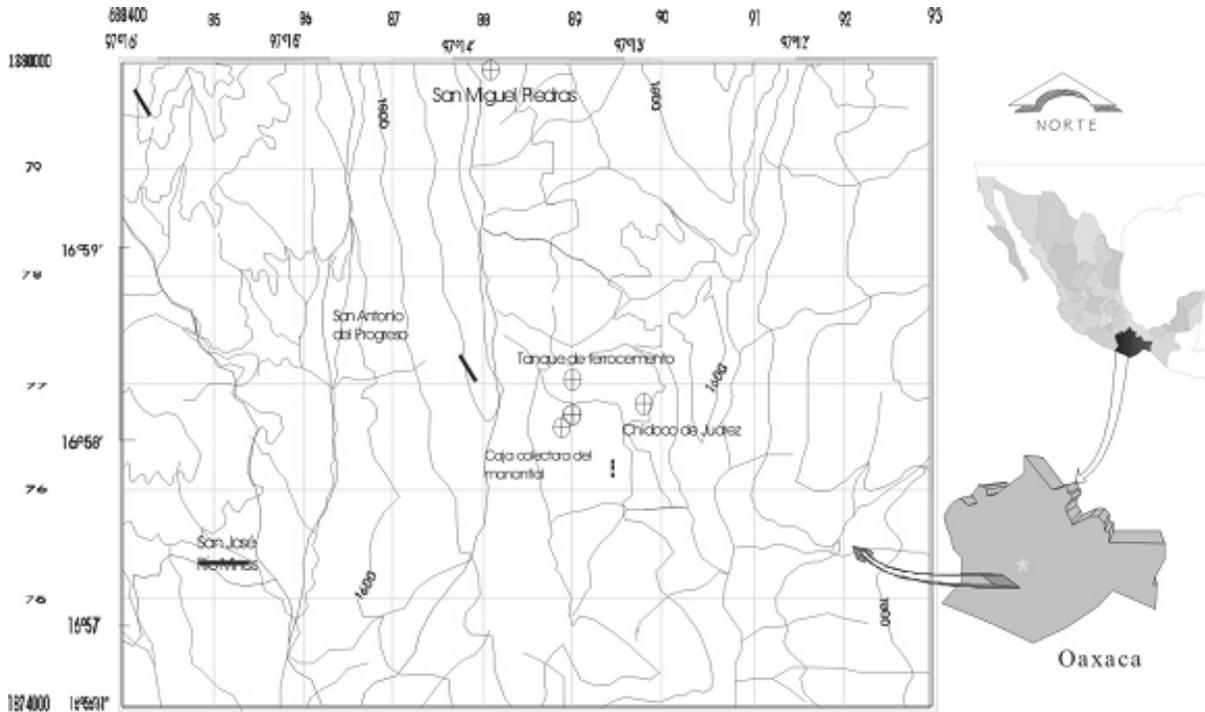


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

ciles de emplear, con un menor costo que las tradicionales y que no afecte al medioambiente. Bajo este esquema se desarrolló una alternativa para almacenar el agua de manera segura. Se propone como material constructivo el Ferrocemento con características que le permitan cumplir con normatividad ambiental y que sea de bajo costo.

Por otra parte se buscó la sistematización del abastecimiento potable mediante la práctica del empoderamiento de la comunidad y su capacidad de manejo a nivel local haciendo suya la tecnología del ferrocemento.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizó el estudio hidrológico de la zona; la precipitación media anual es de 848 mm [4]. Se determinó el cociente de sequedad (Cs) de 1.716, correspondiente a una zona subhúmeda cercana al estado semiárido (tabla I). Para verificar si han existido etapas de sequía se aplicó el método del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) [5].

**TABLA I- RANGOS DEL COEFICIENTE DE SEQUEDAD PARA DIFERENTES REGIONES CLIMÁTICAS**

Región climática	Coefficiente de sequedad	de
Húmeda	<1	
subhúmeda	1<CS<2	
semiárida	2<CS<7	
Árida	7<CS<10	
desierto	10<CS	

Para la implantación del sistema constructivo el sistema de almacenamiento se realizaron talleres con los habitantes de la comunidad para mostrar las bondades del sistema, a la par se realizaron recorridos para definir el sitio adecuado para la construcción del tanque, se midieron cotas topográficas para aprovechar el abastecimiento por gravedad, se realizó el trazo en el sitio y se excavó manualmente parte del suelo rocoso para desplantar la construcción.



Figura 2. Afloramiento de material calizo y vegetación escasa en Chidoco de Juárez, Oax.

El sistema consiste de un esqueleto de varillas y/o malla electrosoldada al que se adhieren mallas de diámetros más delgadas y tejido más cerrado como la malla de gallinero y el metal desplegado, al que se le recubre con una mezcla de mortero cemento arena de proporción adecuada. El material obtenido es de poco espesor y adquiere una alta resistencia. El diseño del tanque es cilíndrico, reforzado con nervaduras verticales en sus muros y horizontales en su tapa, siendo esta última en forma de cúpula.

El mortero de las paredes tiene la bondad de ser un material eléctricamente inerte, además que su acabado fino impide que las partículas sólidas se adhieran a las paredes.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos al aplicar el método SPI se muestran en la figura 3, donde los valores del Índice de Precipitación estandarizado para la el registro de meses de forma secuencial muestran ciclos altibajos, y los estados hidrológicos correspondientes no muestran periodos de sequía significativos, por lo que la evaluación del índice estandarizado de precipitación define a la zona con condiciones hidrológicas normales; no obstante, por problemas de deforestación y falta de suelos existe un déficit hídrico temporal.

Para paliar esta situación se construyó un tanque de ferrocemento con una capacidad de almacenamiento de 123 000 litros, además se capacitó a los habitantes de la comunidad para la construcción de este tipo de obras (fig. 4). Los costos en obras de almacenamiento de agua tradicionales con mampostería o concreto son superiores en un 40% con respecto al obtenido con la técnica del ferrocemento.

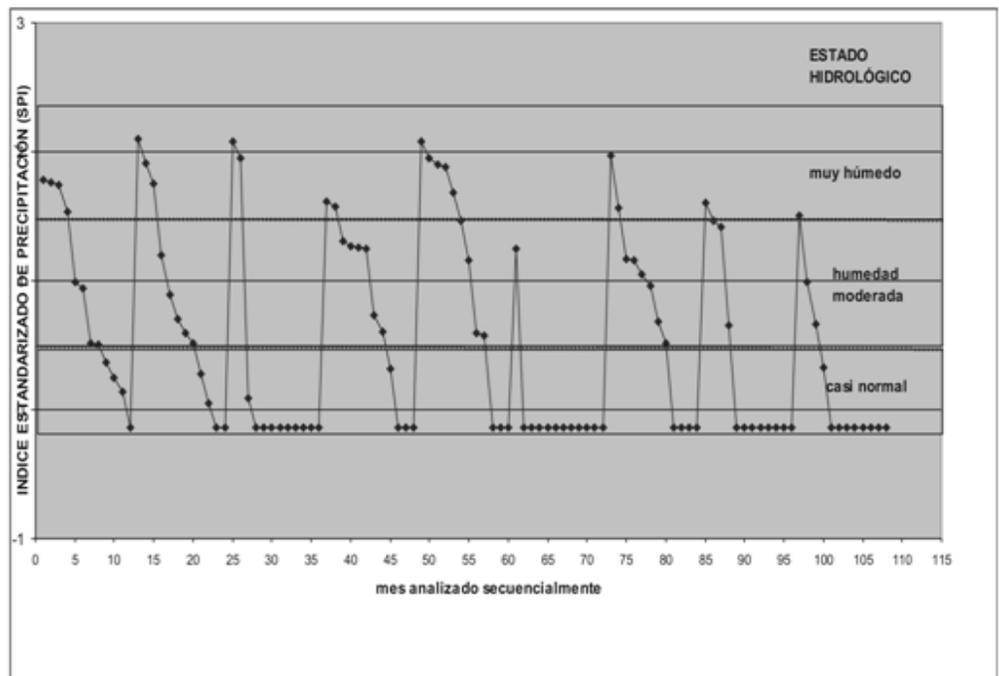
La búsqueda de medios de retención del flujo para los periodos de estiaje, obligan a la comunidad a utilizar tecnologías alternas, como es la construcción de tanques de ferrocemento. Este sistema cumple con garantizar un medio adecuado para el almacenamiento hídrico a un bajo costo y permite la participación activa de la comunidad en acciones que resuelven uno de sus problemas prioritarios. Con un sencillo entrenamiento la comunidad se apropia de la tecnología para repetir su aplicación a nuevas construcciones similares.

Se espera que este tipo de obra permita un descenso de la morbilidad y la mortalidad causado por enfermedades derivadas de la contaminación hídrica.



Figura 4. Tanque de almacenamiento de ferrocemento con capacidad de 123 m3

Figura 3. Variación periódica del Índice de Precipitación Estandarizado para el registro histórico de precipitaciones.



## REFERENCIAS

- [1] Mintz E., Bartram J., Lochery P., and Wegelin M. "Not Just a Drop in the Bucket: Expanding Access to Point-of-Use Water Treatment Systems". *American Journal of Public Health*. 91(10), 2001.
- [2] Secretaría de Salud. DGIS, "Boletín de Información Estadística". Volumen I y III. México, 2004.
- [3] Swerlow D. L. Malenga G., Begkoyian G., Epidemic cholera among refugees in Malawi, Africa: treatment and transmission. *Epidemiol. Infect.* 197; 118: 207-214.
- [4] Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1999. ERIC II, Extractor rápido de Información climatológica, v.2.0, versión disco compacto. México, 1997.
- [5] McKee, T. B., N. J. Doesken and J. Kleist, The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprint. Eight Conference on applied climatology, January 17-22. Anaheim: California, 1993, pp. 179-184.

---

Agosto del 2009