

James A. Neely*, Blas Román Castellón Huerta**

Una síntesis del manejo prehispánico del agua en el Valle de Tehuacán, Puebla, México

El Valle de Tehuacán es actualmente una de las áreas mejor estudiadas en México, conteniendo una de las secuencias culturales más amplias y uno de los complejos tecnológicos más diversificados de control del agua registrados en América. Aquí se presenta un panorama general de los elementos prehispánicos de manejo del agua con una discusión sobre su significado. Aunque las evidencias más tempranas aparecen hacia 7900 a.C., la mayoría de estos elementos de control tempranos datan alrededor de 1000 a.C. Estos sistemas tienen una amplia distribución al final del periodo Formativo (*ca.* 100 a.C.). El origen de la tecnología de control del agua y su innovación y/o difusión son problemas que aún no tienen respuesta adecuada en tanto no se reporten más elementos arqueológicos, se refinan las secuencias cronológicas y se realicen reconocimientos arqueológicos más amplios en todo México. Las modificaciones del paisaje resultantes de esta tecnología parecen ser extensivas y duraderas. Presentamos una breve discusión de los aspectos de control del agua relativa a su uso doméstico, así como su relación con el cultivo de plantas silvestres y domesticadas. También examinamos brevemente las condiciones socio-políticas y los modelos teóricos relacionados con estos sistemas, considerando su impacto en las poblaciones actuales del Valle de Tehuacán.

The Tehuacan Valley is currently one of the best-studied areas in Mexico and contains one of the longest continuums and most diverse arrays of prehistoric water management technology recorded in the New World. An overview of the prehistoric water management features and systems of the Tehuacan Valley is presented and their significance is briefly discussed. While the earliest water management feature appears at *ca.* 7900 BC, the majority of the earliest features are dated to the *ca.* 1000 BC period. Most types of water management phenomena are seen to have wide distribution by the end of the Formative Period (*ca.* AD 100). Until more features are reported, chronological controls are refined, and broader geographic survey is conducted throughout Mexico, the questions of water management technology origins and innovation versus diffusion remain unanswered. Landscape modifications resulting from water management are seen to be extensive and long lasting. A brief discussion of aspects of water management relative to domestic uses as well as the cultivation of semi-domesticated and wild plants is presented. Socio-political conditions and related theoretical models involved with prehistoric water management are briefly examined. The contributions of water management studies to the current population of the Tehuacan Valley are considered.

* Department of Anthropology, University of Texas.

** Dirección de Estudios Arqueológicos, INAH.

El estudio sobre el manejo del agua en el Valle de Tehuacán ha sido posible a través de los permisos amablemente otorgados por el Consejo de Arqueología del INAH, y la colaboración permanente con esta institución. Desde 1964, y sobre todo a partir de 2000, han contribuido al estudio del manejo del agua en el Valle de Tehuacán las siguientes personas: Michael J. Aiuvalasit, S. Christopher Caran, Linda S. Cummings, Marco Frago Frago, Raúl Hernández Garciadiego, Francisca Ramírez Sorensen, Carlos Rincón Mautner y Barbara M. Winsborough. Queremos expresar nuestra gratitud a los habitantes de la gran región de Tehuacán, por su amabilidad y disposición para compartimos su conocimiento de la tierra y el manejo del agua. El trabajo de campo no hubiera sido posible sin el apoyo económico de la National Science Foundation, National Geographic, la Wenner Gren Foundation, la Mellon Foundation, la American Philosophical Society y la Archaeological Research, Inc.

Hoy día, las investigaciones recientes han descartado las primeras opiniones (Kroeber, 1939: 218) en el sentido de que la irrigación y el control de aguas eran de poca importancia para la definición de los sistemas culturales del México antiguo. No obstante, el estudio del manejo y control de agua continúa rezagado respecto a otros temas de la arqueología de México, principalmente a causa de la dificultad de encontrar y estudiar la tecnología correspondiente, a la falsa presunción de que este control fue un fenómeno tardío (es decir, del Posclásico, véase tabla 1), y sobre todo debido

Tabla 1. Tabla cronológica de los periodos culturales principales en el Valle de Tehuacán mencionados en el texto. Nótese que los límites son aproximados y pueden variar de una región a otra

Periodo cultural	Fecha
	Presente
Periodo moderno	1821 d.C.
Periodo colonial	1521 d.C.
Periodo Posclásico	800 d.C.
Periodo Clásico	200 d.C.
Periodo Formativo (Preclásico)	2000 a.C.
Periodo Arcaico	8000 a.C.

a la falta de interés en este tema. El Valle de Tehuacán es uno de los pocos lugares donde el estudio del control del agua ha sido abordado con cierto interés, y donde las investigaciones han puesto en evidencia el ordenamiento más amplio de elementos y sistemas que constituyen, hasta ahora, la historia mejor documentada del Nuevo Mundo.

Materiales y métodos

MacNeish *et al.* (1972) hicieron una síntesis de las técnicas de recorrido arqueológico utilizadas durante la investigación original de 1964. Los estudios de campo subsecuentes continuaron empleando el reconocimiento a pie para descubrir elementos y sistemas de control de aguas, pero las nuevas técnicas de trabajo de campo (Aiuvalasit

et al. 2007; Neely, 2001a y b; Neely y Castellón Huerta, 2003; Neely y Aiuvalasit, en preparación) así como las nuevas técnicas de fechamiento (Aiuvalasit *et al.*, 2007; Neely 2001a y b; Neely y Aiuvalasit, en preparación; Winsborough *et al.* 1996) fueron integradas conforme estuvieron disponibles, al igual que nuevos planteamientos teóricos para el proceso interpretativo.

Resultados

Los estudios de 1964 al presente han evidenciado nueve tipos generales de elementos de manejo del agua que caracterizan al Valle de Tehuacán. Muchos de estos elementos forman sistemas de irrigación integrados que incluyen uno o más de estos tipos de elementos (Neely, en prensa). En orden cronológico aproximado de su aparición en el Valle de Tehuacán, estos elementos son:

POZOS

Un antiguo pozo de agua seco, encontrado en la población de San Marcos Necoxtla (Caran *et al.*, 1996; Neely *et al.*, 1995; Rincón Mautner *et al.*, 2002), es el ejemplo tecnológico de control del agua más temprano encontrado hasta hoy en el Valle de Tehuacán, y posiblemente en todo México. Este pozo (figs. 1 y 2) ha sido fechado entre 7900 y 4000 a.C. (tabla 1), en función de la estratigrafía y de la presencia en su interior de puntas de proyectil y herramientas líticas, que resultan diagnósticas desde el punto de vista cronológico. La estratigrafía, así como un sistema sobrepuesto de canales más tardío, indican que este pozo fue excavado al lado de una ciénega y un manantial que fueron posteriormente aprovechados, mediante el uso de canales. Luego de un largo periodo sin mayor información, tal vez debido a la dificultad de encontrar estos elementos, los sucesivos casos registrados son algunos pozos de los periodos Clásico tardío y Posclásico, asociados a la producción de sal. Más adelante se ilustran otros pozos encontrados en el Valle de Tehuacán, del tipo “grandes pozos cuadrados” ubicados en fechas más tardías y con distinta forma.

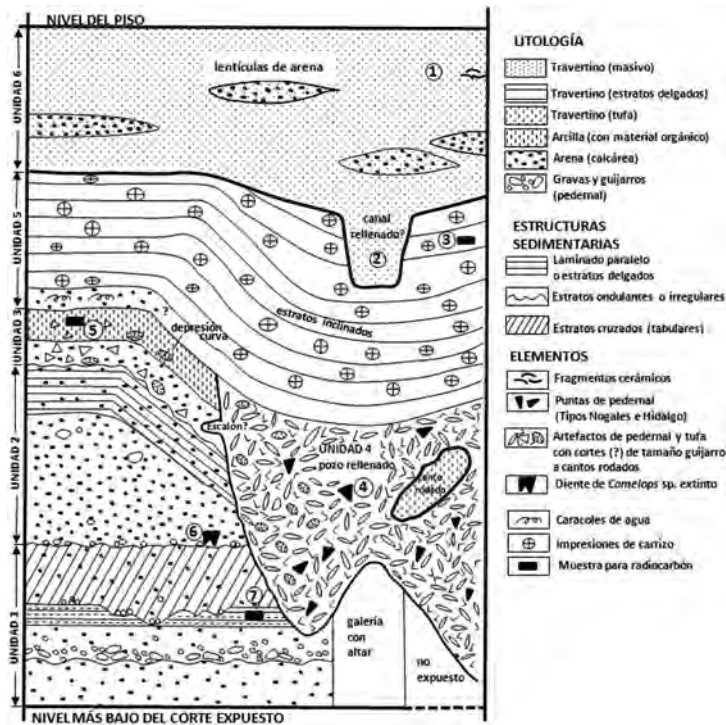


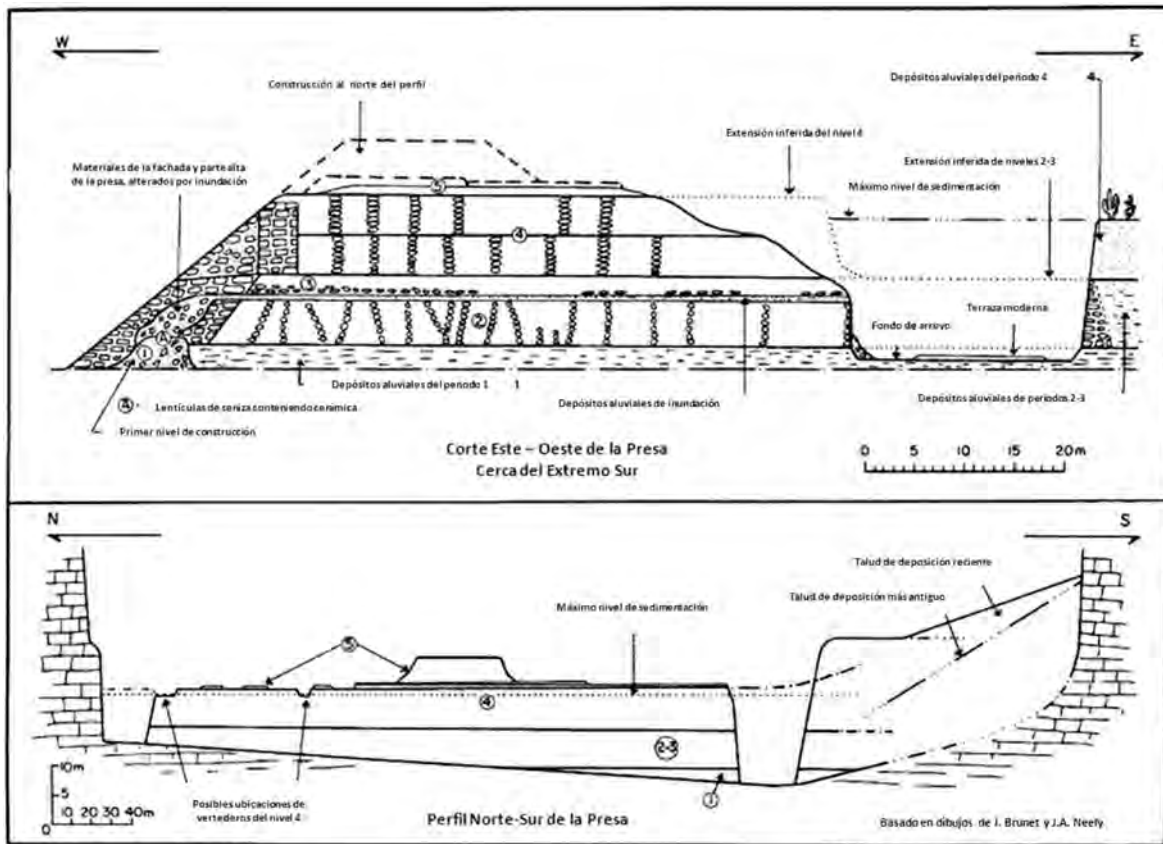
Fig. 1 Corte estratigráfico general del pozo de agua del periodo Arcaico encontrado en el pueblo actual de San Marcos Necoxtla (tomado de Caran *et al.*, 1996: figura 3).



Fig. 2 Aspecto actual del corte del pozo de agua del periodo Arcaico en San Marcos Necoxtla. Abajo se encuentra un altar religioso (Foto de Blas Castellón).

Presas

En el Valle de Tehuacán han sido encontradas varias presas antiguas (Woodbury y Neely, 1972), pero la presa Purrón (fig. 3) es la más grande y espectacular de todas. Desde su descubrimiento en 1964, por parte del autor principal de este artículo, se han realizado nuevas temporadas de campo para ampliar nuestro conocimiento acerca de esta estructura única. Los trabajos recientes han puesto en evidencia varias presas más, un canal que bordea la presa Purrón, varios sitios adicionales de habitación y administración, una cueva que contiene petroglifos, y varios campos inundables limitados con piedras (Neely y Aiuvalasit, en preparación; Neely *et al.*, 2005a, b y c). A fin de fechar distintas partes de este complejo, se han empleado la estratigrafía, las cerámicas asociadas, la técnica de radiocarbón, y la luminiscencia por estimulación óptica (OSL) (Aiuvalasit *et al.*, 2007; Neely, en prensa; Neely y Aiuvalasit, en preparación; Neely *et al.*, 2005a, b y c). Estas técnicas han mostrado un rango de tiempo aproximado de 750 a.C. a 200 d.C., relacionado con las cuatro fases de construcción de la presa Purrón, así como varias fechas entre 1100 y 1500 d.C., para los cultivos de barranca posteriores a la presa, en la barranca Lencho Diego. La investigación de campo más reciente en esta barranca reveló una serie de pequeñas represas más tempranas, cubiertas por el sedimento que rellenó el área de reserva de la presa Purrón. Estos nuevos descubrimientos, sumados a un número reducido de fechas de radiocarbón recuperadas al interior de pozos de prueba dentro de los fondos limosos de la presa Tr-15 (Woodbury y Neely, 1972), en la corriente superior de la presa Purrón, indican que el manejo del agua fue practicado mucho antes de lo que se pensaba en esta área, al menos desde 1100 a.C., y tal vez desde 2000 a.C. De este modo, además de ser el elemento de control del agua más grande en cuanto a volumen



● Fig. 3 Cortes transversal y longitudinal de la presa Purrón (tomado de Woodbury y Neely 1972: figura 8).

registrado hasta hoy en México, sabemos que la presa Purrón es sólo parte de un complejo sistema que pudo haber tenido sus orígenes en fechas muy tempranas que se remonta a la transición entre el periodo Arcaico terminal hacia el periodo Formativo (tabla 1).

Canales

En el Valle de Tehuacán los canales han sido fechados por análisis de radiocarbón, para épocas tan tempranas como 777 a.C. (Neely, 2001a y b; Neely y Castellón Huerta, 2003; Neely y Rincón Mautner, 2004; Winsborough *et al.*, 1996). La mayoría de estos canales, localmente llamados *tecuates* (de *tecóatl*: serpiente de piedra), se han conservado de manera natural mediante un proceso de “fosilización” que consiste en la deposi-

ción de minerales en suspensión y solución, acarreados por las aguas procedentes de manantiales. Este proceso de deposición llegó a elevar el cauce de algunos canales a más de tres metros de altura (fig. 4), hasta que el flujo del agua perdió fuerza y los canales dejaron de funcionar. Dicho proceso es explicado e ilustrado de manera más amplia por Neely y Caran (2011). A lo largo del valle estos canales se agrupan en cinco sistemas bien marcados, originados en grandes manantiales que funcionan hasta nuestros días (fig. 5). El alineamiento que presentan estos manantiales de noroeste a sureste, claramente sugiere que estos ocurren a lo largo de una falla geológica. El sistema de canales fue diseñado para superponerse de norte a sur, de tal modo que se pudiera aprovechar al máximo el área de tierras irrigadas disponibles para la agricultura. Las tierras irrigadas cubrieron un área estimada cercana a 10 km² hacia finales del pe-

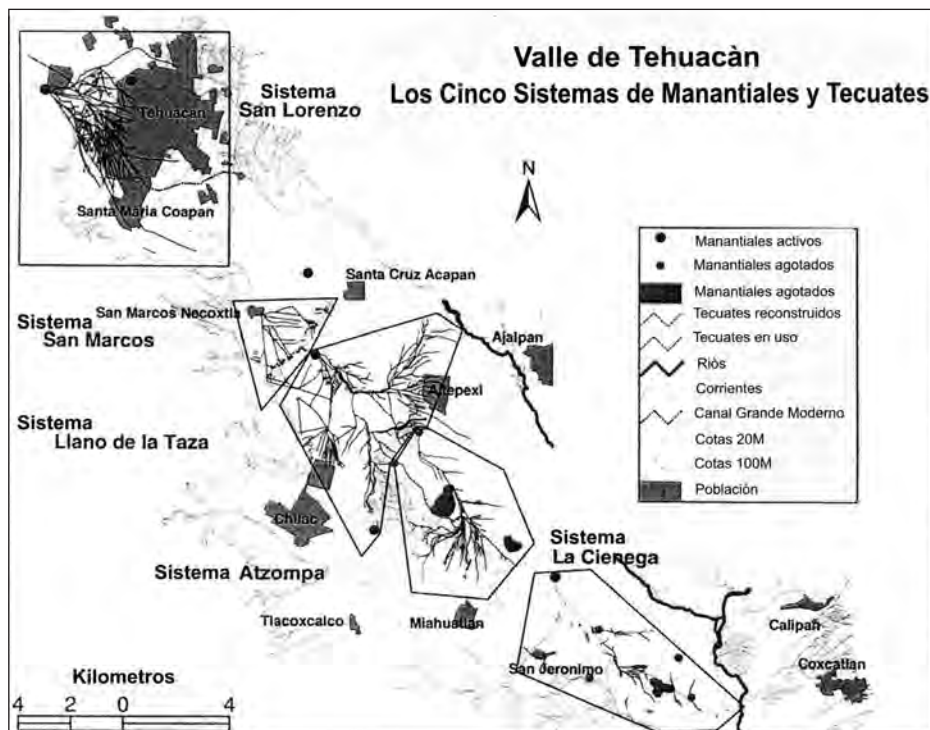


○ Fig. 4 Tres aspectos de los canales “fossilizados” encontrados al suroeste de la ciudad de Tehuacán y en la zona de Altepeixi-Mihuatlán. Algunos se levantan hasta 3.5 m sobre la superficie actual (tomado de Neely 2001a: figura 1, fotos de Blas Castellón).

riodo Formativo. Esta área irrigada se incrementó hasta cerca de 70 km² (7 000 ha) hacia el final del periodo Posclásico. De 1 214 km estimados de canales “fossilizados” presentes en el valle, hasta ahora han sido mapeados con exactitud 303 km de canales principales (Neely, 2001a, b y en preparación; Neely y Rincón Mautner, 2004). Aunque se han registrado algunos canales prehispánicos que corren desde niveles altos y conducen el agua de arroyos perennes, generalmente son pocos y más pequeños debido a la falta de agua en la superficie del valle. Además de la agricultura de irrigación, estos canales fueron usados como drenaje, como fuente de agua para usos domésticos en sitios de habitación, y para transportar agua a los sitios de producción de sal por evaporación y por combustión (Castellón Huerta, 2006; Neely, 1995; Neely *et al.*, 1997; Ramírez Sorensen, 1996 y 2008).

Campos para cultivo de temporal

A lo largo del Valle de Tehuacán se encuentran muchos campos agrícolas prehispánicos que en su mayoría carecen de cualquier construcción



○ Fig. 5 Los cinco sistemas de manantiales y canales del Valle de Tehuacán (tomado de Neely y Rincón Mautner, 2004: figura 7; Neely, en preparación).

identificable (alineamientos de piedra o terrazas, por ejemplo). Se considera que estos campos fueron usados para cultivos de temporal debido a su posición topográfica y a la falta de infraestructura de irrigación. Aunque pudieron originarse en un periodo muy temprano, actualmente sólo han sido fechados desde el periodo Formativo hasta el Posclásico, mediante su asociación con sitios habitacionales, cerámica, y herramientas. Es probable que muchos de estos campos hayan sido empleados para el cultivo del maguey y otras plantas xerófitas (Doolittle y Neely, 2004; Neely, 2005, en prensa y en preparación).

Campos inundables

Otros campos aparentemente usados para agricultura de inundación debido a su posición topográfica en las bocas de arroyos y barrancas, han sido fechados desde los periodos Formativo hasta el Posclásico, usando igualmente su asociación con sitios habitacionales, cerámica y herramientas. Igual que ocurre con los campos para cultivos de temporal, la mayoría de estos campos carecen de cualquier construcción identificable (por ejemplo, alineamientos de piedra) y pudieron haberse originado desde épocas muy tempranas.

Campos sobre terrazas

A lo largo de los valles de Tehuacán y Zapotitlán, así como la Mixteca Alta (fig. 6) han sido registradas extensas áreas caracterizadas por terrazas para agricultura de captación de lluvias, que siguen los contornos topográficos, las cuales son atravesadas por grandes cauces naturales. Situadas en las laderas de elevaciones topográficas naturales, estos campos limitados por muros de piedras han sido igualmente fechados desde el Formativo hasta el Posclásico, por asociación con sitios de habitación y cerámica. Es probable que muchos de estos campos hayan sido usados para cultivar maguey (*Agave sp.*) y otras plantas xerófitas (Doolittle y Neely, 2004; Evans, 1990; Feinman *et al.*, 2007; Neely, 2005, en prensa y en preparación). Las terrazas también sirvieron como



● Fig. 6 Fotografía que muestra las terrazas de contorno topográfico y terrazas atravesadas sobre cauces en la Mixteca Alta. Muchos sistemas similares de ambos tipos de terraza están presentes en el Valle de Tehuacán (foto de James A. Neely).

base para colocar estanques de poca profundidad, empleados para obtener sal por evaporación solar (Castellón Huerta, 2006; Neely, 1995; Neely *et al.*, 1997; Ramírez Sorensen, 1996 y 2008).

Acueductos de piedra

Un sistema de acueducto hecho de piedras sin argamasa fue localizado en la barranca del río Xiquila (fig. 7), en la parte sureste del Valle de Tehuacán (Woodbury y Neely, 1972). Su cauce fue cortado y construido realizando tajos en forma de L sobre la paredes de roca en ambos lados de la barranca. Su curso va desde Las Huertas, en el estado de Oaxaca, hasta el Valle de Tehuacán, cubriendo una distancia de 5 km. Estos acueductos suministraron agua para usos domésticos e irrigación al menos a diez pequeños sitios de habitación y a muchos campos agrícolas situados en áreas reducidas a lo largo de la barranca y en su

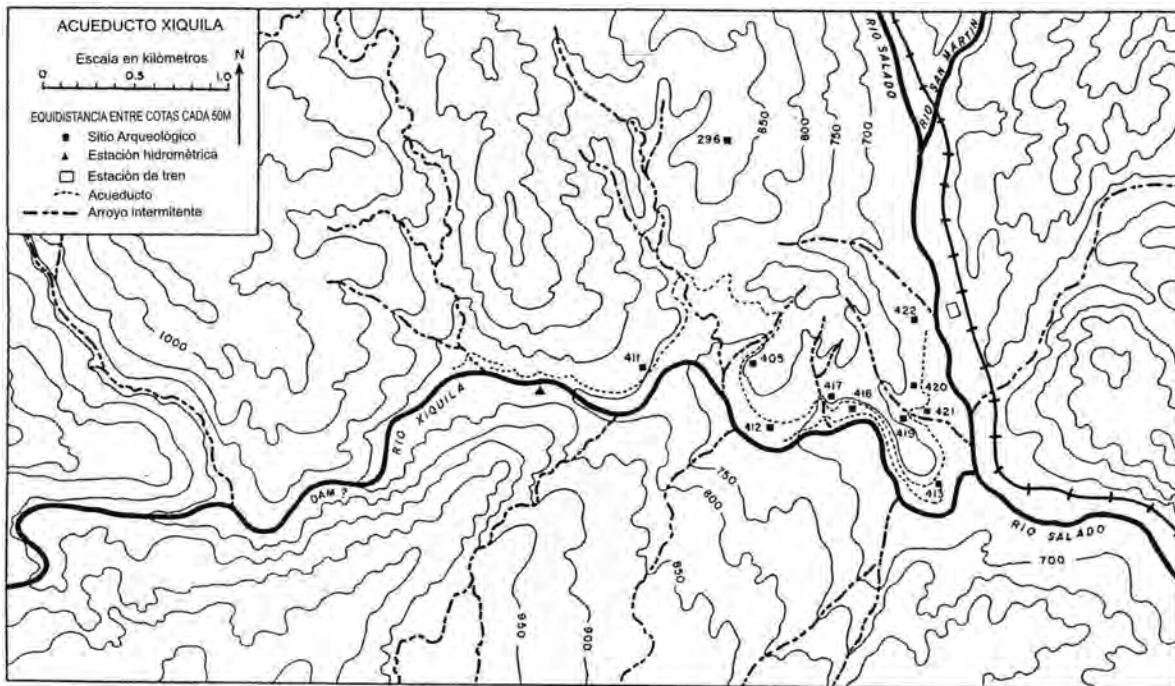


Fig. 7 Mapa que muestra el curso del acueducto de Xiquila en relación al río Xiquila, así como los sitios de habitación y los campos a los cuales dio servicio (tomado de Woodbury y Neely 1972).

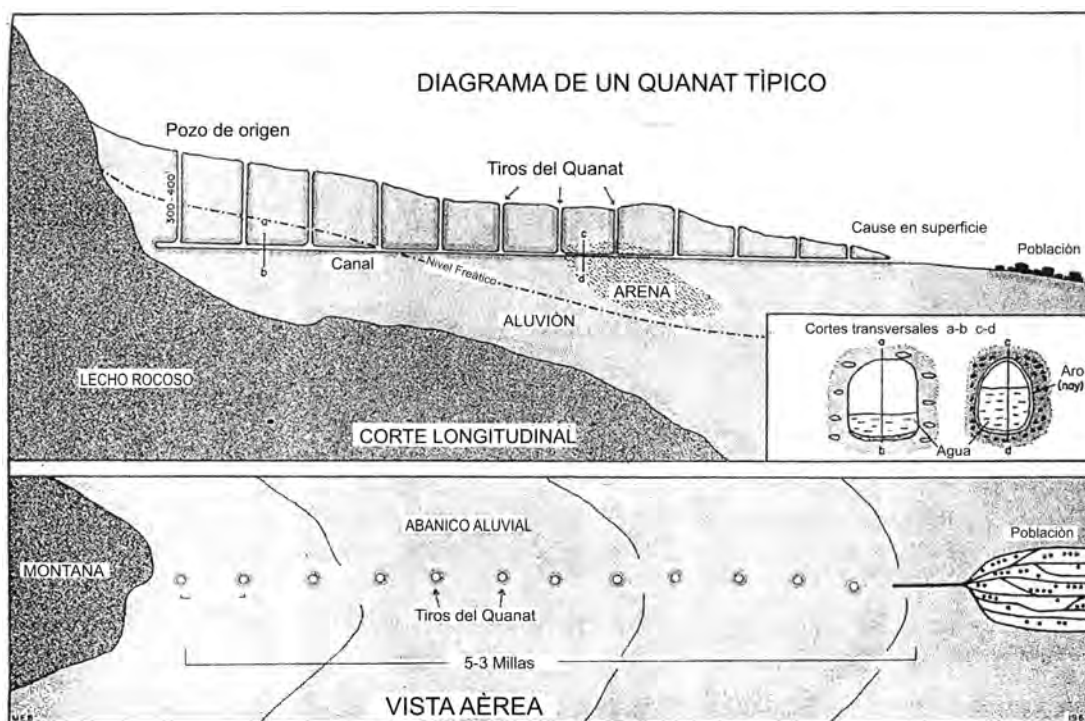
entrada. La cerámica recuperada de estos sitios y campos de cultivo, indica que fue usado a lo largo de los periodos Clásico y Posclásico (circa 400 a 1500 d.C.). La ubicación del acueducto sugiere posibles relaciones socio-políticas y económicas entre los pobladores prehispánicos de la Mixteca Alta y el Valle de Tehuacán.

Galerías filtrantes

Estos elementos (Woodbury y Neely, 1972) son idénticos a los sistemas *qanat* (fig. 8) encontrados en Oriente Medio; consisten en una serie de tiros excavados descendiendo a lo largo de un túnel con ligera inclinación que conduce el agua del subsuelo. Estos elementos no han sido fechados en México para tiempos prehispánicos, y frecuentemente son considerados como de origen colonial español. Sin embargo, estudios contextuales en el Valle de Tehuacán y en Perú (Schreiber y Lancho Rojas, 1995) sugieren un posible origen prehispánico.

Grandes pozos de captación cuadrados

Aunque los grandes pozos cuadrados de captación no han sido fechados con seguridad, parece probable que su edad se remonte a tiempos posclásicos. Lo anterior se deduce de los registros históricos acerca de sequías, disminución del flujo en manantiales de la región, y disputas legales entre comunidades por los derechos del agua durante el periodo referenciado (Ramírez Sorensen, 1998 y 2008; Ramírez Sorensen y Neely, 2002). Siete pozos de captación han sido encontrados en el Valle de Tehuacán, seis de ellos ubicados en los terrenos de San Marcos Necoxtla. Estos elementos consisten en grandes excavaciones cuadradas o rectangulares. El más grande de ellos aún hoy día tiene dimensiones, de 10 por 13 m y 23 m de profundidad (fig. 9). Al parecer, todos estos están asociados con la excavación de galerías filtrantes y la mayoría tienen una serie de escalones laterales cortados en la roca, por los cuales es posible descender caminando hasta el nivel del agua.



● Fig. 8 Diagrama de un típico *ganat* en el Medio Oriente (tomado de English 1966: figura 6). Las galerías filtrantes del Valle de Tehuacán son de construcción y diseño similares.



● Fig. 9 Un pozo cuadrado grande ubicado en la población de San Marcos Necoxtla (Foto de James A. Neely).

Discusión y conclusiones

El doctor Vernon Scarborough (2002) ha comentado antes acerca de la situación excepcional en el número, variedad y escala de los sistemas de manejo del agua en el Valle de Tehuacán. De hecho, el Valle de Tehuacán no es tan único como aparenta, ya que: 1) ha tenido el beneficio de ser uno de los sistemas de irrigación más extensa e intensivamente investigados en México; 2) la notable preservación y visibilidad de los sistemas de canales “fossilizados”; 3) una gran parte de la agricultura antigua en el Valle de Tehuacán se practicó en tierras altas, más que en tierras bajas aluviales, debido a la ubicación de los manantiales empleados para irrigación. La ausencia de uno o más de los elementos arriba reseñados en otras ubicaciones principales de México, podría ocultar la existencia de una verdadera infraestructura extensiva de manejo del agua.

Consideraciones medioambientales

Byers (1967) ha presentado una descripción y una discusión muy detalladas sobre el clima cálido y semiárido del Valle de Tehuacán y lo impredecible de su régimen de lluvias. Estos desafíos del medio ambiente trajeron como consecuencia que la población del Valle de Tehuacán desarrollara una tecnología extensiva y refinada del manejo del agua a fin de aprovisionarse del líquido necesario para usos domésticos, producción de sal, y para permitir, asegurar e incrementar la productividad agrícola. Más aún, los sistemas de manejo del agua en el Valle de Tehuacán pueden ser vistos como sofisticadas adaptaciones a las condiciones ambientales y microambientales presentes. Para cubrir las demandas de una población en expansión y la consecuente reducción del abasto, muchos sistemas continuaron en funcionamiento a través de la época colonial y hasta tiempos modernos. Las diferencias que podemos percibir son de escala y muy probablemente son el reflejo de las limitaciones específicas del medio ambiente, así como de las actuales condiciones económicas y socio-políticas presentes en cada región.

De acuerdo con su geología, el Valle de Tehuacán puede ser dividido en dos partes. Hacia el norte hay una geología kárstica con acuíferos subterráneos y manantiales. Hacia el sur, la geología cambia hacia un substrato no kárstico con fuentes de agua en la superficie. La tecnología prehispánica de manejo del agua en el Valle de Tehuacán refleja esta dicotomía. Hacia la parte norte, en la zona kárstica, los manantiales suministran el agua, la cual es manejada principalmente por medio de pozos y tecnología de canales. Más tarde, luego de un incremento en la población y de que los acuíferos acusaron una disminución del agua que trajo consigo una baja en el nivel freático, se desarrolló la tecnología de galerías filtrantes y pozos de captación. Hacia la parte sur, en la zona no kárstica, el agua de superficie fue manejada por medio de represas, acueductos, y algunos pocos canales que conducían las aguas de lluvias, inundaciones, y pequeñas corrientes. Donde el riego no fue posible, el agua fue manejada por medio de bordos alineados sobre laderas suaves (alineamientos bajos de piedra o matorrales paralelos a los contornos topográficos), y terrazas de piedra sobre laderas con pendiente inclinada. Las partes no irrigadas del valle eran cultivos de temporal, y la cosecha de cultivos como el maíz y frijoles era impredecible y relativamente pequeña. Es probable que se cultivaran algunas plantas semidomesticadas más resistentes a la sequía (esto es, xerófitas) tales como agave, opuntia, *xocnoctli* (Casas *et al.*, 1997), cholla, biznagas, amaranto, etcétera, cultivadas para obtener alimento, fibras, colorantes (*cochinilla*) y otros usos.

Consideraciones cronológicas

Alrededor de 7900 a.C. los pozos de agua en el área de San Marcos Necoxtla representan el más temprano de varios elementos de control del agua encontrados. De hecho, la población de San Marcos presenta al parecer, la mayor continuidad en el desarrollo del manejo y uso del agua (ca. 7900 a.C. hasta el presente), registrada hasta hoy en México y en el Nuevo Mundo (Neely, 2001b; Neely y Rincón Mautner, 2004; Rincón Mautner *et al.*, 2002).

El pozo de agua de San Marcos es un análogo más temprano de los pozos de Abasolo y Mitla, en el estado de Oaxaca, los cuales fueron empleados para el riego a brazo (*pot irrigation*) (Marcus y Flannery, 1996). Mientras los pozos de Oaxaca presentan evidencia que los relaciona a la producción de plantas domésticas, tal evidencia está ausente en el caso del pozo de San Marcos. No obstante, la ubicación pantanosa del pozo en San Marcos es similar a los pozos de Oaxaca (Flannery, 1983). Además, el subsiguiente uso continuo del área inmediata al pozo de San Marcos como fuente de riego ulterior sugiere que podría estar asociado con la producción de cosechas desde el Arcaico tardío o el periodo Formativo temprano. La evidencia actual apunta hacia la construcción de una serie de represas relativamente pequeñas dentro de la barranca Lencho Diego desde al menos 1100 a.C., y posiblemente desde una época tan temprana como 2000 a.C.

Hay suficiente evidencia para reconocer que las fechas tempranas disponibles para el control de aguas en el Valle de Tehuacán y otras partes de México son válidas y razonables (Neely, en prensa). Las fechas tempranas en México corresponden bien con 1000 a.C. y otras fechas más tempranas obtenidas de los sistemas de canales en Arizona (Mabry, 2008) y Nuevo México (Damp *et al.*, 2002). Estos datos, más o menos contemporáneos de México y el Suroeste de Estados Unidos, sugieren que el manejo del agua en ambas regiones pudieron ser desarrollos independientes, y asimismo podrían sugerir varias invenciones autóctonas de esta tecnología en México.

Hacia el periodo Formativo temprano, cerca de 1000 a.C., algunos elementos básicos de manejo del agua (esto es, canales “fossilizados”, presa Purrón y terrazas) que caracterizan al Valle de Tehuacán, aparecen también en otras partes de México. Todos los elementos arriba mencionados son lo suficientemente tempranos para sugerir que el manejo del agua fue desarrollado poco tiempo después del origen de la agricultura, o quizás al mismo tiempo que ésta (Flannery *et al.*, 1967: 453); Spinden, 1928: 63). La búsqueda de datos tempranos es a menudo desestimada como si fuese una competencia de prestigio para descubrir la

evidencia “más antigua”. En los hechos, es un paso importante para revelar y clarificar el progreso de los desarrollos tecnológicos, económicos y sociopolíticos.

Los periodos Formativo medio y tardío atestiguan un empleo continuo de los elementos mencionados, agregando las terrazas sobre los cauces de agua para capturar y distribuir el agua de lluvias. En el periodo Formativo tardío se da la expansión de los sistemas de manejo del agua en cuanto a tamaño (presa Purrón), área (canales “fossilizados”) e intensidad (terrazas).

Algunos colegas se han sumado a modelos de interpretación que atribuyen el origen de los sistemas y elementos de manejo del agua más grandes y complejos a una época más tardía, durante los periodos Clásico y Posclásico (Manzanilla (1994), confrontado con Woodbury y Neely (1972) relativo a la presa Purrón). Su justificación se apoya generalmente en la necesidad de una fuerza de trabajo más grande, y un mayor control sociopolítico. La creciente evidencia sobre la existencia de complejos sistemas y elementos de control de agua a gran escala durante el periodo Formativo, requiere que estos investigadores reconsideren sus puntos de vista.

Finalmente, este resumen sobre la cronología no puede dejar de mencionar la amplia continuidad en el uso de estos sistemas. Los sistemas de canales “fossilizados” alimentados por manantiales en el Valle de Tehuacán, ilustran de manera dramática tal continuidad de uso (más de 2500 años) desde *ca.* 777 a.C., hasta el presente (Neely 2001a, en preparación; Neely y Castellón Huerta 2003).

Difusión interregional vs. innovación

Las preguntas acerca de la innovación *versus* la difusión de la tecnología de manejo del agua en el Valle de Tehuacán permanecen sin respuesta. Las fechas tempranas del pozo de agua de San Marcos, el complejo de la presa Purrón, y los sistemas de canales “fossilizados” implican cierto grado de innovación. Sin embargo, considerando la evidencia del comercio interregional en el valle, parece cierto que la difusión también pudo haber

ocurrido. ¿Es la difusión una explicación demasiado simplista y tradicional? Tal vez, pero ni la adaptación ni la innovación autóctona o local son siempre la única explicación. Es probable que ambos procesos hubiesen tenido lugar a la vez.

El pozo de San Marcos y los orígenes del manejo del agua

Descubrir los orígenes de la tecnología de manejo del agua puede ser considerado una búsqueda de la proverbial aguja en el pajar. No obstante, el Valle de Tehuacán ha arrojado nueva luz sobre el asunto a través del descubrimiento del pozo hecho por la mano del hombre en la población de San Marcos Necoxtla (Caran *et al.*, 1996; Neely *et al.*, 1995).

El descubrimiento de los pozos de agua tempranos de San Marcos y Abasolo/Mitla en lugares separados por una amplia distancia, apoya la idea de que estos pozos fueron los primeros elementos de manejo del agua en México (Flannery, 1983). Sin embargo, los datos son aún demasiado dispersos para determinar los orígenes de la tecnología de control del agua, de modo que alguna de las tres teorías postuladas puede ser aún viable: drenaje (Doolittle, 2004; Flannery, 1983), inundación (Doolittle, 2004) y pozos (Flannery, 1983). Es muy factible que la “invención” del manejo del agua haya ocurrido en varias regiones diferentes de México a través de una o más de las teorías propuestas.

Presas, canales y terrazas

Estas formas de control del agua aparecen poco tiempo después del uso del primer pozo (esto es, Abasolo), el cual fue claramente usado para el riego agrícola y el desarrollo de una aldea sedentaria alrededor de 1000 a.C. Una vez teniendo el control de aguas poco profundas con esta tecnología, no es de sorprender la sucesiva aparición de presas, canales y terrazas, que son tal vez las técnicas más básicas y funcionalmente relacionadas con la retención, control y distribución de las aguas de superficie procedentes de manantiales y

lluvias. Las terrazas, con el posterior añadido de muros cruzados sobre cauces, se convirtieron en uno de las formas más comunes y duraderas del antiguo control del agua en el Valle de Tehuacán. La variación de los elementos es atribuible en gran medida a las adaptaciones, que funcionaron de manera más eficiente en los sitios y microambientes específicos de construcción.

La infraestructura del manejo de agua frente a las plantas silvestres útiles

El efecto de la infraestructura de manejo del agua sobre el crecimiento de plantas “silvestres” usada por los humanos debe ser igualmente considerada. Por ejemplo, la construcción de canales genera a lo largo de sus trayectos un microambiente ripario hecho por el hombre. Tales zonas riparias estimulan el crecimiento de plantas útiles y comestibles, y son un lugar seguro para la caza y trampeo de animales de los que se obtiene alimento y pieles. Los pastos silvestres comestibles y las legumbres, crecen en partes cercanas a los canales a lo largo del Valle de Tehuacán (Neely 2001a y b, 2005, en prensa y en preparación; Neely y Rincón Mautner, 2004) y en el Suroeste de Estados Unidos (Neely, aceptado para publicación; Neely y Murphy, 2008). También se encuentran hierbas, algunas consumidas como condimentos y otras usadas con propósitos medicinales, así como carrizos, todavía recolectados en nuestros días para la elaboración de papas y para hacer techos. Su uso está bien documentado en tiempos prehispánicos para propósitos similares, así como para la fabricación de dardos y flechas.

Complejidad y escala de los sistemas

La evidencia de tecnología compleja de control del agua en gran escala en el Valle de Tehuacán, comienza en el periodo Formativo. Aunque posteriormente se hicieron algunos avances, parece ser que toda la tecnología básica de manejo del agua fue desarrollada hacia el final de este periodo, con empleo continuo hasta la dominación

española. La presa Purrón es un ejemplo bien documentado de que el tamaño de los elementos de control de aguas estaba en aumento. Otro ejemplo del incremento en el área de riego es proporcionado por los sistemas de canales “fossilizados” de Tehuacán (Neely, 2001a y b; Neely y Castellón Huerta, 2003; Neely y Rincón Mautner, 2004).

El geomorfólogo S.C. Caran ha observado que hacia finales del periodo Formativo el manejo del agua y la tecnología de riego habían modificado y definido el paisaje del Valle de Tehuacán a tal grado que el uso posterior de tierras agrícolas no ha cambiado significativamente desde entonces (Neely, en prensa y en preparación). De hecho, una de las razones por las cuales algunas tecnologías agrícolas modernas no han funcionado en este valle, se debe a que no se adaptan al modo en que el paisaje local fue modelado desde tiempos prehispánicos. Desde el periodo Formativo, únicamente tres cambios en el manejo del agua parecen haber tenido lugar en el Valle de Tehuacán. Dos de éstos, los sistemas de *galerías filtrantes*, y de *pozos de captación cuadrados* aún no han sido fechados de manera confiable, pero sus contextos y asociaciones sugieren que fueron usados hacia el periodo Posclásico. El tercer cambio en la tecnología es el empleo reciente de pozos profundos y bombeo para explotar los acuíferos subterráneos. Las prácticas prehispánicas de modificación del paisaje para el manejo del agua, no son exclusivas del Valle de Tehuacán, otros ejemplos han sido documentados en México (Neely *et al.*, 1990).

Consideraciones sociopolíticas

En la mayoría de los sitios del periodo Formativo en el Valle de Tehuacán, la evidencia apunta hacia una tecnología de manejo del agua en pequeña escala y no muy compleja. Tales ejemplos sugieren que una organización social basada en el parentesco intervino en su planeación, construcción y mantenimiento. Varios autores (Flannery, 1983; Woodbury y Neely, 1972) han especulado que una o más aldeas en cooperación pudieron controlar sistemas de riego en escala pequeña y media. Por

el contrario, los extensos sistemas de canales “fossilizados” en el Valle de Tehuacán sugieren la necesidad de una organización más compleja. Sin embargo, existen casos en que las relaciones del manejo del agua y su organización social no son muy precisas. Al menos algunos de estos casos confusos resultan de las limitaciones del medio ambiente, siendo el tamaño y extensión de los sistemas de control, proporcionales al tamaño de las fuentes de agua disponibles.

Se han generado algunos modelos que tratan de los procesos económicos y sociopolíticos implícitos en el desarrollo y control del agua. Sin embargo, ninguno de ellos está exento de cuestionamientos y ningún modelo tiene aplicación universal en México. La variabilidad de los datos sugiere la existencia de varias trayectorias en los procesos económicos y políticos implicados, especialmente durante el periodo Formativo. Estos desarrollos diferenciales parecen haber operado de manera contemporánea dentro del Valle de Tehuacán.

Se debe investigar el rango total de manifestaciones de manejo del agua y sus sitios asociados para saber cómo es que operaban las distintas partes del sistema y cómo estaban relacionadas entre sí. El trabajo inicial consiste en definir los parámetros de cualquier sistema bajo investigación. Los sistemas deben ser fechados con exactitud, hay que determinar su secuencia de desarrollo, y establecer los contextos económicos, religiosos, sociopolíticos y del medio ambiente. También necesitamos comprender los niveles de operación requeridos para implementar sistemas de tamaño y complejidad variables, así como los grados de complejidad en la interacción, tanto al interior de una comunidad como entre varias comunidades, y otros niveles más altos de organización sociopolítica. Las operaciones de administración de aguas comprenden grupos corporativos por arriba del nivel de la aldea, y frecuentemente incluyen grupos corporativos al nivel de múltiples comunidades. Pero, ¿en qué nivel están relacionadas las organizaciones e instituciones políticas más complejas? No será posible reconstruir los sistemas prehispánicos de administración del agua con el mismo detalle que se encuentra en los ejemplos etnográficos (Enge y Whiteford, 1989; Hunt, 1972;

Hunt y Hunt, 1974). No obstante, este tipo de estudios proporciona ejemplos para entender la complejidad de tales sistemas y para ilustrar los distintos grados de control y relaciones presentes, ya sea desde la perspectiva de la familia extendida, la comunidad, o el estado.

Modelos de desarrollo y organización prehispánicos

¿Qué modelos “encajan” de manera más apropiada en los datos a la mano para determinar los orígenes y desarrollo del manejo del agua? El “modelo de riesgo” de Nichols (1987), el cual propone que la tecnología de manejo del agua fue desarrollada para aliviar el riesgo frecuente de fracaso en las cosechas debido a la incertidumbre en las condiciones altamente variables del régimen de lluvias, parece ser apropiado para el caso de los orígenes en México y, desde luego, parece aplicable para el Valle de Tehuacán. Existe evidencia etnográfica y arqueológica relacionada al manejo del agua para el extremo más bajo de la escala sociopolítica de toma de decisiones: la de las unidades domésticas y la aldea (Enge y Whiteford, 1989; Evans, 1990; Hunt, 1972; Hunt y Hunt, 1974; Pérez Rodríguez, 2006; Smith y Price, 1994). Este patrón de toma de decisiones al nivel de la unidad doméstica/aldea existe evidentemente desde el Formativo ¡hasta el periodo moderno! Los grupos más tardíos organizados por medio del parentesco desarrollaron formas jerárquicas más complejas, probablemente a través de una combinación de familias crecientemente poderosas/linajes/clanes, e incluso individuos dinámicos y emprendedores, tal vez con nexos religiosos. Estudios recientes (Carballal Staedtler y Flores Hernández, 2006; Nichols *et al.*, 2006) han observado que la religión y el ceremonialismo fueron un aspecto importante del desarrollo e intensificación en el manejo del agua en México, que hasta ahora ha recibido poca atención. Desafortunadamente, desconocemos cómo se logró y funcionó esta transición, e ignoramos mucho acerca del papel desempeñado por el Estado antiguo en la construcción y operación de los sistemas de administración de aguas.

Manejo prehispánico del agua y el Valle de Tehuacán hoy

Las dos contribuciones mayores que el estudio del manejo del agua en tiempos antiguos ha hecho a las poblaciones modernas del Valle de Tehuacán son: 1) un mejor y más profundo conocimiento de los antepasados de la población actual, y 2) una reintroducción de las técnicas de manejo del agua y cultivos prehispánicos en algunas partes del valle.

Algunos programas para beneficio de las poblaciones indígenas en las áreas más pobres y marginales de la región de Tehuacán han apoyado y fomentado proyectos de restauración de la cuenca hidrológica. Modelados a partir de los hallazgos arqueológicos, estos programas han reintroducido las propuestas prehispánicas de “baja tecnología” para el manejo del agua a los campesinos de la región, mismas que contribuyen a resolver los problemas de abastecimiento, distribución y conservación del agua. Estos programas, y la producción de amaranto como especie cultivada, han contribuido en gran medida a mejorar la productividad agrícola en las áreas marginales de pie de monte, así como a optimizar la situación económica de sus habitantes. Tales esfuerzos son extremadamente valiosos, si se considera el rápido crecimiento de población y la disminución del abasto de agua actual en el Valle de Tehuacán, y en muchas partes del mundo.

Reflexiones finales

El presente artículo se ha enfocado a la evidencia tangible de la tecnología antigua de manejo del agua. Sin embargo, es esencial hacer inferencias bien fundadas sobre la probable existencia de este conjunto de técnicas, basadas en la topografía, el patrón de asentamientos, los datos etnohistóricos y etnográficos, y otros recursos de investigación. Un buen ejemplo es la inferencia de Richard S. MacNeish (1964) al predecir, aún antes de contar con evidencia tangible, que la irrigación se practicó durante el periodo Formativo en el Valle de Tehuacán. Este artículo indica de manera amplia que esa inferencia era válida. Es a través de la

puesta en prueba de tales deducciones como se logran avances de investigación.

El conocimiento del control y manejo del agua es importante para comprender cómo es que las poblaciones antiguas en México conservaron y obtuvieron el vital líquido, el recurso natural más importante y escaso, con la finalidad de permitir la intensificación de la agricultura y un crecimiento sostenido de la población, así como para facilitar la trayectoria de los desarrollos culturales humanos. Aunque el número de estudios sobre manejo del agua en México se ha incrementado durante las últimas décadas, nuestro conocimiento resulta todavía inadecuado, particularmente en lo relativo a la correspondencia entre esta tecnología con los sistemas económicos, sociopolíticos y ceremoniales del México prehispánico.

Bibliografía

- Aiuvalasit, Michael J., James A. Neely, Carlos Rincón Mautner y Mark D. Bateman
2007. "The Purrón Dam Complex Revisited: Results of a Pilot Geoarchaeological Investigation at a Prehistoric Water Management System in the Tehuacán Valley of Southern México", ponencia presentada en el Encuentro Anual de la Geological Society of America, Denver, 31 de octubre.
- Byers, Douglas S. (ed.)
1967. *The Prehistory of the Tehuacán Valley, Vol. I. Environment and Subsistence*, Austin, Robert S. Peabody Foundation /University of Texas Press.
- Caran, S. Christopher y James A. Neely
2006. "Hydraulic Engineering in Prehistoric Mexico", *Scientific American*, vol. 295, núm. 4, pp. 78-85.
- Caran, S. Christopher, James A. Neely, Barbara M. Winsborough, Francisca Ramírez Sorensen y Salvatore Valastro Jr.
1996 "A late Paleo-Indian/Early Archaic Water Well in Mexico-Possible Oldest Water-management Feature in the New World", *Geoarchaeology*, vol. 11, núm. 1, pp. 1-35.
- Carballal Staedtler, Margarita y María Flores Hernández
2006. "Hydraulic Features of the Mexico-Tezcoco Lakes During the Postclassic Period", en L.J. Lucero y B.W. Fash (eds.), *Precolumbian Water Management: Ideology, Ritual, and Power*, Tucson, University of Arizona Press, pp. 155-170.
- Casas, Alejandro, Barbara Pickersgill, Javier Caballero y Alfonso Valiente-Banuet
1997. "Ethnobotany and Domestication in Xoconochtli, *Stenocereus Stellatus* (Cactaceae), in the Tehuacán Valley and La Mixteca Baja, México", *Economic Botany*, vol. 51, núm. 3, pp. 279-292.
- Castellón Huerta, Blas Román
2006. "El Formativo terminal en el Valle de Zapotitlán, Puebla: una evaluación regional", *Cuicuilco*, vol. 13, núm. 36, pp. 47-70.
- Damp, Jonathan E., Stephen A. Hall y Susan J. Smith
2002. "Early Irrigation on the Colorado Plateau near Zuni Pueblo, New Mexico", *American Antiquity*, vol. 67, núm. 4, pp. 665-676.
- Doolittle, William E.
2004. *Canales de riego en el México prehispánico: la secuencia del cambio tecnológico*, Chapingo, Museo Nacional de Agricultura-Universidad Autónoma Chapingo
- Doolittle, William E. y James A. Neely (eds.)
2004. *The Safford Valley Grids: Prehistoric Cultivation in the Southern Arizona Desert*, Tucson, University of Arizona Press (Anthropological Papers, 70).
- Enge, Kjell I., y Scott Whiteford
1989. *The Keepers of the Water and Earth: Mexican Rural Social Organization and Irrigation*, Austin, University of Texas Press.
- English, Paul W.
1966. *City and Village in Iran: Settlement and Economy in the Kirman Basin*, Madison, The University of Wisconsin Press.

- Evans, Susan T.
1990. "The Productivity of Maguey Terrace Agriculture in Central Mexico During the Aztec Period", *Latin American Antiquity*, vol. 1, núm. 2, pp. 117-132.
 - Feinman, Gary M., Linda M. Nicholas y Helen R. Haines
2007. "Classic Period Agricultural Intensification and Domestic Life at El Palmillo, Valley of Oaxaca, Mexico", en T.L. Thurston y C.T. Fisher (eds.), *Seeking a Richer Harvest: The Archaeology of Subsistence Intensification, Innovation, and Change*, Nueva York, Springer Science-Business Media, pp. 23-26.
 - Flannery, Kent V.
1983. "Precolumbian Farming in the Valleys of Oaxaca, Nochixtlan, Tehuacán, and Cuicatlan: A Comparative Study", en Kent V. Flannery y Joyce Marcus (eds.), *The Cloud People: Divergent Evolution of the Zapotec and Mixtec Civilizations*, Nueva York, Academic Press, pp. 323-339.
 - Flannery, Kent V., Anne V.T. Kirkby, Michael J. Kirkby y Aubrey W. Williams Jr.
1967. "Farming Systems and Political Growth in Ancient Oaxaca", *Science*, núm. 158, pp. 445-454.
 - Hunt, Eva
1972. "Irrigation and the Socio-Political Organization of Cuicatec Cacicazgos", en Richard S. MacNeish (ed.), *Chronology and Irrigation. The Prehistory of the Tehuacán Valley*, vol. 4, Austin, University of Texas Press, pp. 162-274.
 - Hunt, Eva y Robert C. Hunt
1974. "Irrigation, Conflict, and Politics: A Mexican Case", en Theodore E. Downing y Gibson McGuire (eds.), *Irrigation's Impact on Society*, Tucson, University of Arizona (Anthropological Papers, 25), pp. 21-42.
 - Kroeber, Alfred L.
1939. *Cultural and Natural Areas of Native North America*, Berkeley, University of California Press.
 - Mabry, Jonathan B. (ed.)
2008. *Las Capas: Early Irrigation and Sedentism in a Southwestern Floodplain*, Tucson, Center for Desert Archaeology (Anthropological Papers, 28).
 - MacNeish, Richard S.
1964. "The Origins of New World Civilization", *Scientific American*, núm. 211, pp. 3-11.
 - MacNeish, Richard S., Frederick A. Peterson y James A. Neely
1972. "The Archaeological Reconnaissance", en R. S. MacNeish (ed.), *Excavations and Reconnaissance. The Prehistory of the Tehuacán Valley*, vol. 5, Austin, The University of Texas Press/R. S. Peabody Foundation, pp. 341-495.
 - Manzanilla, Linda
1994. "Indicadores arqueológicos de obras hidráulicas: problemas de interpretación", en T. Rojas Rabiela (ed.), *Agricultura indígena: pasado y presente*, México, CIESAS (Ediciones de la Casa Chata), pp. 43-57.
 - Marcus, Joyce y Kent V. Flannery
1996. *Zapotec Civilization: How Urban Society Evolved in Mexico's Oaxaca Valley*, Nueva York, Thames and Hudson.
 - Neely, James A.
1995. "Paleoecología, desarrollo cultural y los usos de aguas en el Valle de Tehuacán, Puebla, México", Reporte, México, Consejo de Arqueología, INAH, mecanoscrito.
2001a. "A Contextual Study of the 'Fossilized' Prehispanic Canal Systems of the Tehuacán Valley, Puebla, México", *Antiquity*, núm. 75, pp. 505-506.
2001b. "The Prehispanic 'Fossilized' Canal Systems of the Tehuacán Valley, Puebla, Mexico: Their Distribution, Chronology, and Environmental Context", Washington, D.C., Reporte para la Nation Science Foundation en relación con la beca núm. 9986718.
2005. "Mesoamerican Formative Period Water Management Technology: An Overview with Insights on Development and Regional Interaction", en Terry G. Powis (ed.), *New Perspectives on Formative Mesoamerican Cultures*, Oxford, Archaeo Press/British Archaeological Reports (International Series, 1377), pp. 127-146.
- (En prensa). "Prehistoric Water Management in Highland Mesoamerica", en V.L. Scarborough (ed.),

Water and Humanity, The UNESCO History of Water and Civilization, vol. I, París, UNESCO.

(Aceptado para publicación). "Prehistoric Agricultural Strategies in the Safford Basin, Southeastern Arizona", en H.D. Wallace (ed.), *Between Mimbres and Hohokam: Exploring the Archaeology and History of Southeastern Arizona and Southwestern New Mexico*, Salt Lake City, University of Utah Press (The Amerind Foundation Archaeological Series, 12).

(En preparación). "The Prehistoric 'Fossilized' Canal Systems of the Tehuacan Valley, Puebla, Mexico" (para el *Journal of Field Archaeology*).

- Neely, James A. y Michael J. Aiuvalasit
(En preparación). "New Light on the Prehistoric Purrón Dam Complex, Tehuacán Valley, Puebla, Mexico" (para el *Journal of Field Archaeology*).
- Neely, James A. y S. Christopher Caran
2011. "Les anciens mexicains, experts en irrigation", *Dossier Pour la Science*, núm. 72, pp. 30-36.
- Neely, James A. y Blas Román Castellón Huerta
2003. "Avance del estudio contextual de los sistemas de canales 'fossilizados' del Valle de Tehuacán, Puebla", *Arqueología*, Segunda Época, núm. 29, pp. 157-160.
- Neely, James A., Samuel Christopher Caran y Frances Ramírez Sorensen
1997. "The Prehispanic and Colonial Saltworks of the Tehuacan Valley and Vicinity, Southern Puebla, Mexico", ponencia presentada en el 62 Encuentro Annual de la Society for American Archaeology, Nashville.
- Neely, James A., S. Christopher Caran y Barbara M. Winsborough
1990 "Irrigated Agriculture at Herve el Agua, Oaxaca, Mexico", en Joyce Marcus (ed.), *Debating Oaxaca Archaeology*, Ann Arbor, University of Michigan/Museum of Anthropology (Anthropological Papers, 84), pp. 115-189.
- Neely, James A., Samuel Christopher Caran, Barbara M. Winsborough, Francisca Ramírez Sorensen y S. Valastro Jr.

1995. "An Early Holocene Hand-Dug Water Well in the Tehuacan Valley of Puebla, Mexico", *Current Research in the Pleistocene*, núm. 12, pp. 38-40.

- Neely, James A. y Everett J. Murphy
2008. "Prehistoric Gila River Canals of the Safford Basin, Southeastern Arizona: An Initial Consideration", en David E. Purcell (ed.), *Crossroads of the Southwest: Culture, Identity, and Migration in Arizona's Safford Basin*, Newcastle, Cambridge Scholars Publishing, pp. 61-101.

- Neely, James A. y Carlos A. Rincón Mautner
2004. "Los canales 'fossilizados' del Valle de Tehuacán: un proyecto arqueológico con levantamiento cartográfico y recolección multidisciplinaria de muestras", Informe final, México, Consejo de Arqueología, INAH, mecanoscrito.

- Neely, James A., Carlos A. Rincón Mautner y Raúl Hernández Garcíadiego
2005a. "The Purrón Dam Complex Revisited, Tehuacan Valley, Puebla, México", ponencia presentada en el 70th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Salt Lake City, 30 de marzo-3 de abril.

- Neely, James A., Carlos Rincón Mautner, Raúl Hernández Garcíadiego y Francisca Ramírez Sorensen
2005b. "Los sistemas prehistóricos y virreinales de manejo de aguas e irrigación en el valle de Tehuacán, Puebla México: una continuación del estudio", Informe de la temporada 2004, México, Consejo de Arqueología, INAH, mecanoscrito.

- Neely, James A., Carlos A. Rincón Mautner, Raúl Hernández Garcíadiego y Michael J. Aiuvalasit
2005c. "New Light on the Purrón Dam Complex: A Prehistoric Water Management System in the Tehuacan Valley of Southern México", ponencia presentada en el Cuarto Encuentro Anual de la International Water History Association (IWHA), París, 1-4 de diciembre.

- Nichols, Deborah L.
1987. "Prehispanic Irrigation at Teotihuacan, New Evidence: The Tlajinga Canals", en Emily McClung de Tapia y Evelyn Childs Rattray (eds.), *Teotihuacan: nuevos datos, nuevas síntesis, nuevos problemas*, México, UNAM, pp. 133-160.

- Nichols, Deborah L., Charles D. Frederick, Luis Morett Alatorre y Fernando Sánchez Martínez
2006. "Water Management and Political Economy in Formative Period Central Mexico", en L.J. Lucero y B.W. Fash (eds.), *Preolumbian Water Management: Ideology, Ritual, and Power*, Tucson, The University of Arizona Press, pp. 51-66.
- Pérez Rodríguez, Verónica
2006. "States and Households: The Social Organization of Terrace Agriculture in Postclassic Mixteca Alta, Oaxaca", Mexico, *Latin American Antiquity*, vol. 17, núm. 1, pp. 3-22.
- Ramírez Sorensen, Francisca
1996. "The Social, Political, and Economic Structure of Zapotitlan Salinas, Puebla, México During the Late Prehispanic and Early Colonial Periods", tesis de maestría, Austin, Department of Anthropology-University of Texas.

2008. "Reconstrucción Histórica basada en datos documentales, arqueológicos y etnográficos de los años 1400 a 1600", *Arqueología*, Segunda Época, núm. 38, pp. 180-191.
- Ramírez Sorensen, Francisca y James A. Neely
2002. "Archival Research in the Interpretation of Prehispanic Water Management Data from the Tehuacan Valley", ponencia presentada en 67 Encuentro Annual de la Society for American Archaeology, Denver.
- Rincón Mautner, Carlos, James A. Neely, Samuel Christopher Caran, Francisca Ramírez Sorensen y Michael J. Aiuvalasit
2002. "San Marcos Necoxtla: The Changing Fortunes of an Irrigation-Based Community in the Tehuacan Valley", ponencia presentada en el 67 Encuentro Annual de la Society for American Archaeology, Denver.
- Scarborough, Vernon L.
2002. Comentarios a la sesión: "The Prehispanic 'Fossilized' Canal Systems of the Tehuacan Valley: Their Distribution, Chronology, and Environmental Contexts", ponencia presentada en el 67 Encuentro Annual de la Society for American Archaeology, Denver.
- Schreiber, Katharina J. y Josué Lancho Rojas
1995. "The Puquios of Nasca", *Latin American Antiquity*, vol. 6, núm. 3, pp. 229-254.
- Smith, Michael E. y T. Jeffrey Price
1994. "Aztec Period Agricultural Terraces in Morelos, Mexico: Evidence for Household-level Agricultural Intensification", *Journal of Field Archaeology*, vol. 21, núm. 2, pp. 169-179.
- Spinden, Herbert J.
1928. *Ancient Civilizations of Mexico and Central America*, Nueva York, American Museum of Natural History.
- Winsborough, Barbara M., S. Christopher Caran, James A. Neely y S. Valastro Jr.
1996. "Calcified Microbial Mats Date Prehistoric Canals: Radiocarbon Assay of Organic Extracts from Travertine", *Geoarchaeology*, vol. 11, núm. 1, pp. 37-50.
- Woodbury, Richard B. y James A. Neely
1972. "Water Control Systems of the Tehuacan Valley", en Richard S. MacNeish (ed.), *Chronology and Irrigation: The Prehistory of the Tehuacan Valley*, Austin, University of Texas Press, vol. 4, pp. 81-153.

