

398.364 Teresa Rojas Rabiela
R64 Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico /
José Luis Martínez Ruiz y Daniel Murillo Licea - Jiutepec, Morelos: Instituto Mexicano
de Tecnología del Agua/Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología
Social, 2009.
305 pp. 22.5 x 15.5 cm
ISBN 978-697-7563-06-8

1. Agua 2. Simbolismo 3. México (época prehispánica)

Fotografía de portada:
Chultún de Chichén Itza. Teresa Rojas Rabiela.

Imagen de la contraportada: Chac, *Códice Madrid*.

Coordinación editorial:
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Coordinación de Comunicación,
Participación e Información.

Subcoordinación de Vinculación, Comercialización
y Servicios Editoriales.

Primera edición: 2009.

D.R. © Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnáhuac 8532
62550 Progreso, Jiutepec, Morelos
MÉXICO
www.imta.gob.mx

D.R. © Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social
Calle Juárez 87
Col. Tlalpan
14000, Del. Tlalpan, México, D.F.
MÉXICO

ISBN 978-697-7563-06-8
Impreso en México - Printed in Mexico

UNAM
BIBLIOTECA CENTRAL

CLASIF. F 1219
3
A 47
R 65

MATRIZ 1216064
NUM. ADQ. 676862

UNAM
BIBLIOTECA CENTRAL
PROV <u>PASADIZ</u>
FACT. <u>499</u>
FECHA <u>12-VIII-10</u>
PRECIO _____
PS _____

Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico



676862

IMTA-CIESAS

México, 2009

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	9
Polioptro F. Martínez Austria	
PREFACIO	11
Jorge Martínez Ruiz	
PRIMERA PARTE	
EL AGUA EN LA ANTIGUA MESOAMÉRICA: USOS Y TECNOLOGÍA	13
Teresa Rojas Rabiela	
INTRODUCCIÓN	15
Contenido y organización	17
Las fuentes de agua	18
Los tipos de obras hidráulicas	19
Las fuentes de conocimiento	19
El agua y sus aprovechamientos en lengua náhuatl.	20
Las estaciones del año y las clases de tierras en Mesoamérica	
La coexistencia de términos en hidráulica	21
CAPÍTULO 1 LAS OBRAS HIDRÁULICAS PARA USOS DOMÉSTICOS	23
<i>Agua de lluvia: captación, conducción, almacenamiento y distribución</i>	25
Cisternas en San José Mogote y Tierras Largas, Oaxaca	25
Los chultunes o cisternas mayas de la península de Yucatán	26
Los jagüeyes o depósitos pluviales a cielo abierto	29
Los depósitos pluviales de Tzicoac-Cacahuatengo,	31
Huasteca meridional, Veracruz	
Los depósitos pluviales domésticos	34
<i>Manantiales: captación, conducción y distribución para uso doméstico</i>	35
Acueducto de Chapultepec	35
Acueducto del Acuecuécatl	38
<i>Aguas subterráneas: extracción de agua de pozos</i>	40
Pozos verticales	40
Pozos mayas	41

CAPÍTULO 2 OBRAS HIDRÁULICAS PARA LA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA	49
<i>El riego según las fuentes históricas</i>	52
Criterios empleados para clasificar los sistemas de riego prehispánico	52
Obras y sistemas de riego	53
Distribución geográfica del riego en Mesoamérica	53
<i>Sistemas de riego permanentes y temporales</i>	55
Sistema hidráulico de Teopantecuanitlan, Copalillo, Guerrero	58
Sistema hidráulico de Xoxocotlan, Monte Albán, Oaxaca	59
Sistema hidráulico de Santa Clara Coatitlan, Estado de México	61
Sistema hidráulico de la presa Purrón o Maquitongo, Tehuacán, Puebla	61
Otros sistemas hidráulicos del Valle de Tehuacán, Puebla	67
Sistema hidráulico del Tetzcotzincó a partir de manantiales, Estado de México	70
Sistema hidráulico de Hierve el Agua y la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca	77
Sistema de riego permanente del río Teotihuacan, Estado de México e Hidalgo	78
Sistema permanente de riego del río Tula en la Teotlalpan, Hidalgo	81
Sistema permanente de riego del Valle de Cuernavaca, Morelos	83
Sistema de riego permanente de la cuenca del río Nexapa, Puebla	87
<i>Sistemas de riego con presas derivadoras efímeras</i>	90
El sistema hidráulico del río Cuautitlán, Estado de México	98
Los derramaderos en Tepetlaoztoc, Estado de México	100
Los depósitos pluviales en cimas	102
<i>Sistemas de humedad/riego en lagunas estacionales, arenales y vegas</i>	102
Sistemas hidráulicos y formación de lagunas superficiales	106
Laguna de Tula, Hidalgo	106

Laguna de Amanalco, México	107
<i>Sistemas de riego con agua subterránea</i>	107
Riego manual o "riego a brazo"	107
Riego a partir de galerías filtrantes	113
CAPÍTULO 3 OBRAS HIDRÁULICAS PARA LA CONDUCCIÓN, CONTROL Y DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES	117
<i>Desagües y alcantarillas en Zempoala, Veracruz</i>	119
Xicalcolihqui de Tajín, Veracruz	123
CAPÍTULO 4 OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL CONTROL DE LOS NIVELES DE AGUA EN ZONAS LACUSTRES, PANTANOSAS E INUNDABLES	127
<i>Sistema hidráulico de la cuenca de México, Distrito Federal y Estado de México</i>	131
Campos drenados o elevados	141
Campos elevados del Alto Lerma, Valle de Toluca, Estado de México	143
CAPÍTULO 5 ALGUNAS PROPUESTAS, ALGUNAS IDEAS A MANERA DE CONCLUSIONES...	147
SEGUNDA PARTE	
TRADICIÓN HIDRÁULICA MESOAMERICANA Y SIMBOLISMO PREHISPÁNICO DEL AGUA	155
José Luis Martínez Ruiz y Daniel Murillo Licea	
INTRODUCCIÓN	157
¿Qué sucedió en Mesoamérica?	158
Los orígenes: el maíz	159
Territorio y cosmovisión	161
CAPÍTULO 6 AGUA Y TECNOLOGÍA ENTRE LOS OLMECAS	165
Teopantecuanitlan, Guerrero	167

<i>Los sistemas hidráulicos de San Lorenzo y de La Venta</i>	173
<i>El culto al agua y al monte</i>	181
CAPÍTULO 7 OTRAS OBRAS HIDRÁULICAS DESTACADAS EN EL PRECLÁSICO	189
<i>Cuicuilco</i>	191
<i>Drenaje pluvial en los centros cívicos-ceremoniales</i>	194
<i>Los temazcales en la antigua Mesoamérica</i>	195
CAPÍTULO 8 IRRIGACIÓN PREHISPÁNICA EN LA MESETA POBLANA Y EL VALLE DE TEHUACÁN	199
<i>Presa Purrón, Tehuacán, Puebla</i>	203
CAPÍTULO 9 OAXACA: LAS INNOVACIONES HIDRÁULICAS MIXTECAS Y ZAPOTECAS	209
<i>Hierve el Agua, 500 a. C.-1350 d. C.</i>	213
CAPÍTULO 10 EL ÁREA MAYA: CIUDADES Y SISTEMAS HIDRÁULICOS	219
<i>Los chultunes, la lluvia y la abundancia</i>	225
<i>La infraestructura hidráulica como elemento simbólico</i>	231
<i>Acrópolis y ritualidad</i>	239
CAPÍTULO 11 PAISAJES HIDRÁULICOS EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO	247
<i>Teotihuacán</i>	249
<i>Las chinampas y las obras hidráulicas: parte de la estructura del gobierno confederado de la Triple Alianza</i>	250
<i>La función de los rituales en las obras hidráulicas</i>	255
<i>Los sistemas hidráulicos de la cuenca de México, a partir de las crónicas y documentos del siglo XVI</i>	259
<i>El Señorío Hidráulico o Altépetl de Nezahualcóyotl</i>	263
CAPÍTULO 12 MESOAMÉRICA COMO UN PATRÓN CIVILIZATORIO PARTICULAR	271
BIBLIOGRAFÍA	275
ÍNDICE TEMÁTICO	289



Presentación

En el México prehispánico, el conocimiento objetivo de la naturaleza y la experiencia práctica en el manejo y control del agua generó técnicas y obras hidráulicas que sirvieron de cimiento para el desarrollo de la irrigación agrícola, la construcción de sistemas de abastecimiento de agua a la población y la realización de infraestructura de desagüe, entre otras aplicaciones.

La evidencia material arqueológica que pervive y la documentación recabada en la presente investigación, confirman lo dicho por Ángel Palerm y Eric Wolf: "El riego es una característica fundamental de las culturas mesoamericanas." Con base en la lectura de *Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico*, podemos enfatizar y ampliar dicha aseveración: el conocimiento hidráulico es uno de los fundamentos para el desarrollo civilizatorio de las culturas precolombinas.

Uno de los logros de este trabajo, producto de la colaboración de dos centros de investigación especializados en el tema de agua, el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, es presentar, ante la amplitud del tema, un mural que condensa la tradición hidráulica prehispánica del México mesoamericano. Los autores, Teresa Rojas Rabiela, José Luis Martínez Ruiz y Daniel Murillo Licea, al recuperar la memoria histórica de las experiencias y trabajos ejecutados de ingeniería en materia de agua, nos brindan la oportunidad de conocer y admirar los alcances y avances de este bastión de la historia de la tecnología hidráulica mundial.

El presente libro nos muestra un panorama que inicia desde las primeras obras ejecutadas por la cultura olmeca, pasando luego por una diversidad de culturas, tales como la teotihuacana, maya y zapoteca, entre otras destacadas, hasta concluir con el desarrollo hidráulico de la ciudad de Tenochtitlan de los mexicas y el impresionante complejo de Tezcotzinco, construido por el rey Nezahualcóyotl, quizás el ingeniero hidráulico más talentoso del México





prehispánico. Se agradece que este escrito se acompañe de espléndidas fotografías, imágenes de códices y figuras, que no solamente ilustran, sino forman parte sustancial de la documentación y de la propia investigación.

Al igual que las civilizaciones hidráulicas del Viejo Mundo, en el México mesoamericano el factor hidráulico constituyó un soporte para el desarrollo de las altas culturas precolombinas; es de remarcar que en la construcción de las obras de ingeniería hidráulica prehispánica no se contó con animales de carga ni tampoco se utilizaron herramientas manufacturadas de hierro y, aunque se conocía el concepto de rueda, ésta no fue aprovechada. En contraparte, los trabajos de edificación de obras hidráulicas se realizaron con una intensa mano de obra que exigió planeación, organización, conocimiento sistematizado y una red de especialistas y artesanos en los diferentes ramos, que implicó la ingeniería en el llamado Nuevo Mundo. Invención, adaptación e innovación tecnológica y la transmisión del conocimiento para usar, manejar y controlar el agua dieron lugar a un desarrollo original propio de Mesoamérica.

Con absoluta independencia cultural del Viejo Mundo y propia creatividad, en el México prehispánico se construyeron obras de captación, conducción, almacenamiento y distribución de agua, tanto para uso doméstico como para fines agrícolas y prevención de inundaciones, por lo que se contó con pozos, presas, jagüeyes, drenajes, alcantarillas, albercas, desagües, sistemas de irrigación, compuertas, diques, acueductos, cisternas, fuentes, sistemas de captación de agua de lluvia, técnicas de control de avenidas, contención y retención de aguas. A ello habría que agregar las adaptaciones de los cuerpos de agua y el uso agrícola de humedales y tierras de humedad, en los que se hace un aprovechamiento intensivo del recurso hídrico.

En suma, el conocimiento de la tecnología hidráulica contribuyó a que los pueblos precolombinos del México mesoamericano formaran un patrón cultural original que le otorga, con todo derecho, un lugar destacado en el concierto de las civilizaciones surgidas en la historia de la humanidad.

Polioproto F. Martínez Austria



Prefacio

Cuando los conquistadores españoles, al mando de Hernán Cortés, arribaron a la ciudad de Tenochtitlan, les pareció que soñaban al ver lo bien trazado de las avenidas; contemplaron palacios con una arquitectura y símbolos nunca vistos, increíbles jardines flotantes y un paisaje entretejido de canales y ahuejotes. Al contemplar este orden y la belleza de la ciudad, según cuenta Bernal Díaz del Castillo, pensaron estar en un mundo de encantamiento como en las aventuras de Amadís de Gaula en sus novelas de caballería:

Lo que más sorprendió a los españoles es que todos los poblados por los que cruzaban camino al palacio de Moctezuma "estaban armados en el agua". En efecto, sólo que esta armonía entre el entorno y la ciudad, este encuentro con lo maravilloso, no era producto de ningún hechizo, sino de la ingeniería hidráulica prehispánica con una antigüedad de tres mil años de tradición. Después de un cerco en el que se cortaron las redes de abasto de agua y se utilizaron bergantines para combatir por agua contra los mexicas y sus aliados, cae en 1523 la ciudad lacustre de Tenochtitlan, concluyendo en México un ciclo de conocimiento y experiencia en el manejo y control del agua, cuyas raíces más remotas se encuentran en la cultura hídrica de los olmecas.

Si la invención de la agricultura provocó un cambio social radical, la irrigación y las obras hidráulicas significaron un cambio tecnológico que de nueva cuenta revolucionó a los pueblos prehispánicos. Dos nociones gemelas se asocian en estas transformaciones. Cultura y civilización. En Mesoamérica, como se recoge en esta investigación del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, la formación de las sociedades agrarias trae consigo, entre otras situaciones, tres hechos significativos: la división social, acumulación de excedentes alimentarios y la concentración del poder en la figura de los gobernantes. Ello contribuye a que se originen otros procesos como el comercio y la guerra pero, sobre todo, permite el desarrollo cultural, parte esencial de ella fue la cosmovisión indígena del agua.





Es con base en el arte del cultivo de las plantas que surge lo que ahora entendemos como cultura de los pueblos. Nos recuerdan los autores de *Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico*, el argumento de Gordon Childe respecto del papel civilizatorio que ha jugado el riego entre los pueblos antiguos. La idea principal de este arqueólogo consistía en hacer ver que la revolución neolítica que se produce con la agricultura adquiere una nueva dimensión cuando las aldeas agrícolas descubren y aplican la irrigación en sus campos. Es aquí, agrego, el origen de lo que los griegos llamaron *civitas* o sea, la urbe, y lo que posteriormente hemos llamado civilización. En ese sentido las civilizaciones mesoamericanas forman parte de las que surgieron en el Viejo Mundo con base en el dominio de los cultivos y el desarrollo de la obra hidráulica.

La novedad de esta investigación es resaltar la constancia, inventiva tecnológica y lo prolífico de las obras hidráulicas y los sistemas de irrigación que prevalecen en la historia precolombina de los pueblos indios. Este recuento de una muestra representativa tiene un alto valor, ya que nos permite probar la existencia de un conocimiento hidráulico organizado y sistematizado que fue conservado, transmitido y renovado constantemente. Las civilizaciones mesoamericanas en México disponían de una ingeniería hidráulica prehispánica, que constituyó el soporte cognitivo para aprovechar con eficiencia los recursos hídricos. Dos columnas sostienen a este corpus: invención e innovación del conocimiento hidráulico. Contar con este panorama hidráulico nos permite compartir con la sociedad civil contemporánea un patrimonio de conocimiento que requiere de ser conocido y de preservarse, pues si tenemos memoria, sabremos quiénes somos y qué futuro queremos. No solamente los recursos naturales deben asegurarse para las generaciones futuras, también el conocimiento del agua es estratégico para consolidar una civilización sustentable.

Jorge Martínez Ruiz
San Antón, 2008.

PRIMERA PARTE



EL AGUA EN LA ANTIGUA MESOAMÉRICA: USOS Y TECNOLOGÍA

Teresa Rojas Rabiela





Introducción

El agua, líquido primordial que hace posible la vida en el planeta; está en su origen. Es universal y casi ubicua; está presente desde la gestación hasta la muerte de todo lo vivo. Los seres humanos somos casi de agua, pues nos constituye en un 70%. Lo mismo enfrentamos sed que nos sumergimos en ella con placer; le rendimos culto y veneración, sufrimos los estragos de la sequía cuando escasea o de las inundaciones cuando abunda; intentamos manejarla, almacenarla, dominarla, controlarla y encauzarla en beneficio de la agricultura, la vida colectiva, la navegación, los asentamientos, los animales y las plantas, el esparcimiento, las máquinas y la industria. El agua dulce o salobre, caliente o fría, sólida, líquida o como vapor nos brinda alimentos, productos y servicios no sólo útiles sino deliciosos, placenteros y confortables que hacen posible la vida y más agradable la existencia. En fin, el agua está presente siempre y sin ella, simplemente no podríamos sobrevivir.

Por eso y por más, este trabajo se dedica a ella, en particular a cómo la manejaron técnicamente los antiguos mexicanos, los que vivieron en el centro y sur de México y gran parte de Centroamérica; es decir, en la antigua Mesoamérica, una de las cunas de la civilización en el mundo. En estas páginas tiene un lugar de privilegio el tratamiento de las técnicas y obras hidráulicas, por encima de lo relativo a los conceptos, ideas y conocimientos en torno al agua, su origen, ciclos, características, estados y valores asociados. Su objetivo es modesto, pues se concreta a exponer no una síntesis de todo lo que se sabe sobre el tema a lo largo de la historia de Mesoamérica, sino una exposición panorámica mediante ejemplos que se basan en resultados de investigación propia y de otros especialistas, lo cual tiene sus complicaciones puesto que no son siempre comparables ni uniformes. El formato adoptado tampoco da lugar a un relato cronológico, no obstante lo cual las fechas se consignan cuando los arqueólogos las han podido establecer; pero no puede soslayarse la dificultad existente para fechar los vestigios de las antiguas obras hidráulicas, de los campos agrícolas y de otras estructuras productivas similares, salvo cuando han quedado cubiertos o sellados por otros restos factibles de datar (Manzanilla, 1990). Una aclaración más se refiere a que este texto hace menos

Fotografía de la página anterior: Canal Olmeca de Teopantecuanitlan. Foto: Teresa Rojas.





énfasis en lo maya, y mayor en los altiplanos centrales, lo cual se espera remediar en una próxima publicación.

A propósito del interés por la temática de las obras hidráulicas, cabe recordar que buena parte de la información con la que hoy contamos, en especial aquella sobre el riego, resultó de un interés científico específico derivado de formulaciones teóricas como las de V. Gordon Childe y Julian H. Steward en torno al evolucionismo y de evolucionismo multilíneal (el segundo autor), y de Karl W. Wittfogel sobre la sociedad hidráulica o Estado hidráulico. Steward propuso que las civilizaciones tempranas de riego existentes en Mesoamérica, Perú, China y el Cercano Oriente se desarrollaron a través de periodos similares, fundamentalmente por los mismos motivos, si bien no coincidieron en el tiempo por obvias razones (Steward, 1960). Al retomar la formulaciones de Wittfogel, Steward exploró la posibilidad de que en la evolución de las sociedades hidráulicas, la irrigación y el uso de las primeras plantas domesticadas hubieran sido simultáneos, así como que el desarrollo de las comunidades locales, la tecnología, los patrones económicos y políticos, y aun los logros intelectuales, estéticos y religiosos pudieran haber seguido vías similares. A partir de esta propuesta teórica, el etnólogo norteamericano formuló una explicación causal sobre la sucesión de tipos culturales en cada una de esas áreas irrigadas del mundo, contenida en el trabajo *Cultural Causality and Law: A Trial Formulation of the Development of Early Civilizations*, de 1949. En un simposio acerca de la misma problemática, organizado por este mismo autor poco después participó, además de Wittfogel, el etnólogo Ángel Palerm, quien desde entonces se dedicó a analizar la posible aplicación de las teorías de Wittfogel y Steward al caso de la civilización urbana de Mesoamérica (Palerm 1954 y 1955, en 1972; 1973).

Por su parte, el arqueólogo Pedro Armillas había publicado en 1949 el primero de varios artículos seminales dedicados a la agricultura de riego, que tuvieron una gran influencia sobre las nuevas generaciones de mesoamericanistas, principalmente los titulados: "Notas sobre sistemas de cultivo en Mesoamérica. Cultivos de riego y humedad en la Cuenca del Río de las Balsas" (1949, en 1991a), "Tecnología, formaciones socio-económicas y religión en Mesoamérica" (1951, en 1991b), y mucho más tarde el dedicado a las chinampas de la cuenca de México, "Gardens on Swamps" (1971, en 1983), que tuvo como antecedente el artículo en coautoría con Robert C. West sobre "Las chinampas de México" (1950). Además de los anteriores, otros autores han contribuido a la comprensión de las obras hidráulicas y su relación con la evolución social de las culturas de Mesoamérica; debe mencionarse a los arqueólogos William T. Sanders, que hizo aportaciones fundamentales al estudio del desarrollo cultural de Mesoamérica, con énfasis en las interacciones cultura-medio ambiente (1956, 1957, 1962, 1965, 1968); Robert S. MacNeish y colaboradores (1967-1972), René Millon (1954, 1957, 1962, 1973) y Kent V. Flannery y colaboradores (1986), entre los principales.



Las nuevas preguntas que las diversas teorías generaron en el campo de la investigación arqueológica y etnohistórica sobre el desarrollo de las civilizaciones antiguas de Mesoamérica, dieron lugar a una renovación del pensamiento antropológico entonces prevaleciente, colocándolas en un contexto comparativo (homotaxial). En el campo arqueológico se emprendieron búsquedas novedosas, tanto como una relectura, con nuevas "miradas", de las fuentes históricas tantas veces utilizadas, así como una revisión crítica del conocimiento acumulado por las anteriores generaciones de estudiosos. Surgieron así nuevos temas y problemas antes no planteados y en ocasiones ni siquiera percibidos como significativos, dado el tipo de investigación excesivamente concentrada en el estudio de la religión y el ceremonialismo, y tendiente a un cierto "enciclopedismo" desprovisto de interpretaciones teóricas. Se dio paso al interés por el origen de la civilización mesoamericana, la agricultura, el riego, el Estado y el urbanismo, principalmente.

Mención especial merecen dos proyectos, uno dirigido por el arqueólogo Robert S. MacNeish sobre la prehistoria del Valle de Tehuacán (cuyos resultados se publicaron a partir de 1967), encaminado a la búsqueda del origen de la domesticación de plantas en Mesoamérica, de los sistemas agrícolas y del riego. En el volumen IV, dedicado a la cronología e irrigación, el propio Wittfogel se interroga: ¿Puede el estudio de las grandes obras hidráulicas ser una clave de la historia de la humanidad? (1972, p. 59). Richard B. Woodbury y James A. Nelly se ocupan de los sistemas de control de agua (1972, pp. 81-153), y MacNeish y colaboradores del origen de la domesticación de plantas en la región (1976, pp. 290-309). El segundo proyecto fue encabezado por Kent V. Flannery sobre "La prehistoria y la ecología humana del valle de Oaxaca" a partir de 1962, cuyos resultados han sido publicados, destacadamente en el volumen titulado *Guilá Naquitz. Archaic Foraging and Early Agriculture in Oaxaca, Mexico* (1986).

No es este el lugar para continuar con esta historia intelectual, pero sí de mencionar que el texto que ahora ofrezco sobre las obras hidráulicas prehispánicas se beneficia de esos y otros muchos resultados de las investigaciones realizadas desde los años cuarenta, así como de las siguientes obras de síntesis (por orden cronológico): Teresa Rojas Rabiela (1988, 1990, 2001), James Doolittle (1990), Jorge Angulo (1993), Thomas M. Whithmore y B. L. Turner II (2001), y Lisa J. Lucero y Barbara W. Fash (eds.) (2006).

Contenido y organización

La intención de este texto es presentar una panorámica de todos los tipos de obras hidráulicas prehispánicas utilitarias conocidas, a través del recurso de exponer los ejemplos más documentados o bien con características únicas, sin pretender, ya se dijo antes, exhaustividad. No se trata, por ende, de un relato





cronológico ni de una síntesis de todo el conocimiento acumulado. Las obras hidráulicas que se abordan son aquellas destinadas a proveer de agua a las antiguas poblaciones para beber y para otros usos domésticos (asear, preparar alimentos), así como para la agricultura, el control hidráulico y el drenaje (aguas pluviales y de desecho) y sólo secundariamente la recreación. No se abordan así las instalaciones cuya finalidad fue religiosa y ritual, excepto cuando ésta se combinó con las utilitarias, o bien, porque su uso está en discusión (Hierve el Agua, Oaxaca, como el mejor ejemplo). Tampoco se ahonda en la organización social y política implicada en las obras, sin que el tema esté ausente.

Antes de exponer los tipos de obras hidráulicas, presento algunos aspectos introductorios, incluidas dos tipologías: una sobre las clases de fuentes de agua y humedad que alimentaban las instalaciones hidráulicas prehispánicas, y otra sobre las fuentes de conocimiento con las que contamos para conocerlas. Además expongo algunos ejemplos de las palabras referidas al agua y a sus aprovechamientos en lengua náhuatl, la diversidad de orígenes de los términos en español referidos a las obras hidráulicas, las estaciones del año y las clases de tierra en náhuatl.

Enseguida el lector encontrará la exposición de los tipos de obras hidráulicas prehispánicas que resultan de la combinación de dos criterios básicos: su finalidad y el origen del agua empleada. Cada uno de los tipos resultantes se ilustran mediante ejemplos y, cuando es posible, se refieren a regiones con distintas condiciones ambientales, con el propósito de abarcar la gama más completa posible de las soluciones que los antiguos mesoamericanos encontraron para satisfacer sus necesidades de agua y enfrentar cotidianamente los pequeños y grandes problemas y retos en relación con ella, ya fuera escasa, suficiente, abundante, excesiva, errática, superficial, subterránea, freática, salobre, dulce, contaminada, serena, agitada, lejana, cercana, concentrada, dispersa, perenne, estacional o estancada.

El texto contiene una gama diversa de imágenes cuya pretensión es documentar visualmente los ejemplos; provienen de búsquedas en manuscritos de la época virreinal temprana (siglo XVI), en especial en los libros pintados o códices indígenas, pero también hay esquemas, mapas y planos virreinales que se suman a algunos bocetos y dibujos arqueológicos derivados de levantamientos de campo. Las fotografías, registros existentes desde mediados del siglo XIX, presentan visualmente algunos vestigios de obras hidráulicas prehispánicas o bien, ejemplos conocidos etnográficamente, similares a los descritos en las fuentes históricas.

Las fuentes de agua

El "agua" aquí referida es la comúnmente llamada "agua dulce", a la que se agregan tres criterios: origen, movilidad y ubicación (subterránea o superficial), de cuya combinación resultan los siguientes tipos de fuentes de agua:



- Meteórica o atmosférica en movimiento: agua de lluvia.
- Superficial en movimiento: manantiales, ríos y arroyos perennes y temporales.
- Superficial en calma: humedales, lagunas, pantanos, lechos lacustres.
- Subterránea y freática: ríos y depósitos subterráneos.

Los tipos de obras hidráulicas

La tipología de obras hidráulicas que presento se basa en dos criterios básicos: la *finalidad* de las obras hidráulicas y el *tipo de fuente de agua* utilizado. En realidad y como se apreciará, se trata de una tipología ideal dado que con frecuencia las instalaciones hidráulicas tuvieron más de una función y se alimentaron con más de un tipo de agua, pluvial o de manantial, por ejemplo:

- Abasto de agua para uso doméstico y otros servicios cotidianos a la población, de aguas pluviales, perennes superficiales y subterráneas.
- Conducción, control y drenaje de aguas pluviales para evitar inundaciones.
- Conducción y drenaje de aguas de desecho, "negras", de las poblaciones rurales y urbanas.
- Provisión de agua para la irrigación agrícola.
- Control, aprovechamiento y desagüe de zonas lacustres y pantanosas.
- Recreación y ritualidad.

Las fuentes de conocimiento

Así como hay fuentes de agua también las hay de conocimiento, en el sentido de documentos que contienen *información*, convertida por los científicos en *dato*. Para el propósito de esta obra he recurrido a una variedad relativa de fuentes que pueden agruparse en los siguientes cinco conjuntos:

Vestigios materiales de obras hidráulicas prehispánicas, estudiados principalmente por los arqueólogos, que incluyen: canales, zanjas, presas, bordos, estanques, pozos, jagüeyes, cisternas y hoyas, entre otros.

Registros históricos en fuentes de primera mano (primarias), elaboradas durante los siglos XVI y XVII, tanto en escritura pictográfica mesoamericana como en latina o abecedaria; esta última introducida por los europeos a América y muy pronto apropiada por los mesoamericanos para producir nuevos documentos. Por fortuna, algunos de los antiguos "libros pintados" o códices prehispánicos sobrevivieron a la implacable destrucción emprendida





por los eclesiásticos españoles dado su supuesto o real contenido religioso, y contienen información de particular relevancia para conocer la cultura de los mesoamericanos; sin embargo, la mayoría de los códices conservados se elaboraron en la época virreinal temprana en escritura latina o en combinación con la pictográfica. A los códices se suman numerosos manuscritos e impresos de la época novohispana, lo mismo obras de autores indígenas o europeos en forma de crónicas históricas o anales, que documentos de índole administrativa producto de la actividad de gobierno en sus ámbitos civil y eclesiástico (tasaciones, relaciones geográficas, testamentos, reconocimientos de tierras, padrones, cartas anuas, etcétera).

Registros etnográficos de obras y técnicas "tradicionales" en uso en las áreas rurales hasta ahora, cuyo probable origen es prehispánico o bien son similares a las descritas en estudios arqueológicos y fuentes históricas. Estas instalaciones son identificadas y estudiadas por antropólogos, etnólogos, agrónomos, historiadores, arquitectos y urbanistas en el curso de sus recorridos y trabajos de campo, y en muchos casos han permitido interpretar, por analogía, su posible funcionamiento en época mesoamericana.

Documentos visuales, que abarcan una amplia gama de tipos y contenidos, desde códices hasta mapas y planos, grabados, litografías, óleos y fotografías elaborados con fines muy variados en el curso de los últimos cinco siglos.

Terminología referida al agua y sus aprovechamientos en diversos libros y manuscritos en las lenguas indo-mexicanas-centroamericanas, elaborados por evangelizadores y lingüistas. De variada índole, sobresalen aquellos cuyo objeto fue sistematizar las lenguas vernáculas con fines de conversión y de gobierno (vocabularios, confesionarios, artes o gramáticas, *exempla*, sermonarios), así como registrar hechos históricos en forma de anales, historias genealógicas, *altepeámatl* ("papeles de las tierras", en náhuatl), testamentos, *huehue tlahtolli* ("palabra de los antiguos", en náhuatl), tratados sobre la historia y costumbres de las antiguas sociedades tales como los códices *Florentino* y *Badiano*, entre otros muchos.

El agua y sus aprovechamientos en lengua náhuatl. Las estaciones del año y las clases de tierras en Mesoamérica

El potencial de las fuentes lingüísticas para conocer las obras hidráulicas y temas relacionados con el uso del agua es muy grande y queda de manifiesto, por ejemplo, en los registros en la lengua náhuatl o mexicana que nos ofrece el célebre *Vocabulario en lengua mexicana y castellana, y castellana y mexicana*, de



fray Alonso de Molina, publicado en la ciudad de México en 1576. Dicha fuente, en particular, fue analizada con este fin por Brigitte Boehm de Lameiras y Armando Pereyra (1974), con lo que quedó manifiesta la potencialidad de esta clase de documentos lingüísticos. Por ejemplo, el sufijo *a* que significa agua (de *atl*), se antepone a sustantivos como *milli*, "heredad" ("milpa", parcela cultivada), y *tlalli*, "tierra", de tal forma que *amilli* es la palabra para "milpa de riego" y *atlalli*, para "tierra de regadío". *Atl* antecede igualmente a verbos como "sembrar algo a mano": *toça nitla*, de lo que resulta *atoca*, "sembrar de riego". Otra manera de expresar la presencia de riego es al indicar que un determinado cultivo es de "tiempo del estío" (es decir, de secas): *tonalcentli*, *tonalchilli* y *tonalelotl*, es decir: maíz, chile y elote del tiempo de secas, respectivamente. Una labor semejante habría que emprender con fuentes de esta clase en otras lenguas autóctonas.

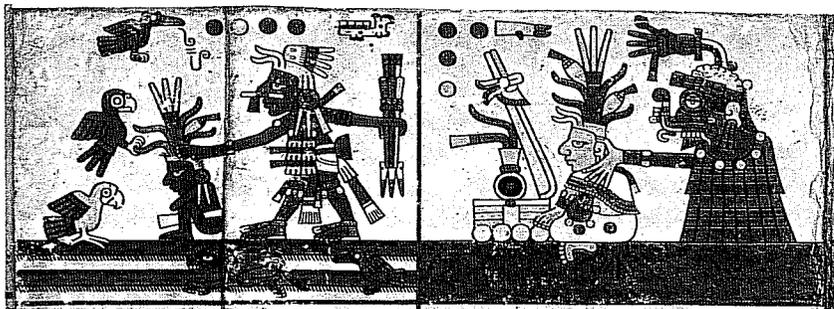
En cuanto a la clasificación de las estaciones del año y las clases de tierras en Mesoamérica, tema muy interesante y casi desconocido por los mexicanos actuales, se tiene que en la lengua náhuatl de los altiplanos centrales el año se dividía en dos estaciones, denominadas: *tonalla* o *tonalco*, la estación de "estío, parte del año", y *xopan*, el "verano", la parte del año en que llueve, tiempo de aguas (Molina, 1970).

Las tierras de cultivo se diferenciaban por su acceso a la humedad en tres: *atlalli*, tierra de riego; *chiyautla*, tierra de humedad, y *xinmilli*, tierra de temporal.

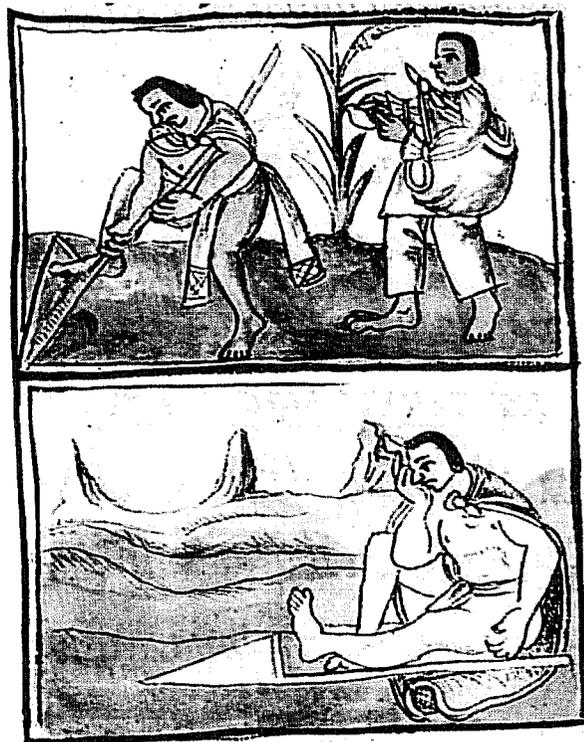
La coexistencia de términos en hidráulica

Al abordar el estudio de las obras hidráulicas y su manejo, tanto del pasado como del presente, se enfrenta un problema semántico muy interesante que consiste en el uso de palabras de orígenes tan diversos como el árabe, griego, latín, inglés, francés, náhuatl, maya y otras lenguas indoamericanas. Esto sin duda nos remite a las diversas historicidades de la tecnología hidráulica en México. En el presente texto se dan los significados y orígenes de las palabras, a partir de las fuentes mismas de donde proceden, o bien, de diccionarios antiguos y modernos como: el de Sebastián de Cobarruvias (1611); *de Autoridades* (1732); *de Mejicanismos*, de Francisco J. Santamaría (1992); *de uso del español*, de María Moliner (1981), y *de la lengua española actual*.





El maíz en dos situaciones contrastantes: sequía y buenas lluvias. *Códice Fejérvary Mayer* (mixteco).



El buen y el mal labrador en el *Códice Florentino*, lib. 10, f. 29r.
Desataca el uso de uno de los tipos de *tictli*: el grande a manera de pala.

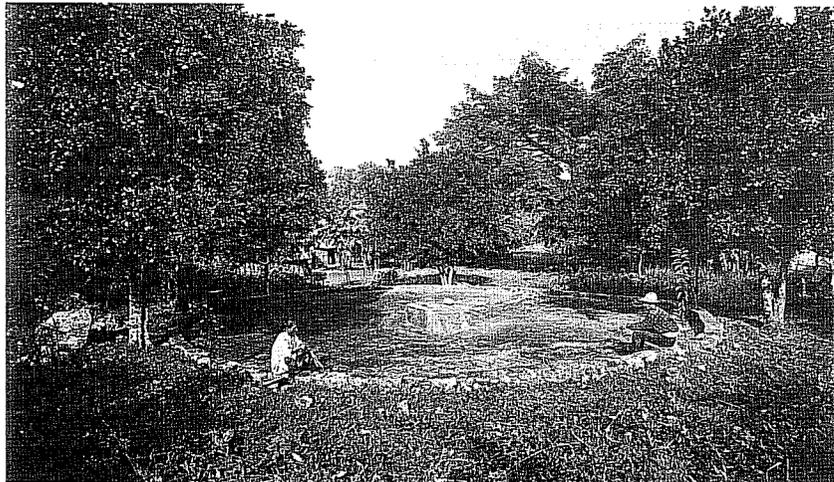
Capítulo 1



LAS OBRAS HIDRÁULICAS PARA USOS DOMÉSTICOS



Parte exterior de un chultún en Chacmultún, Yucatán. Foto: Bernardo García Martínez, 2008.



Parte exterior de un chultún en Yakal Xib, Yucatán. Foto: Teobert Maler, diciembre de 1888 (en Maler, 1997, foto: 268).



Agua de lluvia: captación, conducción, almacenamiento y distribución

La recolección y almacenamiento de agua de lluvia se practicaron en Mesoamérica desde tiempos muy antiguos y se han documentado arqueológicamente en muchos sitios, sea en forma de depósitos subterráneos, o a cielo abierto, así como en recipientes. El agua se captaba mediante canales y zanjas, aprovechando el agua rodada (impluvio en patios y casas, o en el campo, en jagüeyes, con bordos, etcétera), o bien, conduciendo a depósitos la que se precipitaba en los techos de las viviendas y edificios por medio de canoas o canjilones de madera o pencas, canalitos u otros pequeños conductos.

Cisternas en San José Mogote y Tierras Largas, Oaxaca

Algunos de los depósitos subterráneos o cisternas más antiguos de Mesoamérica son los de San José Mogote (1000 a. C., fase San José; Área B, elemento 58 y Área C, elemento 48) y Tierras Largas, Oaxaca. Los arqueólogos consideran que lo más común en aquellos tiempos para proveerse de agua sería usar estas cisternas domésticas. Los antiguos habitantes de San José, además de nivelar la roca madre para hacer terrazas con objeto de fincar sus viviendas, excavaron grandes cisternas en ésta, así como zanjas y canales para conducir allí el agua de lluvia (Flannery y Marcus, 2005:302; Marcus, 2006:233; foto y esquema: 234-235). En Tierras Largas se encontró una zanja de drenaje similar en la roca madre "justo arriba de una casa construida alrededor de 1000-900 a.C." (Flannery 1983:326; Marcus 2006:233).





Los chultunes o cisternas mayas de la península de Yucatán

Otros depósitos subterráneos (cisternas o aljibes), chultunes en lengua maya, fueron excavados por la población prehispánica con objeto de captar y almacenar agua de lluvia para usos domésticos. Se cuentan por miles en la península de Yucatán, básicamente en el norte y sin lugar a dudas "fueron vitales en casi todos los asentamientos prehispánicos" (Zapata, 1982:13), lo mismo en los terrenos kársticos del oriente que en los terrenos secos de la sierra de Ticul o el Puuc. Los depósitos se excavaron en la roca madre, que en la península está relativamente cerca de la superficie y por lo general constan de cinco secciones, si bien existieron diferencias debidas a las condiciones topográficas y geológicas locales: 1) Zona de captación de la lluvia inmediata, área pavimentada con cierta inclinación, de unos 5 metros de diámetro; 2) Zona de captación de lluvia mediata, área aledaña al chultún, que recoge el agua de los techos de las casas y edificios mediante canalitos o canjilones; 3) Boca; 4) Cuello, y 5) Cámara o depósito propiamente dicho, que puede ser en forma de campana, botellón, bóveda o amorfa (Thompson en Marcus, 2006:240). Para Zapata (1982:27, 29):

... un chultún es una construcción asociada a edificios ya sean monumentales o no, que se encuentra a nivel del suelo o bien sobre plataformas o en nivelaciones creadas ex profeso... Tienen sus paredes recubiertas por aplanados de estuco y, cuando menos, un perímetro mínimo, con una inclinación para la captación del agua de lluvia.

Algunos antiguos chultunes siguen en uso hoy en día. Los arqueológicos se encuentran en: Chichén Itzá, Uxmal, Labná, Xcanalcruz, Azulá, Labná, Yakaxiú, Ichpich, Umán, Chacmultún, Kom, Xcanalheleb, Xkichmook, Chuncanab y Sayil; la mayoría localizados en la región de Chichén Itzá y otros en el Puuc.

El estudio de Zapata analiza con gran detalle una muestra de los chultunes existentes en varios de estos sitios, entre ellos cinco de Chichén Itzá (Grupo Sur), ciudad cuyo auge tuvo lugar durante el Clásico y los inicios del Posclásico (900-1200 d. C.), todos con forma de botellón. Allí, los chultunes se encuentran siempre:

... asociados a construcciones monumentales, situados dentro de grandes complejos arquitectónicos, sobre plataformas o en nivelaciones o adosamientos practicados a éstas. En la mayoría de los casos se trataba de un chultún por complejo y, en ocasiones, dos chultunes dentro de una gran plaza, pero siempre asociados a construcciones techadas con bóveda. (Zapata, 1982:110).



Sobre el funcionamiento de los chultunes en Chichán Itzá, la misma autora (Zapata, 1982:110) anota lo siguiente:

El perímetro mínimo de captación siempre presentó una inclinación en el terreno, escurriendo el agua sobre el desnivel creado, hacia la boca del chultún. El perímetro mínimo de captación siempre estuvo delimitado por alineaciones de piedras, formando círculos concéntricos con un diámetro promedio de 130 m... La mayoría de los chultunes carecen de cuello, comenzando inmediatamente el depósito después de la bóveda y creándose de esta manera una formación troncocónica con fondo semicircular. Las cisternas tuvieron una constante en su sistema constructivo; están formadas por dos secciones: la primera está compuesta por un número variable de alineaciones de piedra labrada recubiertas de estuco que forman la silueta del depósito; y la segunda, formada por roca madre hasta el fondo.

Al parecer -continúa Zapata:

... los depósitos... nunca fueron llenados del todo, es decir, hasta la boca. Pensamos que el nivel del agua solamente llegaba hasta el límite de la roca madre. Las filtraciones naturales que se crean entre las piedras, aun recubiertas de estuco, son mayores que en la roca madre.

Esto parece indicar que además del agua de lluvia que se recogía en las cisternas mayas, la que se infiltraba pudo también ser un aporte importante.

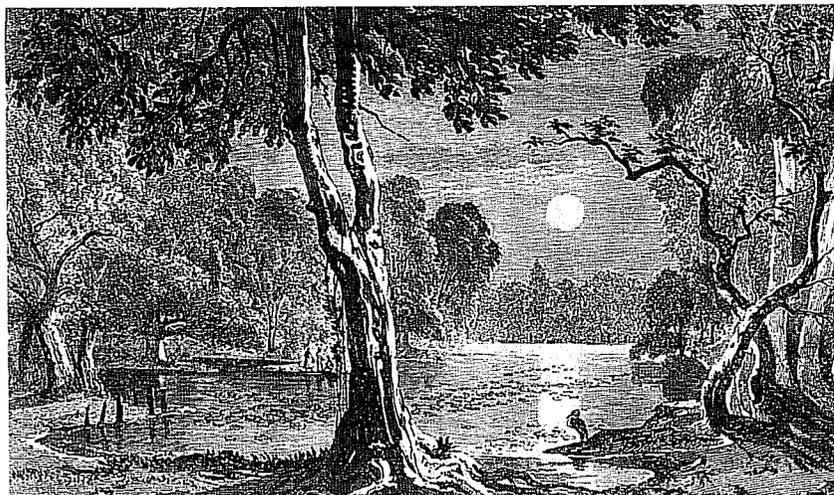
La cámara o cuerpo del depósito presentó una gran diferencia entre las dos regiones.

En el Puuc siempre lo conforma el mismo material... de sascab [caliza arenosa] con aplanados de estuco a manera de impermeabilizante. En cambio, en Chichén Itzá la cámara siempre tuvo la constante de un número determinado de hiladas de piedra labradas, y casi la mitad y toda la base del depósito fue labrado en la roca madre (Zapata, 1982:111).

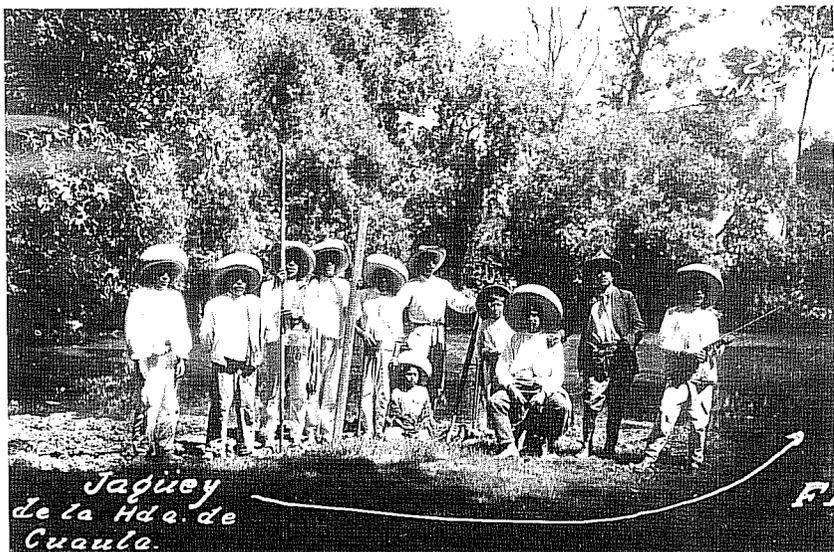
De acuerdo con un observador francés que visitó Uxmal en 1865, "todas estas cisternas se tapan en su origen con el auxilio de una piedra redonda parecida a una piedra de molino..." (Brasseur de Bourbourg, en Zapata, 1982:18).

Además de los chultunes, la ciudad prehispánica de Chichén Itzá, por ejemplo, contó con otras tres fuentes de abastecimiento de agua: rejolladas, aguadas y pozos, las dos últimas artificiales. En realidad las aguadas, como muchos de los jagüeyes, era naturales pero los antiguos las adaptaron, en ocasiones recubriéndolas con estuco y construyendo bordos y accesos; pero igual tenían que limpiarse, desazolverse y mantenerse periódicamente (Zapata, 1982:46, 106).





Aguada en Jalal, según Catherwood, año 1843, en Stephens (1963, t. 1, cap. 13, p. 149).



Jagüey de Texmelucan, Puebla, 1932. Archivo Histórico del Agua.

Los jagüeyes o depósitos pluviales a cielo abierto

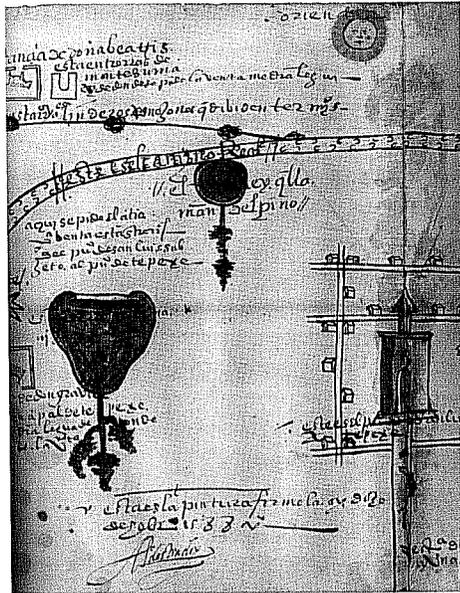
Otro tipo de depósito de agua pluvial, pero esta vez a cielo abierto, es el jagüey, excavado en el terreno para captar y almacenar el líquido destinado al consumo humano. Estos receptáculos se hacen en terrenos cercanos a cerros y lomeríos, o en áreas habitadas a las que concurren o se canalizan las pequeñas corrientes pluviales y los escurrimientos de las laderas de los cerros y de los techos de las construcciones aledañas, respectivamente. En muchas ocasiones los jagüeyes se hicieron en ciertas depresiones naturales u hoyas, dándoles la forma deseada según la topografía del terreno y, en ocasiones, aprovechando la existencia de algún manantial. La mayoría de los jagüeyes actuales son de tierra, pero al parecer en el pasado prehispánico los hubo con paredes recubiertas de piedra y argamasa (cal, arena y agua). En las cartas topográficas actuales se les identifica como jagüeyes o "bordos", dado que a veces cuentan con un bordo de tierra (Galindo, 2007).

Los jagüeyes proporcionaron el agua necesaria para el consumo doméstico en regiones carentes de otras fuentes de abastecimiento o que las complementaron con ésta durante el estiaje. El agua se acarrea del jagüey a las casas en recipientes y luego se guarda en diversos depósitos (pilas, pilancones, grandes ollas o tinajas enterradas o no, etcétera).

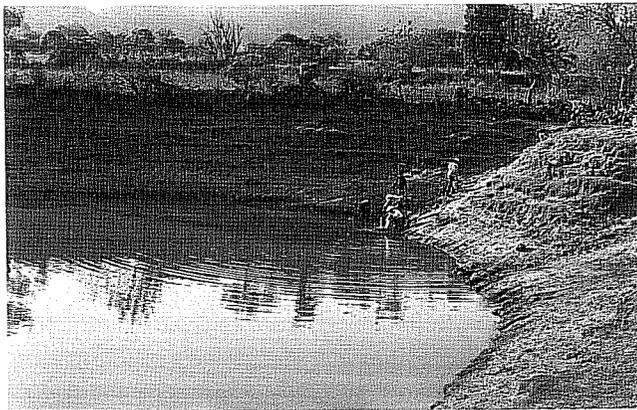
La palabra "jagüey", según una versión contenida en el *Diccionario de Mejicanismos* de Santamaría, es maya, pero según otra es tahina (Cuba, Antillas), y fue empleada desde los primeros años de la Colonia por los españoles para describir los depósitos pluviales a cielo abierto que encontraron en diversas regiones del centro y sur de la Nueva España. En náhuatl, el jagüey es *atecochtli* o bien *atatactli* (de *tecochtli*, "sepultura, fosa, hoyo, cavidad, barranca" y *tataca* "rascar, cavar la tierra"). Un paraje con jagüeyes cercano a Tlayacapan, Morelos, por ejemplo, se llama precisamente "Los Atatacos" (información de campo de la autora).

Al igual que los chultunes, los jagüeyes pueden ser catalogados por su tamaño como obras hidráulicas de pequeña a mediana escala, por lo general de alcance local o que a lo sumo comparten varios poblados. Se encuentran en zonas con escasa precipitación pluvial que carecen de ríos o arroyos superficiales perennes, cuya agua subterránea está a gran profundidad y, por ende, difícil de alcanzar mediante la excavación de pozos en las condiciones tecnológicas prehispánicas preindustriales.

En lo que toca a la organización social para el funcionamiento del jagüey, Galindo (2007:11) expone, para la época actual, que:



Mapa colonial: "El jagüey que llaman del Pino". San Luis, Tepexe (Hidalgo). Archivo General de la Nación, *Tierras*, vol. 2729, exp. 10, f. 166. Cat. 1907.



Jagüey de Tlayacapan, Morelos. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 1967.



... en algunos casos la zona de captación de la escorrentía rebasa los límites territoriales de dos o más comunidades, por lo tanto, puede ser posible que la captación, conducción u almacenamiento... estén sujetos a la existencia de acuerdos entre comunidades, o entre comunidades y particulares para permitir la libre conducción de ésta hacia los jagüeyes.

La distribución geográfica de estas obras hidráulicas durante el periodo prehispánico no se conoce, pero la información recabada hasta ahora apunta a que los jagüeyes se utilizaron en la mayoría de las zonas áridas y semiáridas del centro y sur del país con las características antes anotadas. Entre los varios estudios sobre su funcionamiento actual retomo los de Galindo (2007) sobre la región de Apan, Hidalgo, y de Guzmán y Palerm (2005) sobre los Altos centrales de Morelos. Las dos últimas localizaron veinte jagüeyes con forma circular u ovalada, con una profundidad de entre 5 y 10 metros, y diámetros de 7 a 96 metros, la mayoría en proceso de abandono. Ambos trabajos permiten conocer con detalle la organización social, sus características técnicas y elementos asociados, tal como los canales para conducir el agua de lluvia, así como la organización del trabajo para su mantenimiento, principalmente el desazolve, y la división de usos. Por ejemplo, en los Altos de Morelos algunos de los jagüeyes eran para lavar ropa, otros para uso de los animales y otros para consumo humano; cada uno contaba con un encargado que vigilaba su uso y anualmente organizaba el trabajo de limpieza mediante faenas colectivas con la participación de los usuarios del pueblo o pueblos beneficiados, realizada antes del tiempo de aguas. En otro orden de ideas, en Tlalhepantla, Morelos, se dice para tiempos pasados:

... que los que construían los reservorios no podían ser gente ordinaria, sino *saudinos* o personas que se entienden con el clima (graniceros, aureros o trabajadores temporales) [según Bonfil, 1968:99-128] y pueden comprender cómo hacer el embalse a la vez que cuidarlo y dejarle sus guardados (*ofrendas*) y secretos para que funcionen a lo largo del tiempo (Guzmán y Palerm, 2007:24).

Los depósitos pluviales de Tzicoac-Cacahuatenco, Huasteca meridional, Veracruz

Un tipo de depósito de agua de lluvia a cielo abierto, muy elaborado, cuyos restos arqueológicos pude conocer directamente, se localiza en el interior del sitio monumental de la Mesa de Cacahuatenco, Huasteca meridional, Veracruz. El hallazgo reciente por el arqueólogo Lorenzo Ochoa (a quien debo parte de



Enorme depósito pluvial rectangular con recubrimiento de basalto, Cacahuatenco, Veracruz.
Fotos: Teresa Rojas Rabiela, 2006.



Depósito pluvial semicircular con recubrimiento de basalto. Cacahuatenco, Veracruz.
Fotos: Teresa Rojas Rabiela, 2006.



la presente descripción), es de mucho interés dado su origen prehispánico y a que ilustra el tipo de obra hidráulica requerida para captar y almacenar agua de lluvia para usos domésticos con la finalidad de enfrentar la escasez durante el estiaje, de especial severidad en la región.

Cacahuatenco es un sitio huasteco del Periodo Posclásico identificado como el Tzicoac registrado en el *Código Mendocino*, el gran mercado del sur de la Huasteca, conquistado y convertido por los mexica en tributario de la Triple Alianza. Ubicado en una mesa con una protección natural, Tzicoac fue un enclave que fungió como "puerto de intercambio", en términos del concepto de Karl Polany.

De los tres depósitos de agua que reconocimos en el sitio de Cacahuatenco, dos están en buen estado y se encuentran perfectamente contruidos, al punto de que aún contienen agua. Uno es rectangular y el otro circular.

El primero es un estanque cuyas cuatro paredes están forradas con fragmentos de basalto columnar de diferentes tamaños, arreglados no en posición vertical como se esperaría, sino en trozos, a manera de clavos, lo que le da la solidez necesaria para evitar el derrumbe de las paredes; mide 37 por 15 metros. El segundo depósito, ya no perfectamente circular por el paso de los siglos y el aprovechamiento del estanque hasta nuestros días que provocaron en parte la pérdida de sus paredes, tiene el mismo sistema de construcción. Mide, en su parte más ancha, 15.50 por 11.50 metros.

El tercer depósito tiene el mismo sistema de construcción, pero está totalmente azolvado; mide 20 por 10 metros, con la salvedad de que corresponden a lo que se tiene en la superficie. Cabe añadir que la veta del basalto columnar utilizado en estas obras hidráulicas se encuentra a una distancia aproximada de dos kilómetros.

Los depósitos pluviales domésticos

A nivel de las viviendas, el agua de lluvia se almacenó en una relativa variedad de distintos depósitos: en cisternas subterráneas (como las de San José Mogote y, Oaxaca); en recipientes de barro de diversas capacidades, enterradas o no (cántaros, tinajas y ollas), y en instalaciones como pilas, piletas y pilancones. Los hubo de barro, cal y canto; labrados en piedra, excavados en el suelo, recubiertos o no con piedra o argamasa y estuco, etcétera. Es posible que las formaciones o pozos troncocónicos, en lenguaje arqueológico, hayan servido para almacenar agua en las casas, como podrían ser, entre otros muchos ejemplos, los de las unidades habitacionales de Tlatilco o Monte Albán, estas últimas situadas en



las terrazas construidas en las faldas del cerro en cuya cumbre se encuentran las estructuras monumentales.

Manantiales: captación, conducción y distribución para uso doméstico

Así como hubo poblaciones que únicamente tuvieron acceso al agua de lluvia para abastecerse, otras pudieron surtirse de fuentes y manantiales permanentes a través de diversos tipos de conducciones. De acuerdo con Doolittle (1990), la construcción de acueductos en el México antiguo pasó por las siguientes tres etapas: 1) acueductos de tierra, bajos y cortos (como el de Loma la Coyotera, Oaxaca); 2) acueductos hechos de troncos y varas entretejidas, con piedras, tierra y céspedes, que servían para rellenar y atravesar algunos barrancos, y 3) acueductos sobre taludes hechos de cal y canto, y estucados.

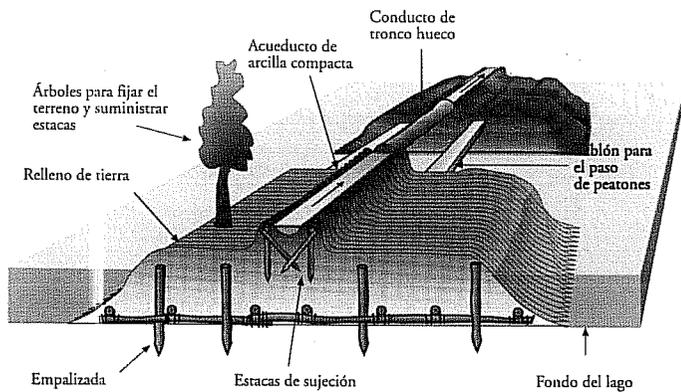
Los tres acueductos prehispánicos mejor conocidos por las fuentes históricas y parcialmente por la arqueología son del Posclásico, de la cuenca de México, y corresponden al tercer tipo: Chapultepec, Acuecuexco (Coyoacan) y Tetzcotzinco (Acolhuacan). Los dos primeros se destinaron a abastecer de agua doméstica a la gran urbe insular de Tenochtitlan, mientras que el tercero, conocido popularmente como "baños de Nezahualcóyotl", tuvo fines combinados (irrigación, recreación y agua "potable"), y es el único cuyos restos se conservan en buen estado hasta la fecha.

Acueducto de Chapultepec

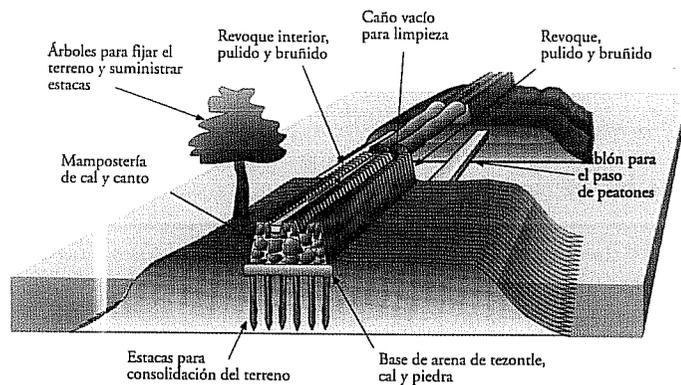
Este acueducto fue descrito con gran detalle por los primeros conquistadores y por cronistas posteriores, además de que diversos arqueólogos han excavado secciones del mismo, y por ello resulta un excelente ejemplo para adentrarnos en el funcionamiento y características de este tipo de acueductos monumentales.

Tenochtitlan se fundó en el año 2 *calli*-casa (1325 d. C.), pero no fue sino hasta que gobernó Moctezuma Ilhuicamina (1440-1469) cuando el canal de tierra que conducía el agua de los manantiales de Chapultepec se transformó en el acueducto con doble canal que los europeos conocieron, y cuya concepción y ejecución se atribuye a Nezahualcóyotl, Señor de Texcoco, entonces refugiado en esa ciudad mexicana. La obra se consigna cuando menos en dos fuentes escritas en náhuatl (*Anales de Chalco Amaquemecan de Chimalpahin* y *Anales de Cuauhtitlan*), y en un código (*Codex Mexicanus*). Según Chimalpahin, la obra





Representación esquemática del primer acueducto de Tenochtitlán de un sólo canal o ducto.



El nuevo acueducto de Tenochtitlán, con dos canales.

Dos etapas constructivas del acueducto de Chapultepec. En la parte superior el más antiguo con un solo caño y en la inferior el más tardío, conocido por los españoles al arribar a la cuenca de México. Esquema en *Arqueología Mexicana*.

se inició en 1454 (1 *tochtli*-conejo) y concluyó más de una década después, en 1466 (13 *tochtli*): "... los tetzucas habían sido los contratistas bajo la orden de Nezahualcoyotzin". (Chimalpahin, 1965:201 y 206; Séptima Relación). El *Codex Mexicanus* registra en el mismo 13 *tochtli* a Nezahualcōyotl con un *uictli* (coa de hoja) en la mano dirigiendo las obras (Lám. 68). La versión de los *Anales de Cuauhtitlan* es de interés especial porque relaciona el comienzo del *coatequitl* (trabajo forzoso en obra pública) en Tenochtitlan con la obra del acueducto, en el año anterior (12 *calli*):

En el mismo año se comenzó por vez primera la obra pública en Tenochtitlan México. Empezó para levantar el acueducto de Chapultepec, que entra en Tenochtitlan. El que gobernaba y fungía como tlahtoani en Tenochtitlan era Moteucumatzin el viejo y el que tuvo a su cargo el acueducto fue Nezahualcoyotzin, tlahtoani de Texcoco (*Anales de Cuauhtitlan*, 1975:53; trad. de Luis Reyes para la autora).

Por la misma fecha en que el nuevo acueducto se construyó -nos dice el arqueólogo Felipe Solís (2002:37)-, Chapultepec se convirtió en un sitio ritual de acceso restringido, en donde se hicieron santuarios excavados en la roca. El agua del manantial se almacenaba en albercas o depósitos y de allí se conducía al acueducto, así como a otros en el interior del sitio.

El conquistador Hernán Cortés, testigo ocular, lo describió con cierto detalle en su segunda carta de relación que escribió al emperador (20 de octubre de 1520), poniendo énfasis en la existencia de dos caños: uno para conducir agua y otro para darle mantenimiento:

Por la una calzada que a esta gran ciudad entra vienen dos caños de argamasa, tan anchos como dos pasos cada uno, y tan altos como un estado [altura de un hombre], y por el uno de ellos viene un golpe de agua dulce muy buena, del gordor de un cuerpo de hombre, que va a dar al cuerpo de la ciudad, de que se sirven y beben todos. El otro, que va vacío, es para cuando quieren limpiar el otro caño, porque echan por allí el agua en tanto que se limpia; y porque el agua ha de pasar por las puentes a causa de las quebradas por do atraviesa el agua salada, echan la dulce por unas canales tan gruesas como un buey, que son de la longura de las dichas puentes, y así se sirve toda la ciudad. (1978:65).

Y fue este, precisamente, el acueducto que los españoles cortaron durante el asedio a Tenochtitlan: "Otro día... acordaron... de ir a quitar el agua dulce que por caños entraba a la ciudad de Temextitlan;... y cortó y quebró los caños, que eran de madera y de cal y canto..." (Cortés, 1978:131-132, Tercera carta, 15 de mayo de 1522).

La distribución del agua del acueducto se hacía por medio de aguadores que la conducían en canoas, descrita así por el propio Cortés en 1520:



Traen a vender el agua por canoas por todas las calles, y la manera de cómo la toman del caño es que llegan las canoas debajo de las puentes, por do están las canales, y de allí hay hombres en lo alto que hinchén las canoas, y les pagan por ello su trabajo (Cortés 1978:65-66).

Acueducto del Acuecuéxcatl

La historia de este acueducto se vincula con otro *tlahtoani* mexica, Ahuizotl, quien gobernó Tenochtitlan de 1486 a 1502, y si bien el intento fue fallido pues la conducción provocó una grave inundación de la ciudad, la reseña de la obra hecha por varios autores aporta valiosa información, empezando por el motivo que la originó a partir de los manantiales de Acuecuexco, cuya agua "era mucha", según Tzutzumatzin, señor de Coyoacan, en cuya jurisdicción se encontraban (Durán, 1967, t. II: 370), seguida por la organización laboral para realizarla, la existencia de buzos entrenados para abrir y cerrar manantiales, y los rituales ejecutados durante la construcción y ante el fracaso. El episodio tuvo cuatro fases básicas: conducción propiamente dicha; clausura de los ojos de agua; medidas para salvaguardar a los habitantes de la ciudad por la inundación, y reconstrucción urbana a que dio lugar el desastre.

De mucho interés para el tema de las obras de control hidráulico en la cuenca de México resulta saber que la causa primaria de la conducción fue la escasez de agua que afectaba a las chinampas y canales de la región. Fray Diego Durán lo vincula de la siguiente manera:

... viendo el rey Ahuizotl que toda la hermosura de México y su fertilidad consistía en tener la ciudad abundancia de agua, a causa de que los mexicanos habían hecho algunos camellones, cada uno en sus pertenencias y huertos, para gozar de algunas frescuras, en los cuales, por su recreación, sembraban maíz, chía, calabazas y chile, bledos y tomates, rosas de todos géneros que podían, las cuales hermoseaban las pertenencias y la ciudad con su frescura, lo cual, con la falta de agua, se secaban y marchitaban... Para conservación de esta frescura quiso el rey traer el agua de Acuecuexco... (Durán 1967, t. II: 370)

El señor de Coyoacan, sabedor del enorme caudal de los manantiales y el peligro que entrañaba para la ciudad su conducción, trató inútilmente de disuadir a Ahuizotl, y hasta le costó la vida. A su muerte, Ahuizotl ordenó a los señores de Texcoco, Tacuba, Xuchimilco, Chalco y, finalmente, a los de todas las ciudades de las provincias de Tierra Caliente y de Tierra Fría, acudiesen con maestros, buzos, trabajadores y materiales para "hacer presa y caño": una presa de argamasa para elevar el agua y un canal para conducirla hasta Tenochtitlan:



... hicieron a estas fuentes una presa fortísima de argamasa, que, violentando el agua le hicieron subir con mucha fuerza, porque mandaron venir los mejores maestros que en todas las provincias se hallaron, y así acudieron... grandes maestros y buzos que bajaban a los manantiales del agua para limpiarlos y alegrarlos y a cerrar todos los desaguaderos y venas por donde desaguaban... (Durán, 1967, t. II: 373).

Cada región acudió con materiales específicos: los de Texcoco con piedra pesada y liviana, los tepanecas con piedra pesada, los de Chalco con morillos y estacas de madera para el cimientado y con arena de tezontle, los xochimilcas "con instrumentos para sacar céspedes y con muchas canoas de tierra para cegar el agua", los de "Tierra caliente" con "innumerables cargas de cal", los otomíes (Xilotepec y Cuauhtlalpa), probablemente con piedra (no se especifica). El trabajo, al igual que la aportación de materiales, se dividió por provincias y cada provincia por pueblos:

... desde la fuente de Acuecuexco hasta la entrada de México estaban todas las provincias y pueblos repartidos a trechos en sus tareas, cada uno en las brazas que le cabían, trabajando con mucha vocería y contento... andaba en esta obra, gente como hormigas en hormiguero, que no tienen número (Durán, 1967, t. II: 373).

Así, cada una de las tareas o "tequios", en este caso correspondientes a segmentos de la obra, estuvieron a cargo de un grupo laboral, identificado con alguna de las "provincias" y alguno de los "pueblos". La duración de esta etapa, según el mismo fraile Durán, fue de "menos de ocho días".

Acabada la insigne obra y seco el edificio, mandó el rey Ahuizotl se soltase el agua y se cerrasen todos los desaguaderos, realizándose diversos rituales y ceremonias en el caño y al paso del agua por cada alcantarilla. Primero por la alcantarilla principal y luego por la que llaman Pahuacan, por donde entraba el agua a la laguna.

Ahuizotl, se dice,

... echó en el lugar donde el agua hacía el golpe que de la canal caía en la acequia, muchas joyas de oro, en figuras de peces y ranas... [Pero] A cabo de pocos días, el agua, con las fuertes y recias presas que a aquellas fuentes se le hicieron, empezó a crecer con tanta abundancia que a cabo de cuarenta días que entraba en la ciudad, el agua de la laguna empezó a crecer y a volver y a entrar por las acequias de México y a anegar algunos de los camellones sembrados (Durán 1967, t. II: 378).

El *Códice Durán* registra visualmente esta conducción y los rituales de acompañamiento: "De cómo el agua entró en México y del gran recibimiento que se le hizo y de cómo se anegó México y huyó la gente de la ciudad" (Lám. 49).





En vista de lo sucedido, Ahuizotl tuvo que tomar cuatro medidas simultáneas, la primera de las cuales consistió en convocar a las ciudades y pueblos cercanos para que construyeran un gran dique o albarrada, hecho "... un cuarto de legua más acá del Peñol, por todos los arrabales de México... para que el agua que entrase a la laguna no pudiese tornar a rebosar hacia México. Y así, convocadas las ciudades y pueblos cercanos, se hizo la albarrada un cuarto de legua más acá del Peñol, por todos los arrabales de México." (Durán, 1967, t. II: 378.) Es decir, un dique similar al albarradón "de la laguna", de forma semicircular, que se reconstruyó en 1556, conocido como de San Lázaro (véase Rojas Rabiela, 1981; Durán, 1967, t. II: 378).

La segunda medida fue ordenar a 15 buzos expertos que cerraran el ojo de agua (y al lograrlo los recompensó con diez cargas de mantas y otras riquezas y con esclavos). Los buzos vinieron de Cuitláhuac, Xochimilco, Tlacoachcalco "que ahora es Chalco", Atenco y Ayotzinco (Alvarado Tezozómoc, 1944:386-388).

Lo tercero fue mandar que las provincias de Chalco, Texcoco, Tacuba, Xochimilco y Tierra Caliente llevaran a la ciudad como tributo el mayor número posible de canoas y balsas que les fuera posible labrar, mismas que procedió a repartir entre los habitantes de Tenochtitlan, lo mismo a señores que a gente común (Durán 1967, t. I: 391-392). En otra versión un poco diferente y más precisa de lo ocurrido, se afirma que Ahuizotl impuso a Acuilhuacan, Chalco, Xochimilco y Coyoacan la obligación de llevar ocho mil canoas cada uno hasta reunir un total de 32 mil (Alvarado Tezozómoc, 1944: 387-388). A los afectados en la ciudad les pidió que echaran céspedes (fragmentos de vegetación acuática o de tierra con vegetación adherida) junto a sus casas y les repartió ropa proveniente de los tributos reales; también hizo traer por vía de tributación, de lugares cercanos, ochocientos mil cargas de maíz, tomate, y chile, y animales diversos.

Por último, mandó que la gente "de toda la redondez de la tierra" acudiera a la reedificación de la ciudad anegada (Durán, 1967, t. II: 394-395; Alvarado Tezozómoc, 1944:388). Para la magna empresa, lo primero fue cegar el agua con céspedes, tierra y estacas que todos los convocados aportaron, pero muchos de los viejos edificios quedaron arruinados. Lo que siguió ya nos conduce a otra historia.

Aguas subterráneas: extracción de agua de pozos

Pozos verticales

En la época prehispánica, la perforación de pozos verticales para "alumbrar aguas" fue un procedimiento común para surtir a las poblaciones y en



ocasiones, irrigar. Sin embargo, se conoce bien poco lo relativo a la profundidad, los tipos de brocales, de recubrimientos interiores, de técnicas e instrumentos para excavarlos y limpiarlos, de métodos y recipientes para extraer el líquido, entre otros temas; tampoco existe una recopilación sistemática de registros arqueológicos e históricos de este importante elemento, ni un mapa de su distribución.

Los arqueólogos han localizado y fechado algunos pozos prehispánicos, uno de los más antiguos tiene 4.7 metros de profundidad y fue identificado por James Neely en San Marcos Necoxtla, Puebla, fechado nada menos que en 7900 a. C. (Marcus, 2006:236).

Otros pozos aún sin fechar, fueron localizados en la Mesa de Metlaltoyuca, en la Huasteca meridional, Veracruz, por Lorenzo Ochoa, que tuvo oportunidad de conocer directamente. Uno de ellos, muy bien conservado, es de forma rectangular, con paredes perfectamente forradas con lajas y cuenta con una escalera de acceso hecha con el mismo material y que llega hasta el espejo de agua, situado actualmente a unos tres metros de profundidad (falta medición exacta). En la vecina Mesa de Cacahuatenco, los pobladores de las actuales rancherías dispersas cercanas al sitio arqueológico se surten de agua de pozos circulares, con paredes forradas de piedra y brocal de lajas, encima del cual se coloca una simple estructura de troncos encimados a manera de huacal para proteger las orillas. Más adelante examino el uso de pozos para irrigar.

En las tierras bajas mayas se han localizado varios pozos con una profundidad mayor a los 13 metros en el sitio de Dzibilnocac, a unos cincuenta kilómetros de Edzná. En Edzná, donde el agua está mucho más profunda, a veinte metros, sólo se han localizado "aguadas" que se supone habrían proveído de agua a la ciudad maya (Marcus, 2006:237).

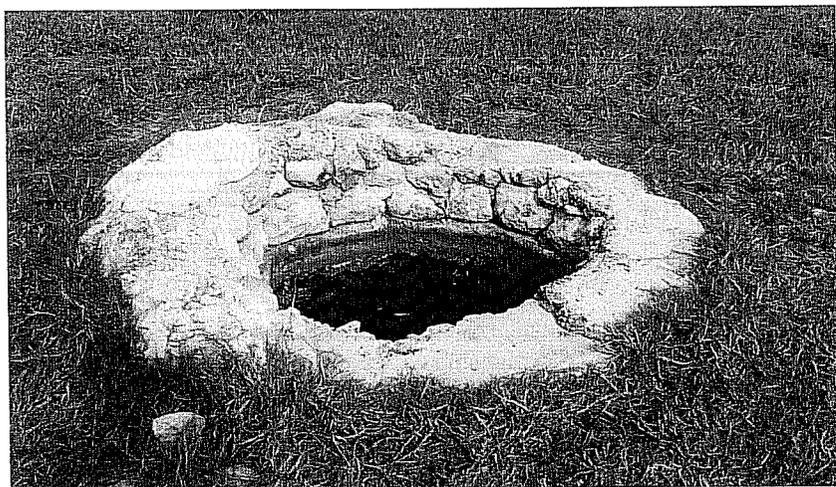
Pozos mayas

Los antiguos mayas peninsulares se abastecieron de agua no sólo de los chultunes-cisternas ya descritos, sino de agua de pozos y otras perforaciones hechas en la roca calcárea que cubre gran parte de su territorio, hasta alcanzar los ríos y los estanques que se forman en algunas oquedades subterráneas, para a través de ellas, probablemente, introducir cántaros o cestillas, o bien, colocando escaleras de madera por donde descender hasta el agua para allí cargar los recipientes. En otras ocasiones, los hoyos se forman naturalmente al derrumbarse una parte del suelo y quedar al descubierto el estanque subterráneo.





Pozo para abastecimiento familiar: Acayucan, Veracruz, 1905. Foto: C. B. Waite.



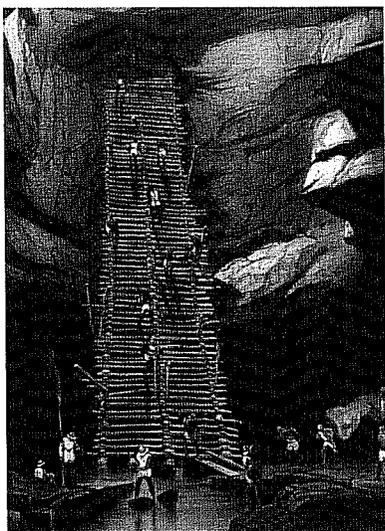
Pozo prehispánico en la ciudad maya de Ek Balam, Yucatán.
Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2003.



Rituales durante la conducción del manantial Acuecuexcatl, según el Atlas de Durán (1990).



Pozo con paredes recubiertas y con una escalera de acceso hechas de piedra careada, localizado por Ochoa en Tzicoac-Cacahuatenco, Veracruz. Foto: Lorenzo Ochoa, 2006.



Pozo de Bolonchén. Litografía a color de Catherwood, 1843 (1978).



El mismo pozo en la actualidad.
Foto: José Peguero, 2007.



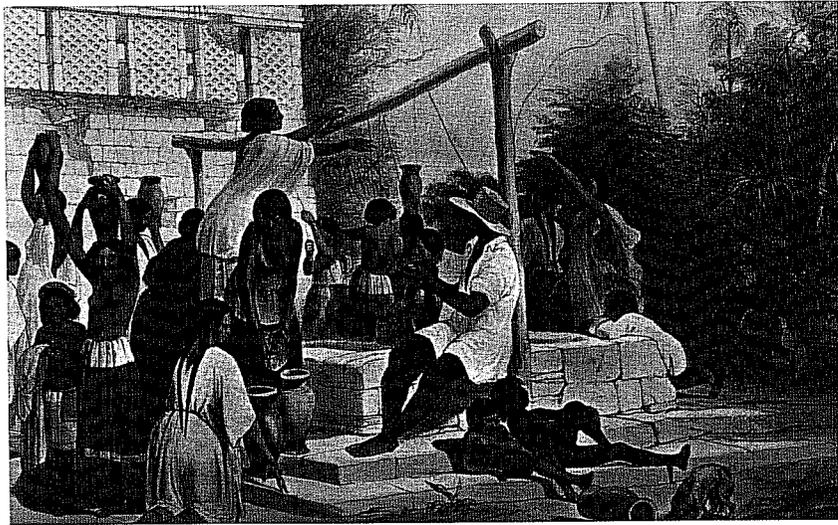
Gracias a algunas litografías del siglo XIX que ilustran la obra de John S. Stephens sobre sus expediciones arqueológicas por Centroamérica, Yucatán y Chiapas, debidas al artista Frederick Catherwood, conocemos algunas de esas otras fuentes de abastecimiento de agua. La primera registra una escena observada a su paso por el rancho de Sabaché hacia 1844, situado en el camino real entre Ticul y Bolonchén, cuyo texto nos entera de los detalles de la curiosa forma en que las mujeres mayas sacan agua de un pozo.

Vemos así que junto a éste hay un edificio prehispánico, que el pozo tiene un brocal y dos escalones de piedra careada, que los tres cestos utilizados por las mujeres para extraer y vaciar el agua son de fibras duras fuertemente tejidas (hechas de corteza, dice el texto), que los cántaros de barro no tienen asas, que éstos son cargados en la cabeza con el cestillo como rodete y que los cestos se echan al pozo con ayuda de un cordel que se coloca sobre el travesaño de una estructura de madera. El texto indica que el pozo fue construido por el propietario del rancho poco tiempo antes:

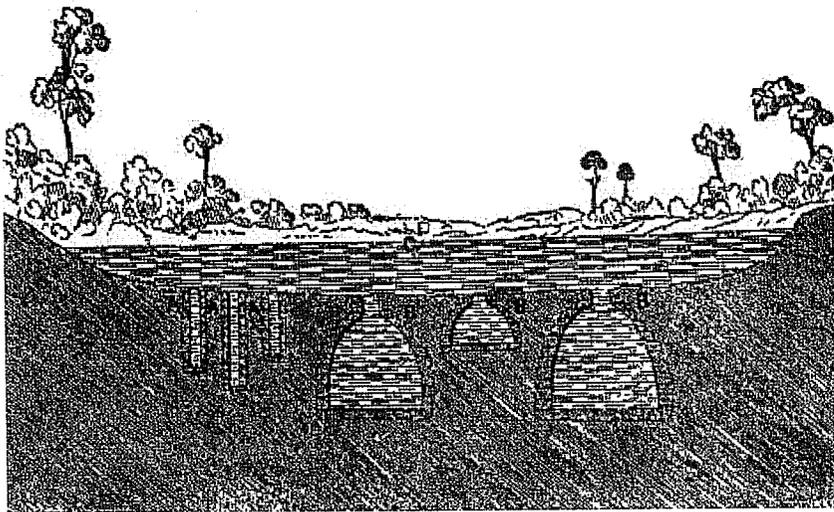
El Rancho de Sabaché se ubica sobre el camino Real de Ticul a Bolonché. Está habitado sólo por indios y se distingue porque tiene un pozo que fue construido por el propietario del Rancho. Tiempo antes los moradores dependían, en su totalidad, del pozo en Tabi a 10 km de distancia. Aparte de su valor utilitario, este pozo presentó para nosotros un curioso y vivido espectáculo: un grupo de mujeres lo rodeaba. No tenía cuerda ni dispositivo fijos de ninguna clase para sacar el agua; pero a través de su brocal pasaba una vigueta que descansaba sobre dos postes en hornilla y sobre ella las mujeres hacían descender y luego izaba pequeños pozales de corteza de árbol. Cada acarreadora traía consigo y se llevaba de regreso su propia cubeta y su cordel, este último adujado y puesto sobre la cabeza con el cabo colgando hacia atrás como formando al descuido una suerte de tocado. La construcción que aparece al fondo queda en las afueras del Rancho, poco más allá de las chozas de los indios. La encontramos cubierta de vegetación y nos pareció bellamente pintoresca... El pozo de Sabaché no se encuentra cerca del edificio, sino a cierta distancia (Catherwood, 1978, Lám. XVIII. "Pozo y edificio en Sabaché").

Un segundo testimonio tanto gráfico como escrito en la obra de Stephens, de 1843, nos permite conocer la existencia de una "aguada" en las cercanías de las ruinas, en el rancho de Jalal, Yucatán, en cuyo fondo los expedicionarios descubrieron varios pozos y chultunes hechos con el propósito de recolectar el agua que se filtraba, de los cuales reconocieron hasta cuarenta. Uno de los antiguos pozos, con "forma y construcción singular", fue descrito y acompañado con un dibujo muy valioso porque en él aparecen la aguada, los pozos y los chultunes, con el importante añadido de la forma en que funcionaba cada tipo de elemento:

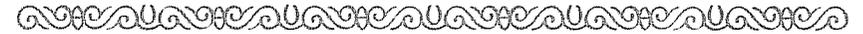
It had a square platform at the top, and beneath was a round well, faced with smooth stones, from twenty to twenty-five feet deep. Below this was another square platform, and under



Mujeres en la tarea de extraer agua de un pozo con ayuda de un lazo y de cestillas hechas de fibra que luego vacían en cántaros de barro.
Sabaché, Yucatán, hacia 1844, según Catherwood, 1978, litografía. Lám. XVIII.



Aguada, chultunes y pozos, en un esquema de Catherwood, 1843,
en Stephens, 1963.



the latter another well of less diameter, and about the same depth. The discovery of this well induced farther excavations, which, as the whole country was interested in the matter, were prosecuted until upward of forty wells were discovered, differing in their character and construction, and some idea of which may be formed from Figure 9. They were cleared out, and the whole repaired, since which it furnishes a supply during the greater part of the dry season, and when this fails the wells appear, and continue the supply until the rains come in again (Stephens, 1963, Vol. 2: 148-150; figs.:149-150).



Capítulo 2



OBRAS HIDRÁULICAS PARA LA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA



Si bien es cierto que el agua de lluvia fue durante milenios la fuente primordial que alimentó los cultivos desde los comienzos de la domesticación de plantas en el área cultural mexicana-centroamericana, hace unos diez mil años, ello no impidió que esa "agricultura de temporal" (posible de practicar con hasta 600-700 milímetros como promedio anual de precipitación), se combinara desde tiempos muy antiguos también, con alguna forma de irrigación. Con el tiempo, el riego en el área fue adquiriendo cada vez más importancia y por eso los restos de sus obras se convierten, en forma similar a la de las plantas domesticadas en Mesoamérica, evidencia del desarrollo tecnológico alcanzado por las antiguas civilizaciones mesoamericanas.

En Mesoamérica el riego cumplió dos fines básicos: 1) incrementar los rendimientos tanto de las plantas cultivadas (productividad agrícola) como del trabajo humano (productividad del trabajo, es decir, las horas-hombre invertidas por superficie cultivada) y, 2) servir como instrumento para ampliar la "frontera agrícola", dado que permitió colonizar tierras cada vez más altas o más bajas, más áridas y/o con lluvia errática, insuficiente o sujetas a heladas y granizadas, dando así lugar al cultivo continuo y al policultivo. Esto sin mencionar que con las obras hidráulicas fue posible aprovechar los enormes depósitos de agua que son los humedales existentes en diversas regiones del área, al abrirse zanjas para controlar los flujos, permitiendo desecar y cultivar en los terrenos rescatados, construir plataformas artificiales para establecer viviendas, al mismo tiempo que contar con vías de navegación, de gran importancia en culturas sin animales de trabajo como la mesoamericana.

En síntesis, el riego y la canalización de agua pluvial sirvieron para varios propósitos en función de las variadas condiciones ambientales del territorio mesoamericano (Palerm, 1972: 149-212; Sanders y Price, 1968; Wolf, 1967; García Martínez, 2008). Entre las estrategias que se refieren a la agricultura destacan las siguientes:

- Obtener más de una cosecha de plantas al año en el mismo terreno.
- Cultivar plantas que requieren humedad constante como el cacao, algodón, chile, hortalizas y árboles frutales.
- Asegurar la maduración de las cosechas antes del inicio de las heladas en zonas altas, con lluvia veraniega insuficiente, o cuando ésta se retrasa.



- Obtener una cosecha al año en zonas áridas en donde el cultivo de temporal es impracticable debido a la insuficiente precipitación pluvial.
- Producir una cosecha al año en la temporada de secas (con plantas de ciclo corto) en lugares muy húmedos, estacionalmente anegados o sujetos a inundaciones (lagunas temporales por ejemplo) (*recession agriculture* en inglés, Siemens, comunicación personal).

El riego según las fuentes históricas

Las descripciones detalladas de los sistemas de riego en las antiguas fuentes históricas son escasas y cuando existen, por lo general, son escuetas y tan sólo consignan algo como, por ejemplo, que un determinado valle se irrigaba con un río, que un poblado tenía "mucho tierra de regadío", o que junto a él "pasa el río que viene de...", del cual se sacan grandes acequias de agua para regar sus sementeras..."

Respecto a la construcción de las obras propiamente dichas, los registros históricos tampoco abundan y por lo general se refieren a las de gran magnitud de la época imperial mexicana. Uno es la excepción porque aborda las temporadas del año y las tareas que la sociedad tenía que emprender en cada una, entre ellas, las consagradas a las obras hidráulicas. Se lo debemos al franciscano fray Francisco de las Navas, gracias al cual sabemos que el undécimo mes del año solar, que comenzaba alrededor del 18 de septiembre, llamado *Ochpaniztli*, el "mes barredor o de las escobas", se dedicaba, además de a "limpiar los panes y legumbres en las eras" y barrer los templos, a mantener los edificios y a construir obras hidráulicas y otras obras públicas:

...barrian y limpiaban todos los caminos y vías y sendas, para el bien común y ordinario de las repúblicas y aquí entraban los edificios suntuosos que tenían y hacían, porque acudía a estas cosas todo el común por ser el bien universal de todos, con esto sustentaban sus heroicas obras y edificios que no los dejaban caer, como está dicho y hacían puentes y calzadas y otros traían aguas por caños y hacían fuentes y otras muchas obras públicas... ("Calendario Indico de las Indias del Mar Océano y de las partes de este Nuevo Mundo", en Muñoz Camargo, 1981, ff. 167v-171v).

Criterios empleados para clasificar los sistemas de riego prehispánicos

- Tipos de fuentes de agua que los proveen: perennes (manantiales, ríos y arroyos, lagunas, pozos), y estacionales o temporales (arroyos y barrancas, escurrimientos, avenidas o crecientes de ríos permanentes, lagunas).

- Métodos de distribución del agua: por canales, inundación, infiltración o manual.
- Escala o dimensión y alcance: pequeños, menores, relativamente pequeños, locales, mayores, grandes, extensos, regionales, "distrito de riego", "constelación".
- Complejidad del sistema en su conjunto: simples, complejos.
- Durabilidad de las obras e instalaciones: permanentes, efímeras o temporales.
- Manejo de las obras: almacenamiento en tanques (albercas) y presas; distribución en acueductos (canales sobre taludes de argamasa, piedra o madera, y "canoas", canjilones o caños de madera, pencas, carrizos, etc.); conducción en canales y surcos; control y distribución en presas derivadoras para la inundación controlada de las parcelas; irrigación y enlame en bordos y "cajas" de parcelas y en presas derivadoras efímeras; riego manual con pozos y "cajetes"; control de niveles lacustres con diques-albarradones y bordos, y drenaje con zanjas en zonas lacustres, mal drenadas o con alto nivel freático.

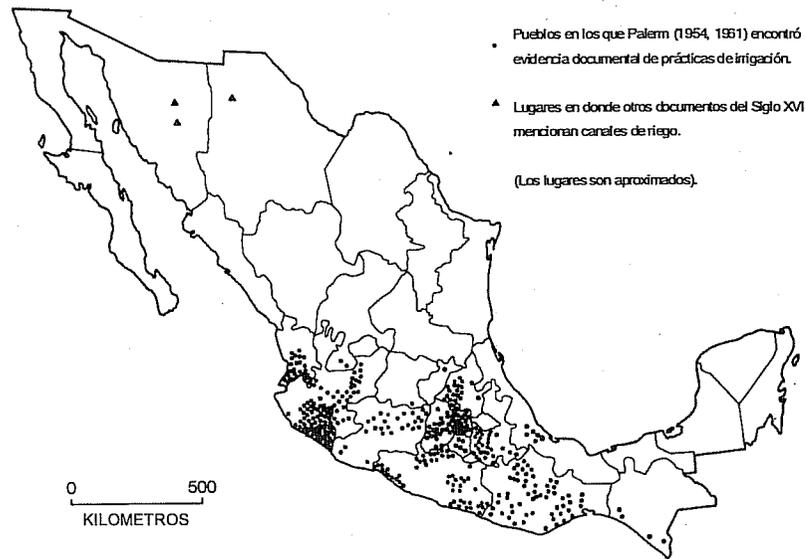
Obras y sistemas de riego

Los sistemas de riego han sido agrupados utilizando diversos criterios, que las más de las veces consideran la naturaleza del agua que emplean y las técnicas de distribución del líquido. La siguiente lista da cuenta de ambos elementos:

- Riego permanente por canales, de agua de manantiales, arroyos y ríos perennes.
- Riego temporal con agua de ríos permanentes.
- Riego temporal por inundación o avenidas, con y sin canales.
- Riego "de auxilio", manual o "a brazo", a partir de pozos, orillas de vegas y lagunas.
- Riego permanente que combina riego manual y por infiltración, como se da en las chinampas y los campos drenados-elevados.
- Riego por otros medios como los depósitos pluviales en cimas, las presas-lagunas y las cajas temporales, y posiblemente las galerías filtrantes.

Distribución geográfica del riego en Mesoamérica

Desde el punto de vista de su distribución y en términos generales, la irrigación en el área mesoamericana puede caracterizarse como *dispersa* y



Distribución del regadío según Palerm, 1972, modificado por Doolittle, 1990.



sus obras como de *pequeña y mediana escala*. Las excepciones son varias, entre las que destacan las de la cuenca de México, con un conjunto de estructuras hidráulicas monumentales que los españoles encontraron en funcionamiento cuando llegaron por primera vez a la región. Pero es un hecho que también existieron obras de grandes dimensiones en otras regiones poco exploradas o aún desconocidas (como el canal y la presa de Teopantecuanitlan, Guerrero) y hasta que otras construcciones conocidas no hayan sido cabalmente interpretadas (como podría ser el caso del *Xicalcolihqui*, en el Tajín).

En todo caso, la predominancia de la pequeña y mediana escala en las instalaciones hidráulicas se explica en parte porque casi todos los grandes ríos de Mesoamérica se localizan en las zonas más húmedas y con altas precipitaciones, donde el riego es por lo general innecesario. En contraparte, las zonas con menos precipitación y humedad, que requieren irrigación para asegurar las cosechas o para intensificar el uso del suelo se localizan allí en donde las fuentes de agua son pequeñas y medianas, básicamente en



la Meseta central y en la vertiente del Pacífico, vinculadas con la presencia de manantiales, ríos y arroyos de caudal constante, originados en deshielos o por efecto de la infiltración en las estribaciones montañosas. Otra fuente de agua permanente provino de pozos verticales, con una amplia dispersión territorial.

El primer estudio panorámico sobre la distribución de los regadíos en Mesoamérica se lo debemos a Ángel Palerm (1954, en 1972), seguido años después por otro de Doolittle (1999:169, basado en el primero). Las fuentes empleadas por el primero fueron básicamente las relaciones geográficas del siglo XVI, la *Suma de visitas de pueblos*, la *Relación* del padre Alonso Ponce, los *Anales de Cuauhtitlan*, la *Memoria* de Lebrón de Quiñónez y las *Cartas de relación* de Hernán Cortés. Con éstas documentó la existencia de 382 puntos con mención de riego prehispánico, diseminados en dieciséis estados del México actual, que resultan de la suma de 292 pueblos con dichas referencias, más las correspondientes a "Las huertas y el regadío" y a "El cultivo de cacao y el regadío".

Palerm observó, con razón, que el área de distribución de la irrigación en Mesoamérica coincide, y no por azar, con la de mayor concentración demográfica, urbana, política y militar del momento previo a la conquista; abarca las siguientes cuencas fluviales y lacustres:

- Cuenca de México.
- Valle de Morelos (ríos Atoyac y otros tributarios del Balsas).
- Valles de Tlaxcala y Puebla (ríos Atoyac y Nexapa).
- Mixteca baja (río Salado).
- Hidalgo (ríos Tula y Grande de Tulancingo).
- Guerrero (ríos Balsas y Tepalcatepec).
- Valle de Oaxaca.
- Cuenca de Pátzcuaro.
- Varios ríos y cuencas en Colima.
- Varios ríos y cuencas en Jalisco.

Sistemas de riego permanentes y temporales

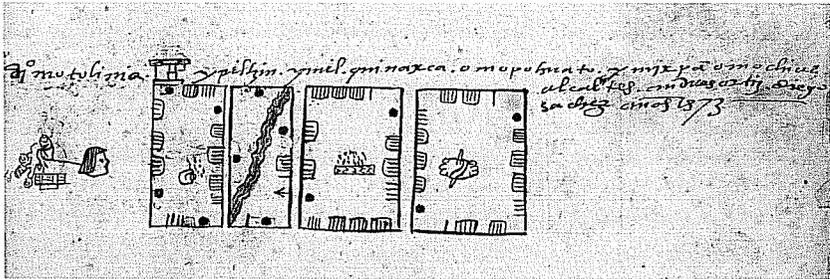
Como es evidente al revisar la lista de tipos de riego que propongo, el concepto que utilizo es amplio y va más allá del que empleaba instalaciones permanentes y con agua todo el año. También tiene que tomarse en cuenta que con frecuencia y, como se verá en los ejemplos, no siempre es posible determinar con precisión



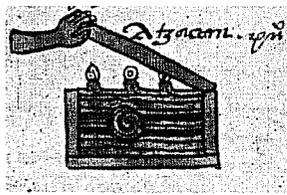
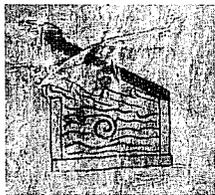


el tipo de sistema de riego del que se trata, sea porque las reconstrucciones arqueológicas no lo establecen, sea porque los textos históricos son escuetos o tan generales que sólo mencionan la existencia de riego, pero sin entrar en detalles.

Así, la irrigación permanente tuvo como base el agua de manantiales, ríos y arroyos de caudal constante captada por lo general con obras medianas y pequeñas, establecidas a partir de manantiales y ríos y arroyos tributarios más que de ríos mayores (aunque no estuvieron ausentes), debido sobre todo a la naturaleza de la intrincada topografía e hidrografía de Mesoamérica. Los caudales de los grandes ríos pocas veces pudieron utilizarse en sistemas de riego continuo por su gran variación estacional (a causa del régimen de lluvias veraniegas) y por su gran desnivel respecto de las vegas y terrenos adyacentes. Algo digno de resaltar es el hecho de que en casi todos los casos conocidos de riego a partir de manantiales y ríos se usaron presas derivadoras temporales



Tierra presuntamente irrigada. *Códice Santa Ma. Asunción*, f. 17r. Cualtepuztitla, milcocoli, detalle.



Los tres glifos de compuertas localizados hasta ahora en códices mesoamericanos: *Matricula de Tributos*, *Códice Mendocino* y *Códice Cozcatzin*.



que permitieron irrigar durante las secas. Estas presas, hoy lo sabemos, constituyen un recurso técnico muy extendido, antiguo y con gran pervivencia hasta el presente.

Las instalaciones básicas para el riego consistieron en *presas*, de las cuales hubo básicamente dos tipos distintos: almacenadoras permanentes y derivadoras efímeras o temporales; *canales* (de tierra, de piedra, de piedra con estuco y de argamasa-calicanto, y quizá también de barro y madera), *acueductos* sobre taludes de tierra para conectar vanos entre barrancas, lomas, montañas y otros accidentes topográficos y, posiblemente, *depósitos secundarios* de menor escala que las presas, con la finalidad de regular el flujo enviado por los canales y elevar el nivel para irrigar mayor cantidad de tierra.

En lo que respecta a la conducción, diversos autores han afirmado que el riego se hacía llegar a los parcelas de cultivo en forma directa desde las fuentes de agua a través de tomas y redes de canales sangrados en los cursos de los ríos permanentes. Sin embargo las evidencias que he reunido indican que por lo general si no es que siempre, el sistema de riego consistía de una serie de represas derivadoras que represaban, elevaban y conducían por bocatomas y canales de tierra el agua por gravedad a las parcelas.

Las formas de los canales desarrollados en Mesoamérica fueron, en orden cronológico y según la reconstrucción de Doolittle, las siguientes: en corte y en forma rectangular (Teopantecuanitlan), trapezoidal (Santa Clara Coatitlan), en U (Tlaxcala) y escalonado (Xoxocotlan). Más tarde apareció la forma de V (Otumba y Tula) (Doolittle, 1990:8, cuadro con la cronología).

La existencia de compuertas es materia de controversia. Por lo general, se admite el uso de formas incipientes de algún tipo de mecanismo para abrir y cerrar el flujo de canales y presas, consistente en meras obstrucciones con tierra y piedras ("echar presa", le llaman hoy en algunas zonas), o bien de compuertas principales y deslizantes (*sluice gates* y *head gates* en inglés, Doolittle, 1990:33).

Mis propias búsquedas en códices y documentos, algunos en náhuatl, así como observaciones en campo, me permiten proponer que al menos uno de los tipos de compuertas antiguas habría sido de tabloncillos a manera de entarimado de madera que se abriría con movimiento giratorio sobre su eje superior. Quizá son las "puentes" que se abrían y cerraban en las calzadas que confluían en Tenochtitlan y otras ciudades lacustres y que fueron descritas por los conquistadores, en especial durante la toma de capital imperial tenochca. En fuentes pictográficas he localizado tres registros, uno en la *Matricula de tributos*, otro idéntico en el *Códice Mendocino* y el tercero algo diferente en el *Códice Cozcatzin*, todos procedentes de la cuenca de México. Por otro lado se tiene un hallazgo en un sitio chinampero abandonado en el tiempo del contacto indo-español, situado en el antiguo vaso de Xochimilco, hecho por el





arqueólogo Raúl Ávila López, que tuvo oportunidad de conocer hace unos años. Los testimonios lingüísticos sobre la acción de abrir y cerrar el agua abundan, como es el caso de la palabra náhuatl *atzaqua*, "atapar o cerrar el agua, para que no se salga", o *atzacqui*, "el que cierra o atapa el agua que corre" (Molina 1977; véase Boehm y Pereyra, 1974).

Ahora, procede abordar los ejemplos que ilustren los sistemas hidráulicos seleccionados para esta obra.

Sistema hidráulico de Teopantecuanitlan, Copalillo, Guerrero

Teopantecuanitlan es un sitio monumental olmeca situado en el norte del estado de Guerrero, poblado desde el año 1400 hasta el 600 a. C. Es notable desde muchos puntos de vista, entre ellos, su antigüedad y pertenencia a la célebre cultura arqueológica olmeca, por lo general identificada con la planicie costera del Golfo de México, pero en concreto para nuestros intereses porque contiene dos obras hidráulicas, una de ellas francamente espectacular: un canal monolítico de piedra que pudo haberse empleado para riego, que además ha podido fecharse gracias a que un tramo quedó sellado por un nivel olmeca posterior. La segunda obra es una cortina de una presa almacenadora que corresponde a la segunda etapa constructiva del sitio (1200-100 a. C.). La relación entre las dos obras está aún sujeta a investigación y esperamos que pronto se pueda resolver. El conjunto monumental, estudiado por Guadalupe Martínez Donjuan, se ubica en un valle árido cercano a la confluencia de los ríos Amacuzac y Mezcala, afluentes del Balsas, que abarca 45 mil metros cuadrados; con altas temperaturas y vegetación semidesértica, se ubica a un lado de un canal natural que recoge una corriente temporal proveniente de una elevación vecina (Doolittle, 1990:41).

El sitio cuenta con tres conjuntos de construcciones, uno de los cuales (el A) contiene el recinto ceremonial que data de 1400 a. C., el canal y la cortina de la presa. El canal, situado a unos trescientos metros al noreste del recinto, está construido con grandes bloques de rocas calizas y estuvo cubierto de lozas (que en algunos tramos se encuentran in situ), tiene unos trescientos metros de largo y termina en el valle, abajo del sitio. Mide en su interior de 70 a 90 centímetros de ancho y de 90 a 150 metros de alto, y era:

... capaz de conducir o almacenar casi un metro cúbico de agua por metro lineal, mientras que su ligera inclinación evitaba el estancamiento o la erosión por la rapidez del flujo de



agua. Se ha especulado que esta obra se encontraba relacionada con una presa, la cual estaba destinada al regadío para impulsar la agricultura intensiva (Martínez Donjuan, 1986:215; 1995:59; 2001:200-201; 1982 y 1986).

La presa:

... se localiza en una garganta formada por cerros que limitan la Unidad A por el oeste. El vaso de la presa está limitado por una cadena de elevaciones, dejando un espacio en el que se construyó una cortina de piedras y tierra. Además del escurrimiento de agua de lluvia de los cerros circundantes, la presa almacenaba agua de manantial. (Martínez, 1986:232).

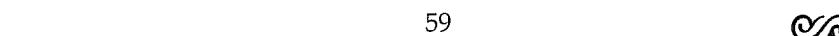
Las dimensiones de la cortina eran treinta metros de largo y tres metros de alto en el centro, con un vaso de veinte por veinte metros, aproximadamente. Doolittle considera que posiblemente fue una presa de "gravedad", dado que "depende de su propio peso para soportar el peso del agua que almacena" (Doolittle, 1990:41).

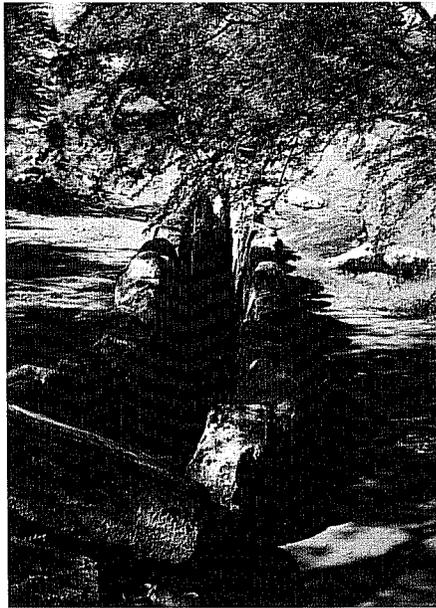
En la presa no se reporta vertedor (de demasías), pero la cortina pudo tener un hueco o lugar más bajo en la parte superior, cerca del punto opuesto a donde empezaba el canal monumental. Éste, en caso de haber servido en efecto para irrigar, habría conducido agua "pasiva", es decir, almacenada.

Sistema hidráulico de Xoxocotlan, Monte Albán, Oaxaca

La evidencia arqueológica más temprana de un canal para conducir agua desde el vaso de una presa para almacenar procede del piedemonte del pueblo de Xoxocotlan, abajo de Monte Albán, Oaxaca. Se trata de una presita de diez metros de alto en el centro y de ochenta metros de largo, con una cortina en forma de V, en cuyo centro parece haber existido una compuerta. El material utilizado es una mezcla de cal y piedra, recubierta con una capa de cal, es decir, se trata de una presa tecnológicamente más compleja que las previas (Doolittle, 1990:52-56; mapa en p. 52).

El canal principal que sale de la presa mide unos dos kilómetros y sigue los contornos del cerro por unos trescientos metros, excavado en la roca madre, para luego continuar e irrigar unas cincuenta hectáreas en esas laderas, hasta desembocar en un arroyo. El canal mismo es de forma escalonada, con un "canal superior" de treinta centímetros de ancho por doce centímetros de profundidad, y un "canal inferior" de ochenta por veinticinco centímetros, rasgo que indica una buena dosis de planeación y habilidades de ingeniería (Doolittle, 1990:53).





Acueducto de Teopantecuanitlan, Guerrero. Fotos: Teresa Rojas Rabiela.

En el caso de esta presa no se hallaron ramales o canales secundarios, por lo que se presume que la compuerta de la presa se abriría cada vez que el agua se necesitaba en los canales, pero no se sabe con certeza cómo entraba el líquido desde éstos a los campos, aunque es probable que se taparan con materiales que simplemente impedirían el paso del agua, al mismo tiempo que la elevaran para que los sobrepasaran e inundara los terrenos adyacentes, que contendrían bordos bajos de piedra para retener el líquido (Doolittle, 1990:54).

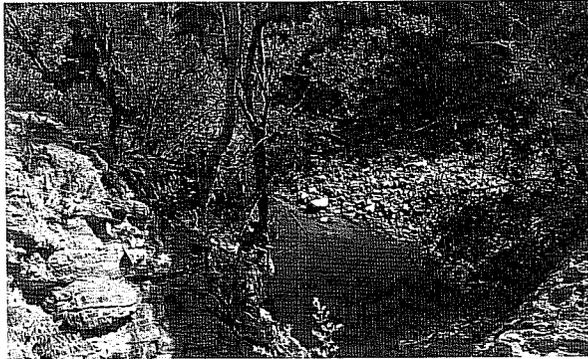
Según Doolittle, las terrazas, una tecnología tanto o más antigua que la irrigación por canales, "parece haber surgido por primera vez junto con la irrigación con canales, en Xoxocotlan". En este caso permitió la inundación controlada (en contraposición a la inundación libre) (Doolittle, 1990:55).

Sistema hidráulico de Santa Clara Coatitlan, Estado de México

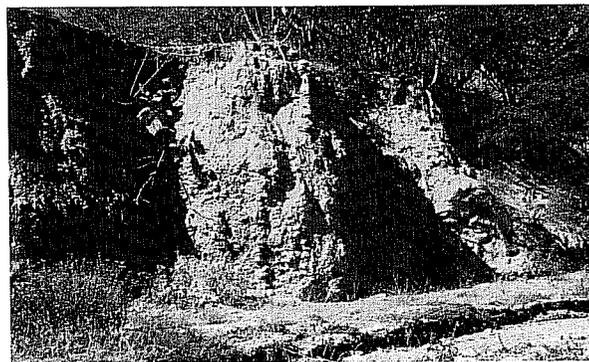
Un ejemplo muy antiguo de un canal de riego es el de Santa Clara Coatitlan, situado en el norte de la cuenca de México, cuyos vestigios han sido fechados hacia el año 900 a. C. Fueron localizados por el equipo de William T. Sanders en 1974 (en Doolittle, 1990:43). Se trata de la canalización artificial de una corriente temporal proveniente de las faldas de la sierra de Guadalupe, con un poco más de dos kilómetros de longitud, un metro de ancho por un metro de profundidad (Nichols, 1982, en Doolittle, 1990:22), al final del cual existen veinticinco canalitos de sesenta centímetros de ancho por cincuenta centímetros de profundidad, que irían directamente a las parcelas. No se han encontrado rastros de ninguna presa y está en discusión si ésta existiría o si la irrigación se haría con tomas directas aprovechando la gravedad. Los usuarios tuvieron que darles constante mantenimiento a los canales debido a la sedimentación que producían las avenidas e, inclusive, hay evidencias de un reexcavación. Es posible que antes de que existiera este sistema por canales, los campos agrícolas se hayan irrigado mediante la conducción de las avenidas de tiempo de lluvia provenientes de la sierra de Guadalupe.

Sistema hidráulico de la presa Purrón o Maquilonzo, Tehuacán, Puebla

El valle de Tehuacán, Puebla, no sólo es la región en donde se han encontrado algunos de los restos más tempranos de plantas domesticadas en la región



Vista parcial de la presa almacenadora de Teopantecuanitlan, Guerrero.
Foto: Teresa Rojas Rabiela.



Vistas de la cortina de la presa Maquitongo-Purrón, Puebla.
Fotos: Teresa Rojas Rabiela, 2005.

Mexicana-Centroamericana (MacNeish, 1962), sino también de las estructuras hidráulicas monumentales más antiguas. Entre los primeros están unos pozos de agua (ya antes mencionados aquí) y unos sistemas de canales de la era precerámica localizados en Necoxtla, fechados como de 7900 a. C. (Nelly, en Marcus, 2006:235). Pero en Tehuacán se encuentran los restos de una de las presas almacenadoras más grandes y célebres de Mesoamérica, conocida como Purrón, en realidad un complejo de obras situado en la parte sur del Valle de Tehuacán, en la zona conocida como Maquitongo, en la boca de la cañada del arroyo Lencho Diego (de régimen intermitente, originado en el cerro Chichiltepec, a 2 000 msnm).

Debe mencionarse que el uso de la presa para la irrigación está en discusión y aún no se ha resuelto del todo, en especial porque no se han localizado canales de riego (véase discusión en Doolittle, 1990:28-29). En su análisis de la presa, Doolittle propone, ante la falta de evidencia de canales agrícolas antiguos asociados con la presa, que condujeran el agua a las parcelas, que el embalse haya servido más bien para controlar las avenidas, reducir la fuerza erosiva del agua y los sedimentos, y proteger de inundaciones a los campos aguas abajo, además de permitir que el antiguo cauce recibiera agua. Esta hipótesis me parece discutible dada la escasa precipitación pluvial en el valle, insuficiente para practicar la agricultura de temporal, por lo que propongo que quizá el tipo de riego utilizado pudo haber sido por inundación, conducido a través de la especie de vertedera de la presa (Byers, 1967:48-64), usado tanto durante la temporada de secas como de lluvias. Este método de riego no fue desconocido en Mesoamérica.

El Valle de Tehuacán se localiza en el sureste de Puebla y se prolonga hasta el norte de Oaxaca; su extensión es de ciento veinte por cuarenta kilómetros. Desciende suavemente en dirección general nor-noroeste a sur-sureste, desde Tecamachalco, a 2 045 msnm, hasta Teotitlán del Camino, a 1 000 msnm. Pese a su gran extensión, tan sólo cuenta con unos cuatrocientos kilómetros cuadrados de tierra llana, con la ventaja agrícola de que el problema de las heladas no se presenta más que rara vez, pero con el inconveniente de que la precipitación pluvial promedio es inferior a los 500 milímetros anuales, disminuyendo a medida que se va al sur, hasta que en Chilac, Atlix y Zinacantepec alcanza sólo 367 milímetros. Como ya apunté, este fue el factor más limitante de la agricultura en la región, y que lo vincula directamente con las obras hidráulicas. El río Salado o Tehuacán (Atoyac en los documentos coloniales), de régimen permanente, recorre el valle y en su curso se le unen numerosos arroyos y barrancas, la mayoría temporales. Los grandes manantiales que nacen al sur del actual Tehuacán, al igual que ciertos arroyos, son salobres.



Gracias a las investigaciones dirigidas por el arqueólogo Richard S. MacNeish en el Valle de Tehuacán, contamos con reconstrucciones de la evolución de la domesticación de plantas, la agricultura y la irrigación desde los tiempos más antiguos. No cabe hablar aquí con detalle acerca de los inicios de la domesticación, por lo que comenzaremos por el periodo Formativo (1500-300 años a. C.), cuando la población dependía ya del cultivo y vivía en aldeas. La agricultura de entonces era de temporal, quizá combinada con el cultivo en los lechos húmedos de los arroyos (a la manera de los arenales), y durante la época de lluvias, en las terrazas bajas de los ríos, arroyos y barrancas (Mac Neish, 1967:306). En este periodo los aldeanos no practicaban aún la irrigación permanente, posiblemente por falta de mano de obra suficiente para realizar las obras, o bien porque no existía la necesidad, en términos demográficos y sociales. Pero es posible que usaran el riego con presitas temporales embalsando el agua de los arroyos temporales, secos casi todo el año, durante sus breves crecientes, dirigiéndolos hacia las parcelas adyacentes.

Lo anterior contrasta con otras regiones cercanas como el Valle de Oaxaca, por ejemplo, en donde se empezaron a utilizar varias técnicas simples de irrigación (pozos y canales para riego por anegación), que permitieron la intensificación agrícola y, en el terreno sociopolítico, el desarrollo de una sociedad menos igualitaria.

En la fase del Formativo, conocida como "Ajaltzan" (1500-900 años a. C.), la mayoría de los habitantes de Tehuacán vivían en comunidades situadas a lo largo del río Salado y agregaron nuevas plantas domesticadas: la calabaza de la especie *Cucurbita pepo* y el algodón, probablemente procedente de Perú. En esta fase aumentó la producción de maíz y su consumo ascendió hasta alcanzar el 35% del total de la dieta.

En la siguiente fase, "Santa María" (900-200 años a. C.), aparecen muchas nuevas especies como el frijol ayecote (*Phaseolus coccineus*), el guaje (*Crescentia cujete*), el miltomate o tomate verde (*Physalis* sp.), el coyol (*Acromia mexicana*), el cozahuico (*Sideroxylon* sp.) y la ciruela nativa (*Spondias mombin*), así como nuevas variedades de maíz.

En esta misma fase fue cuando empezó a construirse la presa almacenadora, fechada como del Formativo medio (ca. 750-600 años a. C.) y, en total, el embalse fue utilizado durante novecientos años, hasta alrededor de 200 d. C. Los arqueólogos que más la han estudiado, Woodbury y Neely, consideran que esta primera fase constructiva la pudieron llevar a cabo los miembros de una sola comunidad, unos diez hombres en no más de cien días de trabajo. La cortina tuvo tan sólo 2.80 metros de altura y unos 6 metros de ancho, con una superficie de embalse de 2.38 hectáreas (140 por 170 metros), con unos 37



mil metros cúbicos almacenados. "Este muro... se hizo con pequeñas piedras y tierra colocada sobre grandes bloques de roca." (Woodbury y Neely, 1972:84). Quizá tuvo un vertedero o salida de agua para conducirla a los campos de cultivo, pero no se han encontrado los restos (García Cook, 1985:30).

La segunda etapa constructiva es de unas décadas después, hacia 600 a. C., y:

... cubre la primera y es más amplia y más alta que ella, además de cruzar todo el estrecho valle, es decir cubrió todo el ancho de la barranca. La cortina tiene así 400 m. de longitud, con una anchura de unos 100 m y una altura de unos 5 sobre la primera, que se colocó sobre la primera, por encima del material de aluvión depositado durante su utilización inicial, mismo que ya había cubierto todo el embalse de la misma. La forma de construcción fue diferente pues se construyó con base en retículas de muros de piedra- cantos rodados y lajas de origen metamórfico o sedimentario- rellenos con tierra, arena y grava, que al parecer era compactada (García Cook, 1985:30).

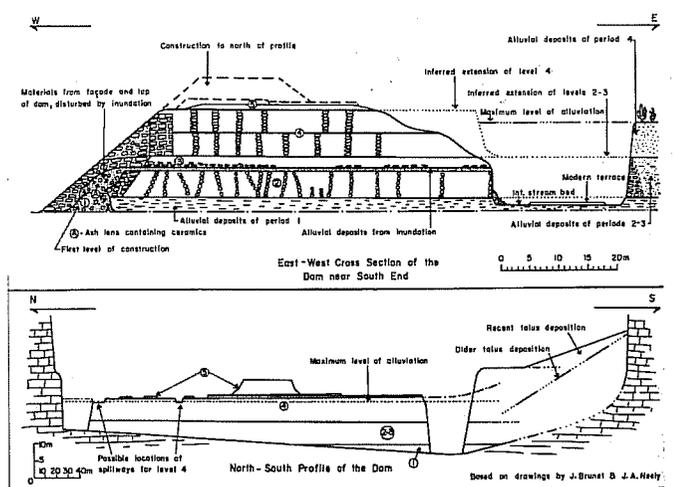
Con una altura de cinco metros hacia las caras de la cortina, este y oeste "se construyeron gruesos muros elaborados de lajas rectangulares -30 a 40 cm de longitud por 10 a 20 de espesor- y pegadas con mortero de lodo, lo que daba a la cortina una buena apariencia." (García Cook 1985:31).

El embalse se calcula en veinte hectáreas con un volumen máximo de 1 430 000 metros cúbicos. El vertedero pudo estar hacia el norte de la estructura. Al mismo tiempo que se construía esta segunda etapa de la cortina, se hizo otro gran muro de contención o plataforma hacia el este, "cuyo extremo oeste se une casi con el extremo norte de la cortina mayor", empleando el mismo sistema constructivo de la segunda etapa. Encima se construyeron "al menos tres conjuntos de montículos y sobre ellos se colocaron cimientos para casas de 2 por 3 m." Es en esta estructura donde pudieron observarse dos vertederos o salidas de agua, mientras que esta plataforma pudo ser una cortina o bien una especie de calzada dique sobre la que se construyeron templos. La parte oeste de la cortina se cubrió con una capa de cincuenta centímetros de sedimentos a causa de una fuerte avenida, o bien por haberse llenado todo el embalse con sedimentos (García Cook, 1985:31).

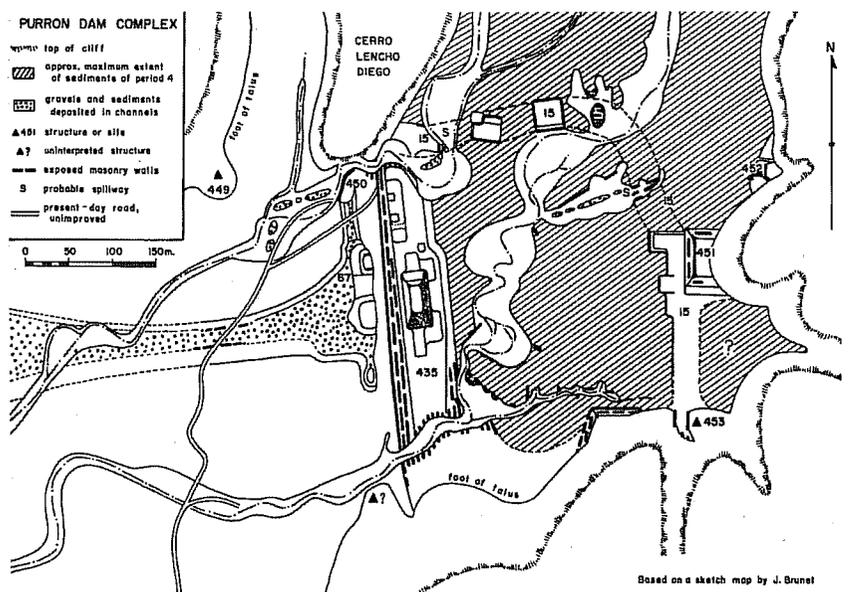
El complejo de obras hidráulicas siguió creciendo y en la fase "Santa María" tardía o en los inicios de la "Palo Blanco" (antes del año 200 a. C.), se inició una tercera fase constructiva que permitió alojar agua suficiente para irrigar de 250 a 300 hectáreas en los llanos aluviales aguas abajo. Esta etapa de construcción, fechada hacia el 150 d. C., fue más bien una reparación de la fachada oeste, mediante un muro de un poco más de dos metros de altura, con el cual la cortina "ofreció una superficie para captación de agua de 24 ha (600 por 400 m)", cuyo embalse ha sido calculado en 970 mil metros cúbicos.

En la fase "Palo Blanco" (200 años a. C.-200 años d. C., en pleno Clásico), aparecieron en el Valle de Tehuacán tres nuevas especies de plantas procedentes





Cortes longitudinal y transversal de la presa Purrón-Maquitongo, Puebla, en Woodbury y Neely, 1972.



Plano de la presa Purrón, estructura T15 y estructuras asociadas, depósitos y canales, en Woodbury y Neely 1972.



de Sudamérica: cacahuete (*Arachis hypogaea*), guayaba (*Psidium guajaba*) y quizá piña (*Ananas spp.*); nuevas variedades de maíz, frijol común y ayecote; la sieva (*Phaseolus lunatus*), y los primeros guajolotes (Woodbury y Neely, 1972, en García Cook, 1985:31).

Con la construcción de la cuarta y última etapa de la cortina de la presa, alrededor de 200 d. C., ésta alcanzó su altura máxima: dieciocho metros desde el exterior y ocho metros desde el interior, con un espesor máximo de ocho metros.

El área de captación fue entonces de 400 x 700 m, es decir 28 ha, contando entonces con un volumen máximo de 2 240 000 m³; los vertederos se localizaron también hacia el norte de la cortina y sólo se modificó el canal amplio que colectaba el agua de los mismos. Se excavó un nuevo canal paralelo a la cara oeste de la cortina y en dirección al extremo sur del cañón, cruzando los depósitos del canal más temprano en forma de T, desde el cual quizá dio vuelta al oeste hacia los campos a ser irrigados (García Cook, 1985:43).

Las nuevas obras respondieron a la necesidad de incrementar la actividad agrícola en Tehuacán, directamente relacionada con la ampliación de la irrigación. Los arqueólogos calculan que esta cuarta etapa de trabajos requirió de 4 300 hombres que trabajaron 220 días durante la época de secas y que su magnitud sugiere que fue dirigida por el Estado (que ya existiría desde la fase temprana de "Palo Blanco").

La presa almacenadora Purrón terminó su vida como un embalse con unos 2 940 metros cúbicos de capacidad, que formaba un depósito de 2.4 hectáreas de superficie (37 000 milímetros cúbicos de capacidad potencial). Woodbury y Neely consideran que probablemente nunca se llenó por completo debido a que el arroyo sólo lleva agua durante el temporal veraniego. Después del año 200 d. C. la presa se abandonó y los asentamientos en su contorno se desocuparon.

Otros sistemas hidráulicos del Valle de Tehuacán, Puebla

Respecto de las otras obras hidráulicas en el Valle de Tehuacán que permitieron incorporar al cultivo muchas de las tierras marginales y áridas de la región durante el Posclásico, destacan las del complejo de canales que condujeron el agua de los grandes manantiales situados en las cercanías de Tehuacán (llamados hoy San Lorenzo, Axocupa y Athuelic) hacia los terrenos más bajos, ubicados hacia el sureste del valle, por Ajalpan y Miahuatlán; es decir, de los 1 680 msnm hasta la zona más cálida del sur, a 1 100 msnm. Esta red de canales se conserva hasta hoy gracias a haberse petrificado o fosilizado debido al alto





contenido de carbonato de calcio (travertino) contenida en el agua de los veneros, que fue depositándose en capas en los canales, llamados localmente *tecoatl* (serpiente de piedra en náhuatl).

Su construcción implicó con seguridad la cooperación de numerosas comunidades, probablemente las usuarias que se asentaban a lo largo de sus cursos, lo cual sugiere también la coordinación por parte del Estado o al menos, de una organización supracomunal (García Cook, 1985:54-56; Caran y Neely, 2006).

Este sistema o red de canales presenta tres grandes subsistemas. El primero se inicia al oeste de Tehuacán y se extiende por el oeste del poblado; el segundo y mayor comienza cerca de Necoxtla y se dirige al sureste hacia el área situada entre Zinacantepec y Miahuatlán, y el tercero, el peor conservado, se sitúa al norte de Venta Salada. Los dos primeros probablemente formaron un solo sistema que mediría veinticinco kilómetros de largo, lo mismo que el sistema actual de riego del valle. Su canal primario medía entre 1.5 y 3 metros de ancho y, los secundarios, de 0.3 a un metro.



Tecoatl, Valle de Tehuacán, Puebla. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Otro sistema de riego importante en el conjunto de obras hechas por los antiguos habitantes de Tehuacán en su esfuerzo por ampliar el potencial agrícola del valle fue el acueducto construido en el cañón del río Xiquila (tributario del Salado, que se une a éste cincuenta kilómetros al sur de Tehuacán). La tierra en el estrecho cañón no pudo ser irrigada con el tipo de sistema de canales arriba descrito a causa de la agreste topografía y sus habitantes tuvieron que construir un acueducto de piedra y mezcla para conducir el agua del Xiquila hasta la llanura, en donde el agua se distribuía por medio de canales. Esta obra corresponde a la fase tardía "Palo Blanco" y a la siguiente "Venta Salada" (400-1519 d. C.). El acueducto conducía unos mil cien litros por segundo y, aunque potencialmente era suficiente para irrigar mucha tierra (de 3 000 a 3 500 hectáreas), sólo lo hacía a las 250 a 500 hectáreas disponibles en el área. Debió ser obra a cargo de los señoríos locales.

Otra forma de intensificar la agricultura en el Valle de Tehuacán, si bien de menor importancia a nivel regional, fue mediante la construcción de terrazas en las laderas, que sucedió desde las fases "Palo Blanco" hasta la "Venta Salada" (400 a 1500 años a. C.) en que alcanzó su apogeo. Estas terrazas estuvieron asociadas con pequeños asentamientos de agricultores que las habrían construido y mantenido con objeto de retener la humedad de las lluvias y de reducir la erosión.

Los estudiosos del Valle de Tehuacán piensan que la mayor parte de la producción agrícola durante las últimas fases de la historia prehispánica era de riego que aprovechó el agua de los manantiales, ríos y barrancas tributarios del río Salado. En las laderas de las montañas, como antes se dijo, existieron otras formas de practicar el cultivo como la de temporal con conducción de avenidas en tiempos de lluvias, y la construcción de bordos y terrazas para conservar la humedad, principalmente.

Hasta aquí he mencionado las obras de riego posibles de conocer a través de las investigaciones arqueológicas, pero en el caso del Valle de Tehuacán las fuentes históricas proporcionan información adicional, como muestran los siguientes pasajes, en la mayoría de los cuales se insiste en que la tierra era "muy flaca", caliente y seca, pero que tenía regadíos.

El padre Ponce recorrió, junto con su cronista, Antonio de Ciudad Real, el Valle de Tehuacán en 1586 y lo describió con cierto detalle: "... [es] muy fértil y vicioso, espacioso y grande, que se riega con agua de pie de muchos arroyos que meten en él los indios, donde también se coge mucho maíz, chile y algodón..." En las huertas se habían ya aclimatado nuevas frutas venidas del Viejo Mundo, de tal manera que: "... dándose en él y su comarca muchos y muy buenos membrillos tan dulces como los de Toledo; dándose muchas y muy buenas uvas,





granadas maravillosas, aguacates, plátanos y todo género de naranjas, cidras, limas, limones y otras muchas frutas..." (Ciudad Real, 1976, t. II: 161). Al salir de Tehuacán, los dos viajeros se vuelven a topar con el riego: "... y pasados algunos arroyuelos con los que los indios riegan sus milpas..." (Ciudad Real, 1976, t. II: 56).

En Coxcatlán se regaba con agua de una barranca, dividida en tres grandes acequias (año 1620):

... que la una va al dicho pueblo de la cual beben y riegan las huertas del... y de la segunda acequia se reparte por los alrededores con que los naturales cultivan sus sementeras y legumbres..., y la última que era más abajo, que con ella riegan otros muchos indios sus sementeras que están en su circuito ...

Sistema hidráulico a partir de manantiales, Tetzcotzinco, Estado de México

El sistema hidráulico del cerro o peñón del Tetzcotzinco, a 2 280 msnm es, a no dudar, uno de los más impresionantes de su tipo en América; corresponde a la



Terrazas irrigadas con el sistema hidráulico de Tetzcotzinco. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 1975.



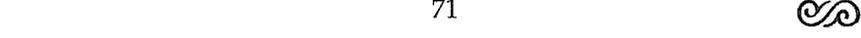
etapa final del Posclásico y sus funciones fueron más allá del riego pues incluyó otras recreativas, rituales y de aprovisionamiento de agua doméstica, además de obras de desagüe urbano. Es uno de los conjuntos de obras hidráulicas monumentales mejor preservadas de Mesoamérica, con su acueducto sobre terraplenes como columna vertebral, mismo que condujo el agua de los manantiales de la sierra de Quetzalapa, entre otros, al conjunto del palacio real del Acolhuacan y a sus baños, estanques y jardines aledaños, así como a la multitud de canales que irrigaban las numerosas terrazas y "metepantles" agrícolas (bancales agrícolas, terrazas bajas con refuerzo de magueyes), que se extendían por cientos en la ladera meridional del Tetzcotzinco.

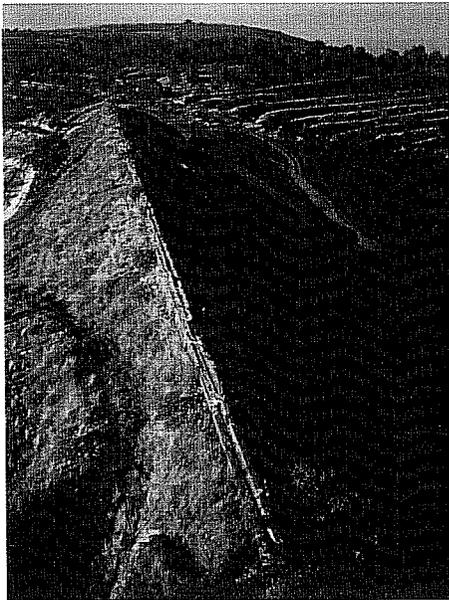
Esta área de agricultura intensiva fue un importante pilar en el sostén económico de la cabecera imperial acolhua, una de las tres que integraban la Triple Alianza. El hecho que detonó la construcción del conjunto monumental, que transformó radicalmente el paisaje regional del Acolhuacan septentrional durante los siglos XV y XVI, fue una intensa sequía ocurrida hacia 1450 y que se prolongó siete años (Medina, 1997:47).

Sobre el Acolhuacan contamos además de los restos materiales, con muchas evidencias históricas, en la mayoría de las cuales figura el *hueytlahtoani* Nezahualcóyotl como personaje principal, en su doble papel de gobernante e "ingeniero" de esas y otras obras públicas de la cuenca de México (Rojas Rabiela, 1984). Algo que resulta curioso y que fue señalado críticamente desde hace años por Palerm es que frecuentemente estas construcciones hidráulicas, cuya orientación principal era la agricultura, son descritas en las fuentes coloniales como huertos, casas, jardines y bosques de "recreación" o "de placer", sin duda porque en parte lo eran, pero como es evidente al examinar los textos, los fines de muchas de ellas eran más bien productivos.

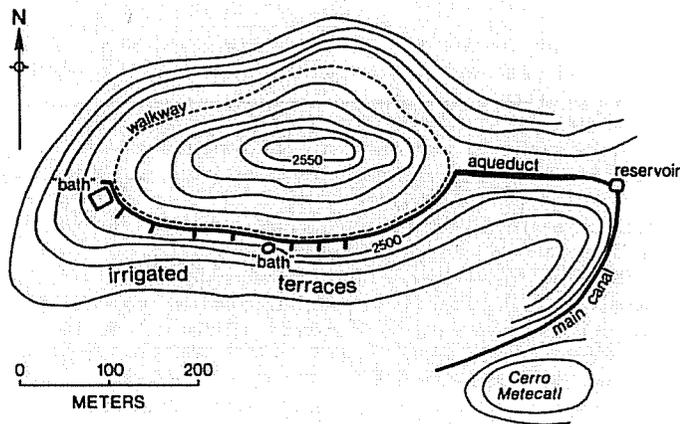
Así, Nezahualcóyotl tuvo diversas "casas de recreación", bosques y jardines en varios lugares del Acolhuacan, pues además del Tetzcotzinco disfrutó del Hueitecpan ("gran palacio", jardines y recreaciones), los Cillan (palacios de su padre), los palacios de su abuelo Techotlalatzin, además de los que hizo durante su gobierno:

... como fueron el bosque tan famoso y celebrado de las historias, Tetzcotzinco, y el de Quauhyácac, Tzinacanóztoc, Cozcaquauhco, Cuétlachatitlan o Tlatéitec, y los de la laguna Acatetelco y Tepetzinco. Estos bosques y jardines estaban adornados de ricos alcázares suntuosamente labrados, con sus fuentes, atarjeas, acequias, estanques, baños y otros laberintos admirables, en los cuales tenía plantadas diversidad de flores y árboles de todas suertes, peregrinos y traídos de partes remotas; además de los referido, tenía señaladas cinco suertes de tierras, las más fértiles que había cerca de la ciudad, en donde por gusto y entretenimiento le hacían sementeras, hallándose al beneficio de ellas personalmente, como era en Atenco que está junto a la laguna en el pueblo de Papalotlan, y en los de Calpolanpan, Mazapán y Yahualihcan (Alva Ixtlilxóchitl, 1977, t. II: 114, cap. XLII).





Acueducto Tetzcotzincó sobre talud. Foto: Foto Michael Calderwood, en Medina, 1997.



Sistema hidráulico del Tetzcotzincó, según Doolittle (1990), basado en Parsons.



Tenemos la fortuna de que una parte de las obras del Tetzcotzincó y del paisaje hidroagrícola de origen cultural se preserve hasta el día de hoy, quizá debido a que los europeos prefirieron fundar su ciudad en la Tenochtitlan conquistada y no en el Acolhuacan, además de disponer de varias descripciones históricas y estudios académicos sobre el conjunto y sus funciones. Entre las primeras destacan las de Fernando de Alva Ixtlilxóchitl, fray Juan Bautista Pomar y los autores indígenas de los *Titulos de Tetzcutzingo*, los tres del siglo XVI y, entre los segundos, los estudios de Ángel Palerm y Eric Wolf (1954-1955, en 1972) y Miguel A. Medina (1997).

La siguiente descripción del acueducto del Tetzcotzincó es del siglo XVI y se debe a Fernando de Alva Ixtlilxóchitl (1977, t. II: 115, cap. XLII), descendiente del *huey tlahtoani* acolhua Nezahualcóyotl: "Para poderla traer [el agua] desde su nacimiento, fue menester hacer fuertes y altísimas murallas de argamasa desde unas sierras a otras, de increíble grandeza, sobre las cuales hizo una tarjea hasta venir a lo más alto del bosque..."

Juan Bautista Pomar, cronista de Texcoco, escribió lo siguiente en 1582:

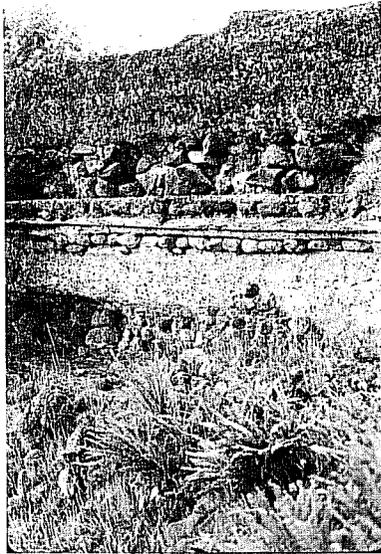
Río principal y caudaloso no hay ninguno en esta ciudad [Texcoco] ni cerca de ella, porque los arroyos de agua que corren por ella apenas pueden llegar a la laguna en tiempo de secas. Aun para esto fue menester incorporar y reducir en uno muchas fuentes de sus propios nacimientos, quitándolos de sus cursos y corrientes naturales, recogiéndolos en caños y acequias que para ellos hicieron Nezahualcoyotzin y Nezahualpiltzintli... (Pomar 1941:53).

Mucho más tarde, en 1861, Edward Taylor visitó el cerro, dejándonos la siguiente descripción, además de un curioso dibujo de un puente en arco que erróneamente atribuyó a la época prehispánica:

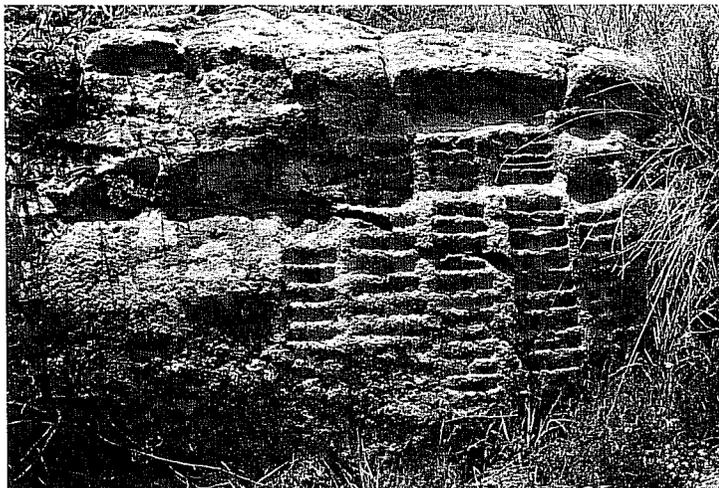
No fuimos directamente a Tetzcutzingo mismo, sino a otro cerro que está conectado con él por un acueducto de inmenso tamaño, a lo largo del cual caminamos. En esta parte las montañas son de pórfido y el canal del acueducto está construido principalmente con bloques de ese material, sobre el cual el estuco aplanado con el que una vez recubrió su interior y exterior, permanece todavía bien conservado. El canal no está montado sobre arcos, sino sobre un talud macizo de ciento cincuenta a doscientos pies de alto y del ancho de una rodada de carruaje (en Palerm [1955], 1972:128).

De acuerdo con el reciente estudio de Medina sobre los restos de las obras del Tetzcotzincó, en el espacio habitacional sagrado del cerro se labraron el palacio (en la parte media), los baños, estanques y jardines (de Tenayuca, Tollan y Tetzco, ubicados sobre la calzada perimetral, al igual que el colector principal) y el edificio militar (en la cima), algunos labrados en la piedra, otros que la combinaron con mampostería, roca y argamasa, o bien, que fueron sólo de argamasa con cimbra, recubiertos con estuco policromado.

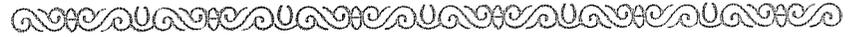




Acueducto Tetzcotzinco
superposición de caños. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 1975.



Posible maqueta sistema hidráulico de Tetzcotzinco, 1975,
Foto: Teresa Rojas Rabiela.



Canal y baño del Rey, Tetzcotzinco. Foto: José Luis Martínez, 2006.



En cuanto a los sistemas o distritos de riego agrícola, este autor afirma que fueron tres: el norte, el central y el sur, alimentados por los manantiales de la sierra de Quetzalapa, conducidos por una red de canales:

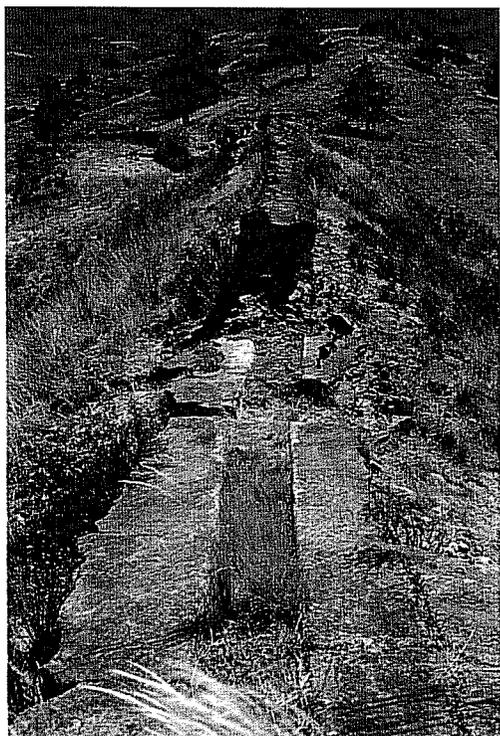
... labrados en la roca o contruidos con argamasa (hecha con cal y tezontle, perfectamente moldeable, ligera y durable) y que seguían las curvas de nivel, casi por los parteaguas de lomeríos suaves y bordeando las crestas por uno de sus lados, para llegar a las terrazas de cultivo... en las laderas de las elevaciones serranas y piamontanas... En el sistema central y el sistema sur (que es el del Tetzcotzinco) se construyeron albardones de roca, materiales cementantes y tierra que unieron los cerros llevando en sus lomos el canal de agua... (Medina, 1997:204).

Pero algo que resulta extraordinario es el poder contar con información sobre cómo esos "jardines y recreaciones" de Nezahualcoyotzin eran atendidas por los pueblos:

Para el adorno y servicio de estos palacios y jardines y bosques que el rey tenía, se ocupaban los pueblos que caían cerca de la corte por sus turnos y tandas, de los cuales para el servicio,



adorno y limpieza de los palacios del rey, eran señalados los pueblos de Huexotla, Coatlichan, Coatepec, Chimalhuacan, Iztapalocan, Tepetlaoztoc, Acolma, Tepechpan, Chicuhnautla, Teyoyocan, Chiauhitla, Papalotla, Xaltocan y Chalco, que servían medio año; el otro medio año era a cargo de los pueblos de la campiña, que eran Otompan, Teotihuacan, Tepepolco, Zempoalan, Aztaquemecan, Ahuatepec, Axapochco, Oztoticpac, Tizayocan, Tlalanapan, Coyoac, Quauhtlatlauhcan, Quatileaca y Quauhtlatzinco. Para la recámara del rey estaban señalados los pueblos de Calpolalpan, Mazaapan, Yahualihcan, Atenco y Tzihuinquilocan; y para los bosques y jardines las provincias de Tolantzinco, Quauhchinanco, Xicotepec, Pauhatla, Yautepec, Tepechco, Ahuacayocan y Quauhnhuac, con sus pueblos sujetos, acudiendo por su turno y tanda al dicho efecto, teniendo cada provincia y pueblo a su cargo el jardín, bosque o labranza que le era señalado. De los jardines, el más ameno y de curiosidades fue el bosque de Tetzcotzinco... (Alva Ixtlixóchitl, 1977, t. II:114).



Acueducto sobre terraplén: "caño quebrado", Tetzcotzinco.
Foto: Michael Calderwood, en Medina, 1997.



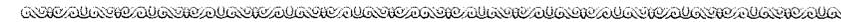
Sistema hidráulico de Hierve el Agua y la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca

Hierve el Agua, en Oaxaca, es un sitio notable porque allí se preserva un sistema fosilizado de canales y terrazas, que en el pasado remoto estuvo alimentado por un manantial perenne con alto contenido de carbonato de calcio (Kirkby, 1973:117, Fig. 46; Neely, 1967:15-17; Caran y Neely, 2006).

Pero de similar importancia a la de los restos de Hierve el Agua son los vestigios de canales de piedra y calicanto y de acueductos localizados en la cañada de Cuicatlán, antaño alimentados con el agua de los arroyos o ríos Chiquitos, asimismo asociados con terrazas. En este caso es posible que para conectar un tramo de canal con otro a través de los accidentes topográficos como barrancas, montañas u otros, tan abundantes en la región, los antiguos usuarios hayan usado canchilones o canoas de madera, a semejanza de los que se emplean actualmente en la vecina población de Atlatlauca (Hopkins, 1974:239-247, Fig. 6).

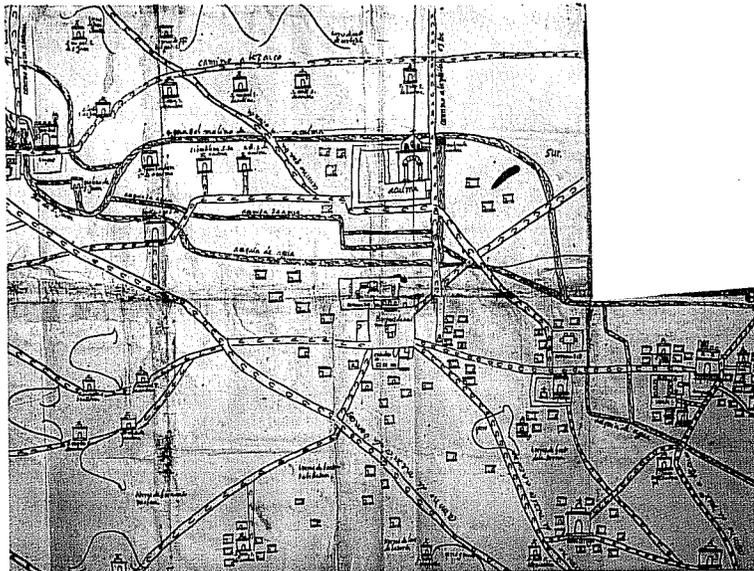


Manantial, canal y terrazas en Hierve el Agua, Oaxaca. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Sistema de riego permanente del río Teotihuacan, Estado de México

Uno de los sistemas de riego mejor conocidos desde el punto de vista histórico y etnográfico es el de Teotihuacan, debido en parte a la atención despertada por los restos de la antigua urbe del Clásico situados en su valle. El río Teotihuacan es el más septentrional de los tributarios de la vertiente oriental de la cuenca de México que vertía sus aguas en la laguna de Texcoco, originado en los manantiales que brotan en las inmediaciones del pueblo de San Juan de Teotihuacan, en la parte suroeste de la ciudad sagrada; eran casi un centenar hacia 1920 cuando Manuel Gamio realizó allí su investigación; tenían entonces un aforo de entre 1 000 y 1 500 litros por segundo, y su caudal aumentaba en la época de lluvias con los arroyos de Otumba y las aguas de las vertientes de los montes cercanos (AGN, Desagüe (1782), vol. 22, núm. 187, "Relación anónima de los ríos..."; UTA, JGI, Desagüe, IV, "Noticia de los ríos y lagos...", ff. 2-3 y 5; Cuevas, 1748:25-26; Cepeda, 1637; en Rojas Rabiela 1974:97).



Sistema de riego del río Teotihuacan, según la relación geográfica de Teotihuacan, 1580.

El río ha drenado la amplia parte baja del valle de Teotihuacan, y al menos desde tiempos toltecas (ca. 1000 d.C.), sus campesinos han aprovechado sus aguas para irrigar sus tierras, además de que en la zona de los nacimientos de los manantiales construyeron parcelas tipo chinampa de tierra adentro o campo elevado (Millon, 1973:47; véase Gamio, 1979, t. 4:87; Sanders, 1957:118; Millon et al., 1962:502; Charlton, 1970:263-264; Rojas Rabiela, 1974:97; Sanders, 1976:103).

Juan Bautista Pomar, en su *Relación de Texcoco* (1592) recogió la tradición que registra la desviación del río Teotihuacan hecha por Nezahualcōyotl: "...y otro río que nace de las fuentes de Teotihuacan..., que asimismo Nezahualcōyotzin sacó de su vía y trujo a una casa de placer como a un cuarto de legua de esta ciudad [Texcoco], que llaman Acatetelco...". Esta obra es apreciable aún en el *Mapa de Upsala*, fechado hacia 1555 (Linné 1948, Láms. X y XI). Ya antes comenté que estas "casas de placer" y otras "de recreación" habrían sido más bien zonas agrícolas irrigadas en poder de las casas nobles de los gobernantes prehispánicos. Pero en la época en que Pomar escribió sobre estas obras ya estaban destruidas:

... ahora no llega a ellas [a las casas de placer de Acatetelco] por estar en muchas partes rompido y correr por diferentes vías, porque después que se acabó el poder que tenían los sucesores de estos señores, se han caído y venido en gran disminución y ruina todas sus casas, y una de ellas es ésta (Pomar, 1941:53).

Cuando se redactó la relación geográfica de Teotihuacan en 1580, el río se empleaba para el regadío de las tierras a lo largo de todo su curso que, desde los manantiales hasta la orilla de la laguna de Texcoco, media unos diez kilómetros, y de él se sacaban acequias para regar las tierras de Teotihuacan, Acolman, Tepexpan y Tequisistlan, aunque muchos de sus sujetos sólo tenían agua de pozos y jagüeyes. Las cuatro *Relaciones* geográficas correspondientes a los pueblos-cabecera, redactadas en 1580 por su corregidor Francisco de Castañeda, complementadas con el texto de Pomar, nos dan testimonio suficiente de la vigencia del sistema de riego por aquellos años. Dice la relación: "Es comarca fría el dicho pu[eb]lo y sus sujetos, excepto la cabecera q[ue es] fría y húmeda por estar asentada entre fuentes de agua y acequias, y ser todo manantiales de agua..." (Acuña, 1985, t. 7, *Relación de Teotihuacan*: 232-233; mapa en AGI, Mapas y Planos, México, 17).

Es tierra, la de los sujetos, falta de agua: beben los naturales de jagüeyes; excepto la cabecera, q[ue es] abundosa de agua [y] tiene muchas fuentes en poco trecho, de que procede un río grande... Riéganse, con el agua de dicho río dos leguas de tierra, q[ue es] toda su corriente hasta entrar en la laguna, pasando por los pueblos de Aculma, Tepexpa y Tequizistlan y t[er]mino de Tezcoco. Es tierra abundosa de pastos y mantenimientos (Acuña, 1985, t. 7:233).



La *Relación de Acolman*, por su parte, señala:

Está asentado la cabecera de *Acuilma* en un llano, al pie de una loma llana: es raso. No tiene ningun[un]a fuente; pasa, por el d[ic]ho pueblo, el *rio* que dicen *de San Juan*, dividido en tres acequias de agua, con que riegan gran pedazo de tierra, casi de una legua en largo y m[ed]ija en ancho; es fértil de pastos y de mantenimientos (Acuña, 1985, t. 7, *Relación de Acolman*:224).

Pasa por el d[ic]ho pueblo de *Acuilma* el *rio* que llaman *de San Ju[an]*, partido en cuatro acequias: llevará cada una de ellas dos bueyes de agua. Riégase con ella, casi una legua de tierra (Acuña, 1985:231).

La *Relación de Tepexpan*:

El temple y calidad de la cabecera de Tepexpa es frío y húmedo por estar asentado en bajo la mayor parte él, y entre acequias de agua... (Acuña, 1985, *Relación de Tepexpan*: 244).
... por la cabecera pasa el río que llaman de San Juan (Acuña, 1985:244).

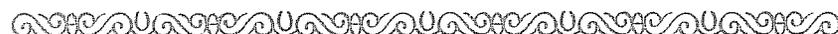
La *Relación de Tequisistlan*:

Su asiento y sitio es en un llano bajo, entre acequias de agua, muy cerca *de la laguna*. (Acuña, 1985, *Relación de Tequisistlan*: 241).

Pasa por la p[ar]te del levante del d[ic]ho pu[eb]lo de *Tequizistlan*, el *rio* que llaman *de San Juan*, en una acequia honda [a] dos tiros de arcabuz del d[ic]ho pueblo: riegan con él casi media legua de tierra. (Acuña, 1985:243).

En la época prehispánica, la estrategia de producción probablemente fue la de usar el riego para sembrar en marzo o abril maíz, frijol, calabazas, chía, etcétera, antes del comienzo del temporal, para luego aplicarlo nuevamente en caso de retrasarse las lluvias (un estudio detallado de estos aspectos en Sanders, 1957:112-122). Gamio afirmaba que en estas zonas el riego era no sólo deseable sino necesario para poder cultivar maíz durante la temporada de lluvias, y así lo confirma Millon (1954:177). Sobre las técnicas para elevar y conducir el agua no se dice mucho, pero es muy probable que haya sido con presas derivadoras efímeras hechas con troncos, varas, piedra y tierra hechas para elevar y poder alcanzar el nivel de las parcelas e introducir el agua a través de canales. Tal parecen apuntar los restos de unas presitas localizadas por Armillas en 1954 y examinadas después por él y por Palerm y Wolf (1956) en Atlatongo, consistentes en:

1. un dique de tierra, que permitía represar una buena cantidad de agua; 2. otra pequeña presa, destinada a desviar la corriente hacia las curvas de nivel más altas y regar así mayor cantidad de tierra; 3. otro dique menor, cuya función parece haber sido la misma, 4. una serie



de canales, conectando estas obras entre sí y llevando el agua a las milpas del norte del pueblo de Atlatongo* (Palerm [1961, 1972:97]).

Sistema permanente de riego del río Tula en la Teotlalpan, Estados de México e Hidalgo

Este interesante caso sólo lo conocemos por lo pronto a través de las fuentes históricas, por las cuales sabemos que Teotlalpan es el nombre náhuatl con el que se conoció a la amplia, árida y fría meseta que se extiende desde el extremo norte de la cuenca de México hasta las cuencas superiores de río Tula, con elevaciones que oscilan entre los 1 800 y 3 000 msnm. En la época de la conquista, el paisaje de esta antigua "provincia" era contrastante: por un lado, tierras agrícolas de temporal con suelos pobres y expuestas al hielo, con vegetación de nopales, izotes, cardones, magueyes y mezquites, y por otro, terrenos irrigados con el río Tula, sus afluentes y manantiales, y lomas y cerros de piedra caliza que constituían una de sus grandes riquezas. El riego transformó la economía regional al permitir atenuar el efecto negativo de las heladas y la aleatoridad de las lluvias, asegurando así y al menos en parte, el abasto de alimentos.

El principal sistema hidráulico de la Teotlalpan se nutría del río Salado "que sigue una dirección suroeste-noroeste, (y) al entrar al estado de Hidalgo se une con el río Tula"; de caudal permanente, en el siglo XVI corría: "... por una vega cerca del pueblo de [Apasco]". La *Suma de visitas de pueblos por orden alfabético*, del siglo XVI, anota lo siguiente sobre Apasco, el riego y el entorno general:

Tiene de largo dos leguas, y una en ancho poco más o menos; pasa por él un arroyo de agua en que se puede hacer un molino que muele todo el año y pueden regar con él cerca de tres mil brazas de tierra en largo y más de ciento cincuenta en ancho. La tierra que se riega es muy buena, la demás tierra es un poco de monte, de encina bien poco. Hay unas lomas altas de piedra de cal; hay muy buenas tierras para sembrar de seco pero son muy sujetas al hielo (Paso y Troncoso, 1905-1906, t. 1:2-3)

La afirmación respecto a que en el arroyo podía hacerse "un molino que muele todo el año" es señal inequívoca de que se trataba de una corriente perenne y con un buen caudal. Y fue precisamente el encomendero de Apasco el que obtuvo, en 1545, una merced para un "herido de molino" (que seguramente instaló). Las tierras bajo riego equivaldrían a poco más de 126 hectáreas (3 000 por 150 brazas); mientras que el resto de los terrenos se calificaron de "muy buenas para sembrar de seco" (temporal), si bien con el inconveniente de todas las tierras de estos altiplanos: las heladas del otoño-invierno.





Al caudal del río se sumaba el de los manantiales de agua caliente de Atotonilapan, además de una:

... laguneta que en la primera fundación se halló en este lugar, de donde deriva el nombre del pueblo y le llaman Apasco Yaotl, que quiere decir donde está una cosa redonda de agua en forma de lebrillo. Que este dicho lugar destinaron para en su circuito se fabricase dicho pueblo (AGA, San Francisco Apasco, 23, 2453; Cuaderno 5, f. 6r-6v).

Apasco es uno de cinco pueblos descritos en la *Relación de Atitalaquia* de 1581, que tenía tierras de temporal y de regadío, en las cuales:

... cogían y de presente cogen mucho maíz y ají, y otras semillas de que son aprovechados... Es tierra llana desta jurisdicción, rasa, sin montes. Tiene pocos ríos, aunque de algunas fuentes tiene algunos arroyatos que corren y son de provecho a estos naturales porque son fáciles de atajar. (Acuña, *Relación de Atitalaquia*, 1985, t. 6:59).

En la siguiente descripción del pueblo de Apasco y sus tierras de 1599, el juez congregador dejó testimonio de la continuidad del sistema de riego prehispánico hasta ese entonces, además de agregar valiosos detalles sobre las características de la agricultura y el valor monetario de las tierras irrigadas:

El pueblo [de Apasco] está situado en una loma baja a las faldas de unos cerros de piedra para hacer cal que están pelados sin árboles. A la parte del poniente pasa una vega de tierras que son 40 brazas del pie a la mano de largo y cuatro de ancho, y sin estas tierras de riego tienen otras de temporal; pasa por la dicha vega un arroyo de agua dulce, tiene de largo una legua y de ancho en partes un tiro de ballesta y en partes de arcabuz, y a la parte del oriente y a la del norte tiene tierras de vegas buenas que labran cuando les parece [...] tienen una vega de una legua de largo de riego donde cogen mucho maíz, frijol y otras legumbres, que por su fertilidad vale la dicha vega más de cincuenta mil pesos (AGA, San Francisco Apasco, 23, 2453, "Diligencias practicadas por el juez comisario, Cuaderno 2, f. 4v).

Un texto escrito en náhuatl, contenido en el códice de Apasco (de estilo Techialoyan), nos revela la forma en que los "maceguals tributarios" del pueblo, es decir la gente común, atajaban el agua. Dice: "que siempre lo tendrán e irán haciendo una presa (*atzacuanli*) para el sostenimiento de los vecinos tributarios del pueblo. Se ha de poner siempre un guardia, un topil como guía, así como ahora está, que jamás se rebase lo que se necesite" (AGA, San Francisco Apasco, 23, 2453).

La hidrografía y los sistemas hidráulicos prehispánicos de la Teotlalpan y de Apasco en particular, fueron transformados en la época novohispana por efecto de las innovaciones técnicas y del uso del agua concomitante: molinos harineros, presas para almacenar agua en volúmenes suficientes para mover



676862

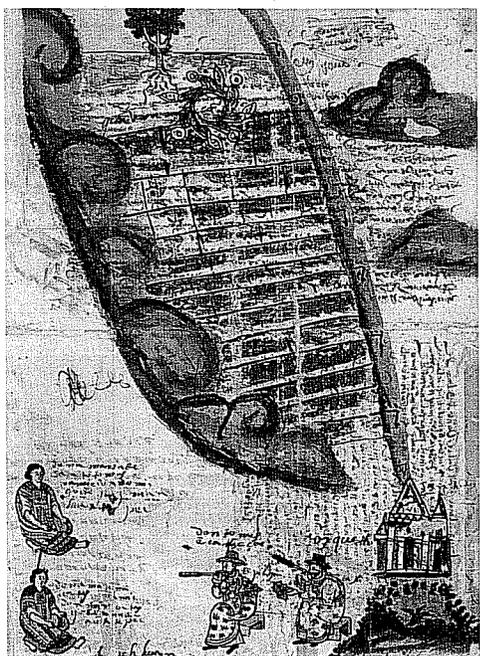
la maquinaria y presas de cal y canto permanentes para irrigar las tierras, entre otras. El establecimiento de molinos en la región empezó por lo menos en 1545, cuando el encomendero de Apasco recibió una merced del virrey Antonio de Mendoza de un herido de molino, que muy probablemente se situó en el curso del río Salado. Veinte años después, se le mercedaron otras dos caballerías de tierra de riego en la vega de Apasco, que incluía tanto el agua que a ella le correspondía como una "presa antigua que tiene hecha, linde con la estancia" (Acuña, 1985, t. 6:64-65). El destino de las tierras de la valiosa y extensa vega, pasaron así de manos indias a españolas, en un proceso que devino en la formación de haciendas y ranchos latifundistas que no se desintegraron sino hasta el reparto agrario posrevolucionario del siglo XX (Rojas Rabiela y Olmedo, en preparación).

Sistema permanente de riego del Valle de Cuernavaca, Morelos

El sistema de riego del Valle de Cuauhnahuac o Cuernavaca lo conocemos a través de la documentación histórica, que en este caso es bastante temprana porque allí se establecieron algunas de las primeras plantaciones de caña de azúcar de la Nueva España, así como los trapiches e ingenios para su molienda. Las tierras de riego y los recursos hidráulicos de este y otros ricos valles aluviales de la "tierra caliente" lo mismo que de la "tierra fría", pasaron muy pronto a manos de los conquistadores donde ensayaron el cultivo de nuevas plantas, valiéndose para ello de medios legales (convenios con la nobleza indígena, mercedes reales o compras) o de usurpaciones. Algo similar sucedió en otros valles irrigados propicios para cultivos de alto valor comercial como los valles de las Amilpas, Yautepec, Izúcar, Huaquechula, Meztlán, Chalco-Amecameca, Oaxaca, Cholula y otros muchos.

La "tierra caliente" de Morelos fue el escenario en el cual se desarrollaron sistemas de control y captación de agua desde tiempos muy antiguos (por ejemplo, en Chalcatzingo, véase Jorge Angulo, 1990), así como de instalaciones de riego a partir de los ríos del deshielo de los volcanes y de numerosos manantiales y corrientes perennes que afloran en los bordes de la montañas y los valles aluviales. El clima subtropical, un buen régimen de lluvias y la casi ausencia de heladas (salvo en las partes altas, de 1 400 msnm para arriba), hicieron que los campesinos antiguos pudieran cultivar intensivamente las tierras con plantas anuales tanto como perennes: algodón, maíz, chile, calabazas, chilacayote, frijoles, chíca, camote, jícama, aguacate, tomates y





Tierras irrigadas en Cuauhnacazco, Tepalcingo, Morelos, hacia 1592-1603. AGN, Tierras, vol. 1535, exp. 3, f. 1. Cat. 1099.



Tierras irrigadas de los tlalhuicas en el actual estado de Morelos: 'dáse en su tierra mucho algodón y axi [chile] y todos los demás bastimentos; y al presente se da grandísima abundancia de frutas de castilla; y están poblados hacia el medio día', siglo XVI. *Códice Florentino*, lib. 10, f. 136.



frutales (Rojas Rabiela, 1988:89; García Castro, 1990:170-172). Una hermosa lámina del *Códice Florentino* recrea esta diversidad agrícola al describir a los tlalhuicas, sus pobladores nahuas en el momento de la conquista: "... son los que están poblados en tierras calientes, y son nahuas, de la lengua mexicana; dáse en su tierra mucho algodón y aji y todos los demás bastimentos (*Códice Florentino*, Lib. 10, cap. 29, f. 136r).

En una región vecina, la *Tlalnahuc* (Oriente de Morelos), los campesinos cultivaban de riego hacia 1564, combinando diversas plantas y ciclos que dan cuenta de la complejidad de esta agricultura en los valles templados y calientes:

... siembran dos veces en el año, maíz en una tierra y en la misma tierra a vueltas de ello y después de cogido, aji e melones e camotes e frijoles e chia y otras semillas que ellos tienen porque como es tierra de regadio no la dejan holgar (*Nuevos... Cortés*, 1946:230).

... que es verdad que en algunas tierras de regadio siembran cuatro semillas en un año, como es algodón y aji y maíz e frijoles, porque lo uno siembran entre los otros (*Nuevos... Cortés*, 1946:236).

... todo el año tienen las tierras sembradas, y en una tierra cogen tres o cuatro géneros de cosas en un año, como el maíz y aji y frijoles, e melones y calabazas, todo junto en un año y en una tierra... (*Nuevos... Cortés*, 1946:179-180).

Volviendo a Cuauhnahuac se tiene que en la parte alta y media del valle los españoles establecieron el segundo molino-trapiche-ingenio de la Nueva España, por iniciativa del conquistador Serrano de Cardona (o Villarroel), después de que Hernán Cortés fundó el primero en Tuxtla (Los Tuxtlas, Veracruz). Pero si en Veracruz la caña no requirió de irrigación, sí lo hizo en Cuernavaca, debido principalmente a que la lluvia se concentra en tan sólo cuatro meses del año, cuando recibe un promedio anual de 1 025 milímetros y a que el índice de evapotranspiración es muy elevado (calculado en 935 milímetros anuales).

Desde el punto de vista topográfico, en la región de Cuauhnahuac existen "dos tipos contrastantes de superficies irrigables" (Barrett, 1977:94): el primero constituido por los manantiales perennes que corren por barrancas profundas y cuyo flujo es a menudo torrencial, originados en la base de las laderas montañosas del Ajusco; y el segundo, integrado por las llanuras inundables del fondo del valle de Cuauhnahuac. Desde el punto de vista hidrográfico se trata de dos subcuencas: la primera cuyo origen son los manantiales de Ixtayuca (Santa María Ixtayuca, según Barrett, 1977:94; actualmente Santa María Ahuacatitla, según García Castro, 1990:169), que formaban el arroyo o río Santa María; y la segunda, en las fuentes de Chapultepec, que se convertía en el río de ese nombre. Veremos cada una por separado.





Subcuenca de Santa María. De acuerdo con el estudio de García Castro, Axomulco, situado en la cuenca de Santa María, en el norte de Cuernavaca, se irrigaba desde época prehispánica con el agua proveniente del manantial de Ixtayuca y de algunos arroyos que bajaban del monte por Tetela, por medio de canales y represas. Otros dos sitios con riego eran Caltengo, un poco más al sur y muy cercano a los límites de la villa de Cuernavaca, y Amanalco, ubicado al oriente de ésta (García Castro, 1990:169).

Los españoles, ya se dijo, muy pronto se apropiaron del agua de la región, en este caso del manantial de Ixtayuca y del río que éste formaba (luego llamado Santa María), pero también reutilizaron las obras de riego indígenas. En el paraje llamado Axomulco, al norte de Cuernavaca, Serrano de Cardona, además de ser el pionero en sembrar caña de azúcar en los valles de Morelos, instaló un trapiche para su molienda, primero movido por mulas (molino "de sangre") y más tarde por agua. Todo comenzó en 1529, cuando Serrano obtuvo "de los indios de Cuernavaca y las estancias de Tetela e Ixtayuca, al norte de la ciudad, un censo perpetuo de agua y tierras para Axomulco, a \$240 anuales" (Barrett, 1977:87). También construyó en la misma zona una cerca de piedra, formó una huerta con 200 árboles frutales de Castilla (naranjas, limas, higueras y granadas), y sembró trigo y maíz (García Castro, 1990:171).

Subcuenca de Chapultepec. La historia de la subcuenca formada por los manantiales y el arroyo de Chapultepec, los más caudalosos de la zona, es similar a la anterior, pero en este caso vinculada con Hernán y Martín Cortés. Pero en todo caso, durante los primeros años del virreinato los sistemas de riego y las tierras, localizadas al sureste de la villa, estuvieron "todavía bajo el control de don Hernando, cacique de Cuernavaca" (García Castro, 1990:169). Una serie de valiosos documentos pictográficos de ca. 1549, registran los hechos ocurridos durante el periodo de transición en el que los españoles arrendaban tierras irrigadas a los indios para el cultivo de la caña de azúcar y, al comienzo, también de moreras. Los pagos correspondientes se hacían a los gobernadores y principales de los pueblos (Barrett, 1970:29). (Ambos cultivos se registran en ese conjunto de documentos pictográficos, AGN. Hospital de Jesús, leg. 298, *Catálogo de ilustraciones, 1979*, Núms. 3052.1 a 33).

La caña pronto se impuso como el cultivo comercial más importante de la región. Cortés construyó Tlaltenango en tierras colindantes con Axomulco y situadas corriente abajo...", y para su molienda echó mano primero de un trapiche movido por mulas, hasta que compró a la viuda de Villarroel (Isabel de Ojeda) "un séptimo de la plantación de Axomulco...", y el agua correspondiente (Barrett 1977, p. 87). Hacia 1540, el Marqués empezó una serie de obras hidráulicas de conducción, la primera de las cuales sirvió para desviar "agua de



los manantiales de Chapultepec desde su fuente por medio de un acueducto de un kilómetro y medio hacia los campos de Atacomulco..." (Barrett, 1977:88-89). Con todo esto, los sistemas hidráulicos prehispánicos se transformaron radicalmente.

A propósito de esto, Barrett uno de sus principales estudiosos del tema, nos dice que en el "Morelos colonial", los sistemas de conducción se hicieron mediante desviaciones y no construyendo presas de almacenamiento que guardaran los excedentes de la época de lluvias y el agua de las corrientes de agua existentes, debido a causas topográficas: "En muchos lugares los arroyos corren por barrancas profundas y estrechas de lados casi perpendiculares y su flujo máximo es a menudo torrencial", además de que "la presencia de una línea de manantiales perennes en la base de la escarpadura invitaba a la construcción de desviaciones más que de diques de almacenamiento" (Barrett, 1977:94). Y, en efecto, el método colonial más frecuente para canalizar fue mediante acueductos con arcos, pero esa es otra historia.

Sistema de riego permanente de la cuenca del río Nexapa, Puebla

En pocas partes de Mesoamérica como en la cuenca del río Nexapa, escribió hace unos sesenta años Pedro Armillas, "hallamos un núcleo compacto y numeroso de pueblos que aprovechan por completo los recursos hidráulicos de una cuenca, lo cual exigía indudablemente un control común de las aguas para su adecuada repartición." (Armillas, 1991:170).

La cuenca del Nexapa se formaba con ríos y manantiales permanentes originados en los deshielos del Popocatepetl, que fluían por el sur y oriente de sus estribaciones. El agua descendía suavemente hacia los valles del sur, aunque en los cursos altos de los arroyos cercanos al volcán venían embarrancados y casi no se pudieron utilizar en la época prehispánica, con excepción de algunas pequeñas vegas. En cambio, en las partes intermedias y bajas del valle su empleo fue intensivo, formándose varios subsistemas de riego.

Los antiguos agricultores se aprovecharon del agua del río Nexapa o *Néxatl*, "que quiere decir lejía o agua pasada por ceniza" y de sus afluentes, por medio de redes de canales, seguramente combinados con presas, y practicaron una agricultura intensiva de riego en las tierras de un valle que se extiende de los 2 500 msnm en el norte a los 1500 en el extremo sur. El clima era propicio puesto que, salvo en algunos pueblos ubicados muy arriba, como Tetela y Ueyapan por ejemplo, los demás gozan de un clima templado o caliente sin heladas. Las





limitaciones aquí pudieron surgir más que del clima, de la cantidad de agua disponible, así como de la flexibilidad de los cultivos. Las precipitaciones eran suficientes y los ciclos regulares, menos en el sur, por la aparición de la canícula o sequía interestival. En la zona de Izúcar, en el extremo meridional, alcanza los 927 milímetros anuales, en promedio.

Las referencias históricas sobre el uso extensivo del riego en esta cuenca son abundantes. Por un lado, registran los ríos que corren por el oriente, actual estado de Puebla, y por el occidente, estado de Morelos. En el primero se localizan los ríos Cantarranas, Hitzilac, Matadero, Ayocuac, Agüisoc y Ahuehuello; en el segundo, el Amatzinac, que al igual que los anteriores, se forma con arroyos y manantiales que van apareciendo a lo largo de su curso.

Gracias al estudio pionero de Armillas sobre el regadío en la cuenca del río Balsas (1949) y el más reciente debido a Carlos Paredes sobre Atlixco (1999), conocemos con cierto detalle el funcionamiento de los sistemas de riego y de cultivo en las regiones de Atlixco, Huaquechula, Tochimilco e Izúcar, en Puebla y de Tetela, Hueyapan, Zacualpan y Temoac, en Morelos.

En la región de Izúcar, denominada la *Coatlalpan* en la época prehispánica, Hernán Cortés encuentra lo siguientes, a su paso en 1520: "todo este valle se riega por muy buenas acequias, que tiene muy bien sacadas y concertadas", y que era "muy fértil de frutas y algodón, que en ninguna parte de los huertos arriba se hace por la gran frialdad, y allí es tierra caliente." (Cortés, 1978:94; Segunda carta). De otros pueblos se menciona también el uso del riego en la llamada *Suma de visitas* (1949) (anónimo, siglo XVI), como son los casos de Teucan, Tepexuxuma y Teunuchchtitlan:

Toda la tierra de estos tres pueblos con sus sujetos, es tierra caliente y estéril en sí... y la mayor parte della es llana y lo demás son cerros no muy altos, ásperos y pedregosos... y por entre estos tres pueblos pasa el río que viene de Atrixco del cual sacan grandes acequias de agua para regar sus sementeras, que tienen todo el año de maíz y trigo, garbanzo, frisoles, ají, chíca, calabazas y algodones; y toda la ribera del dicho río son árboles de fruta, así de la tierra como de Castilla (*Suma*, 540:212-213).

De Tlatequetlan se dice que:

Este pueblo está en la provincia de los Coatlalpanecas... Es tierra caliente y estéril, todo lo más son cerros ásperos y secos excepto una legua que hay hacia Izúcar de regadío. En la cual hay partes menos de un cuarto de legua de ancho y va todo lleno de árboles de frutas de la tierra y de Castilla y en este pedazo de tierra se da muy bien todas las cosas que en ella se siembran (*Suma*, 541:213).

Podemos imaginar el panorama, aun si excluimos los cultivos introducidos por los españoles (trigo, garbanzo y frutas "de Castilla"). Así, en Epatlán:



Este pueblo está en la Provincia de Coatlalpanecas... es tierra caliente y estéril y la mayor parte son cerros ásperos; tiene un buen pedazo de llano en el cual hay una laguna donde tienen pesquería, y riegan con un arroyo de poco agua; danse todas las frutas de Castilla y de la tierra, y trigo y maíz y algodón, del cual hacen ropa (*Suma*, 548:107).

De Tepapayeca se menciona lo siguiente:

Este pueblo de Tepapayeca está en un llano, es tierra templada y está asentado junto a un río del cual salen muchas acequias para regar; tienen muchos árboles de frutas de Castilla y de la tierra y cogen algodón aunque poco... y hay en el Valle muchas fuentes e ríos que se aprovechan para riego (*Suma*, 553:223).

De Tlilapan:

Este pueblo está en la provincia de los Coatlalpanecas. Pasan por este pueblo dos arroyos que el uno se llama Achuehueyo y el otro Tlatl. Es tierra caliente y estéril y no muy fragosa... dáse maíz y otras legumbres con acequias que sacan de los arroyos con lo que riegan, y a esta causa se podrá dar trigo y árboles de fruta así de Castilla como de la tierra... (*Suma*, 542, pp: 113-114).

En Huaquechula y Tochimilco se practicó por igual la agricultura de riego por canales, tanto en tierras llanas como en terrazas, que aún existen en la zona hoy en día y que bien podrían ser una continuidad.

Según Paredes (1990), en Izúcar los cultivos prehispánicos eran, en primer lugar: maíz, algodón y chile, además de tomate (verde), jitomate, jícama, frutas diversas, chíca, alegría, calabaza, tabaco y nopal para grana. Algunos de ellos, quizá, se sembraban tanto en las tierras de riego como en las de temporal, inclusive el algodón por el que Izúcar y los otros pueblos de la Coatlalpan eran famosos en aquella época (Paredes, 1990).

A lo largo de la subcuenca del río Amatzinac, que recorre por el oriente el estado de Morelos, existía un rosario de pueblos que aprovechaban sus aguas para cultivar. Los de más arriba, situados cerca de los primeros nacimientos "del agua que sale del volcán", eran Tetela y Hueyapan, que probablemente sembraban de humedad en las riberas de los arroyos más que mediante canalizaciones, que en estos casos no se mencionan (*Relación geográfica de Tetela y Hueyapan*, 1581):

... tienen... grandes y muchos arroyos de agua clara y muy buena y delicada para beber, los cuales nacen de las peñas y concavidades deste volcán, muy provechosas para los naturales, así para las legumbres que en sus riveras se crían como por los cañaverales y carrizales que en sus desaguaderos se crían, de que hacen esteras para aprovechamiento (Acuña, 1986, t. 7:268).

Más abajo, Zacualpan, Temoac, Tlacotepec, Goauzulco (Huazulco) y Amilcingo irrigaban, probablemente mediante canales combinados con





terrazas en las laderas. Sobre los cultivos únicamente se sabe que con el agua de un manantial que nacía en Zacualpan se regaban “muchos maizales”, y que el nombre de Huazulco casi seguro indica que se sembraba el amaranto o *uauhtli*, como hasta ahora sucede en este poblado. Más abajo y al sur, en plena tierra caliente del oriente de Morelos, el río irrigaba tierras desde Amayuca hasta Chalcatzingo, en la *Tlalnahuac* ya mencionada páginas atrás.

Documentos excepcionalmente valiosos elaborados en 1564 nos dan a conocer con bastante detalle qué se sembraba, cómo se asociaban y rotaban los cultivos de un ciclo a otro y, en general, la intensidad de la práctica agrícola por efecto del riego y la ausencia de heladas, principalmente. De maíz se obtenían dos cosechas al año, una durante el temporal y otra de riego, en el otoño-invierno; se cultivaba asociado con frijoles en intercalación, o bien con chí, camotes, chiles, tomates, chilacayotes, calabazas y algodón, en variadas combinaciones. El algodón se asociaba con el chile en intercalación, o bien, con las otras plantas mencionadas y también se podía cultivar dos veces al año: “en las tierras de riego los pueden coger dos veces en el año si lo quieren sembrar, ayudándoles el tiempo...” Las rotaciones de cultivos eran igualmente variadas. Dice un documento de 1564: “Siembran dos veces en el año maíz en una tierra, y en la misma tierra a vueltas de ello, y después de cogido, ají e melones e camotes e frijoles e chí e otras semillas que ellos tienen porque como es tierra de regadio la dejan holgar” (*Nuevos... Cortés, 1949:230*).

Sistemas de riego con presas derivadoras efímeras

En el curso de elaboración de esta obra, pude establecer que en la época prehispánica el uso de presas derivadoras efímeras o temporales estuvo mucho más generalizado de lo que hasta ahora se ha planteado. Como ya lo he descrito antes, este tipo de presa es una estructura flexible y transitoria construida para represar arroyos y ríos con objeto de irrigar las parcelas adyacentes durante el estiaje. Su empleo estuvo generalizado en las regiones agrícolas del centro, sur y Pacífico de Mesoamérica y continúan parcialmente en uso hasta ahora, más o menos transformadas, lo mismo en arroyos y ríos perennes que en estacionales.

La estructura consiste en un bordo de pequeña altura, un “presón”, “empalizada” o “azud” (término árabe para estructuras similares del Viejo Mundo), hechos en el cauce de alguna corriente para obligar “a las aguas a desviarse a un canal artificial previamente construido.” (*Obras hidráulicas en la*



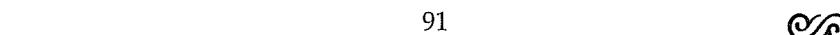
América colonial, 1990:240), y poder así regar las parcelas situadas en las riberas; aguas abajo, aprovechando el desnivel natural y la fuerza de gravedad. La siguiente descripción da muy bien cuenta del aspecto y funcionamiento de estas presas efímeras:

... no se construían en planta perpendiculares al cauce del agua -pese a requerir un menor volumen de obra- sino que se trazaban con un notable sesgo o esviaje, que permitía embalsar mayor cantidad de agua, ofrecer una menor resistencia y encauzar mejor las aguas del río al caz o canal. Los azudes tenían generalmente muy poca altura y un perfil transversal suave y redondeado con la finalidad de que, cuando las aguas del río viniesen crecidas, el azud pudiera quedar sumergido sin oponer una gran resistencia al paso de las aguas ni sufrir graves daños... En muchas ocasiones, las avenidas de los ríos eran tan importantes que lo más práctico era construirlos de manera rústica, con barro, hierba y piedras, rehaciéndolos anualmente durante los estiajes (*Obras, 1993:240-241*).

Los materiales más frecuentemente mencionados en las fuentes para construir los bordos de estas presas son materiales fáciles de conseguir en el entorno inmediato como troncos, estacas, varas y cañuela entretrejidas, piedras, tierra y, a veces, céspedes. Es posible que su nombre náhuatl haya sido *tequichiquihuitl* como hoy se nombra a unas estructuras similares en el río Tlapaneco, Guerrero (*tequichiquihuite*: “chiquihuite de piedra”, “cesta de piedra” o “tlaquichiquihuite”) (Gutiérrez, 2002).

El agua así represada se utilizaba en la temporada de secas para cultivar las tierras aledañas a los cursos, aguas abajo, para ser arrastradas y destruidas durante el temporal, cuando los ríos aumentaban su caudal, y cuando el riego era ya innecesario. Al finalizar la temporada de aguas, los usuarios procedían a limpiar los canales azolvados, a recoger el limo allí acumulado (*atoctle*, en náhuatl) para usarlo como fertilizante en las parcelas y a reconstruir las presas y, de esa forma, reiniciar el siguiente ciclo de riego durante la siguiente temporada de secas. En las zonas con heladas, el riego se ha usado para adelantar el ciclo de temporal y con ello intentar aminorar los efectos de ese fenómeno destructivo, mismo que puede presentarse casi al final del ciclo agrícola, pero antes de la maduración completa de las plantas, malogrando así las cosechas. Estos sistemas hidráulicos están reportados para Mesoamérica, lo mismo en montaña y somontano que en llanura.

Lo dicho por un hacendado que en la época colonial utilizaba este tipo de sistemas de riego con presas temporales en el curso alto del río Los Remedios, en la cuenca de México, ilustra con claridad la aplicación del riego en la temporada de secas para cultivar maíz o trigo:

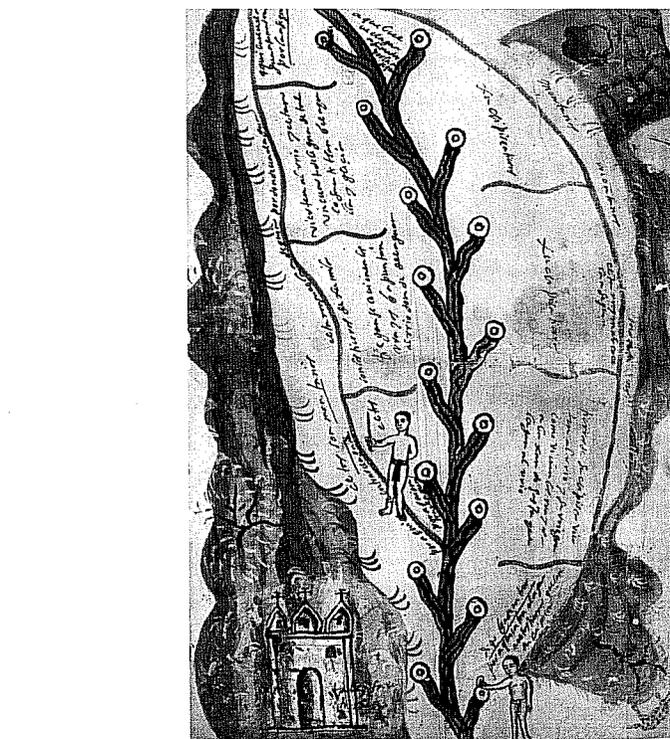




Trabajos en una presa derivadora. Río Atilac, 1962, AHA, 234.



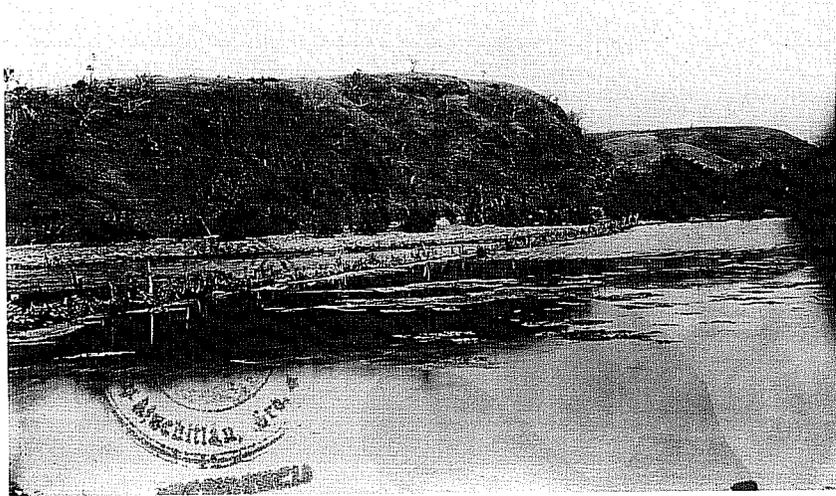
Cortina o bordo de una presa efimera hecha con tierra, reforzada con varas entretrejidas y piedras Acatlán, Guerrero. Foto: Teresa Rojas Rabiela.



Vega irrigada, posiblemente con presas derivadoras efimeras. Tlalcosautitlan, Chilapa (Guerrero). AGN, Tierras, 2719, exp. 14, f. 8. Cat. 1803.

Pero debo exponer a la integridad de vuestra excelencia que como el tiempo de los riegos de las sementeras de trigo y maíz se hace en el tiempo de secas, no hay el menor riesgo [de que a causa de las presas se inunde en tiempo de lluvias un camino vecino], que luego que [las presas] ya no se necesitan (que es cuando empieza a llover) se quiten, como sucede con las que se ponen en la hacienda de Careaga y otras que toman sus aguas del mismo río (AGN, Desagüe, Vol. 22, exp. 13, f. 10r; en Pérez Rocha, 1982:113-124).

Entre los ejemplos arqueológicos existentes de estas presas efimeras, pueden citarse los del río (permanente) Xiquila y el arroyo del Cañón Tecorral (temporal), en Oaxaca. Se dice que la primera presa era sólo derivadora y la segunda, además, almacenadora. Los ejemplos procedentes de fuentes del siglo XVI las sitúan, en la cuenca de México, en el río Tacuba (Los Remedios) (Pérez Rocha, 1982) y Cuautitlán (Rojas Rabiela, 1974; Strauss, 1974); así como en el valle de Cholula, Puebla (C. Reyes, 1976:117-118).



Presas derivadoras efimera en el río Balsas, Ajuchitlán, Guerrero, AHA, 1337.

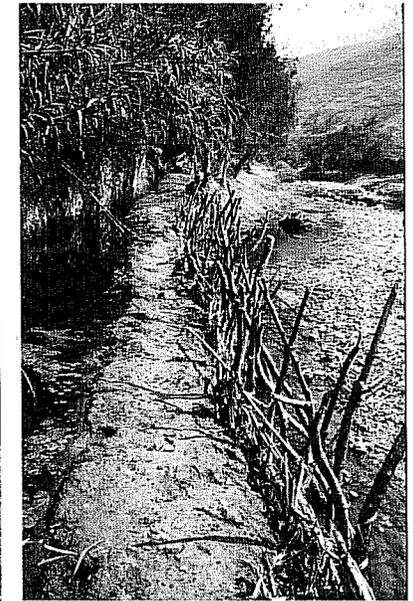
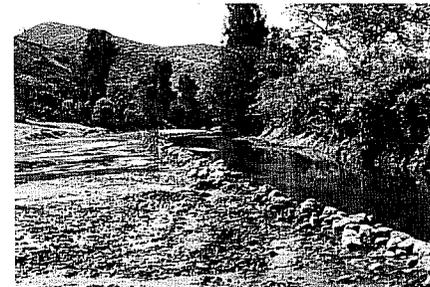
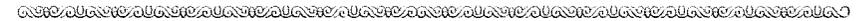


Presas derivadoras efimera en el río Súcil. AHA, 3271.



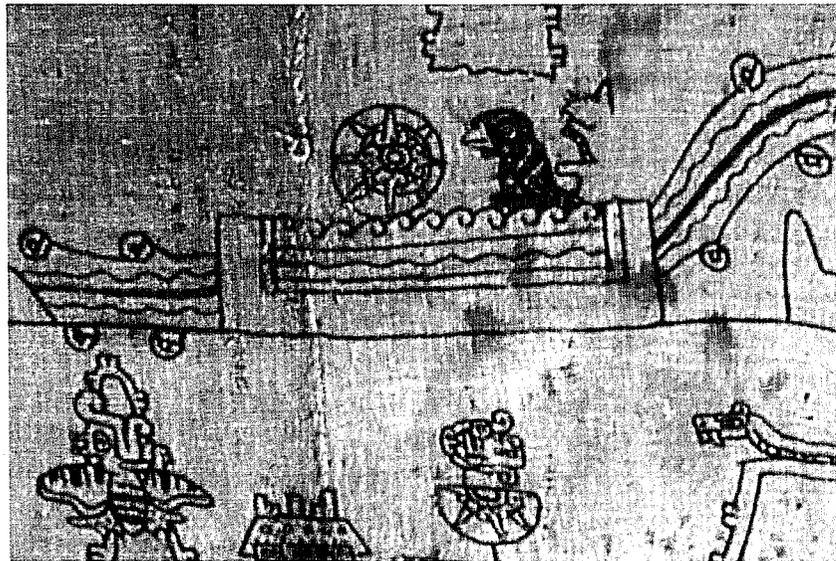
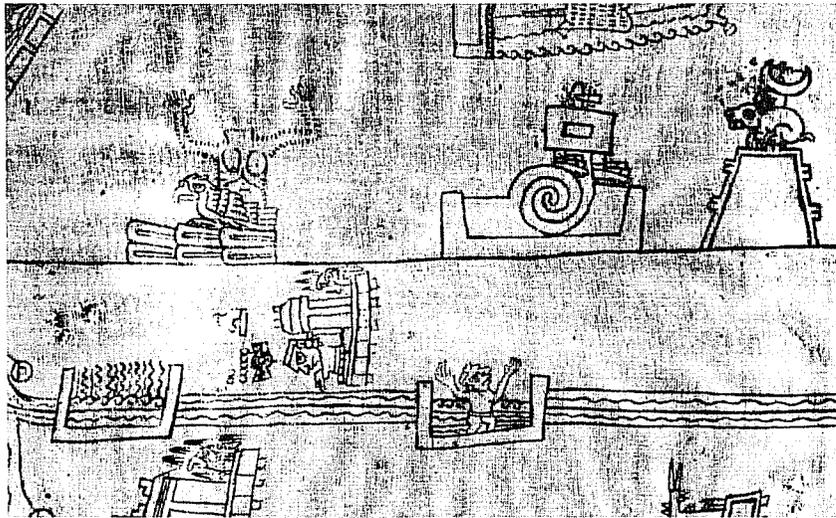
Hoy en día han sido observadas en algunos ríos tributarios del Balsas, por Tlapa y Chilapa, en Guerrero, así como en Coatlán del Río, Morelos (Angulo, 1993:167) y en la zona de Cuicatlán, Oaxaca. Se utilizan para lograr cosechas de verduras, flores y maíz en el tiempo de secas (Rojas Rabiela, 1988:138-141). Un caso bien documentado es el de Acatlán, Guerrero, donde tres presas de este tipo irrigan sesenta hectáreas de tierra (Matías, 1997:105-109; 226-229), de las cuales poseo un registro fotográfico, anterior a su estabilización actual.

En el curso de la investigación iconográfica hecha para este texto he podido identificar por primera vez estas presas derivadoras en documentos pictográficos, específicamente en uno de tradición mixteca, en el contexto del relato cartográfico que contiene el "Lienzo de Zacatepec 2", y asociadas con ríos, arroyos y canales. El lienzo se localiza en la Biblioteca Nacional de Antropología y procede del pueblo de Santa María Zacatepec, en la Mixteca de la Costa (ex distrito de Putla), Oaxaca (estudiado parcialmente por Smith 1973:89-92; Boone

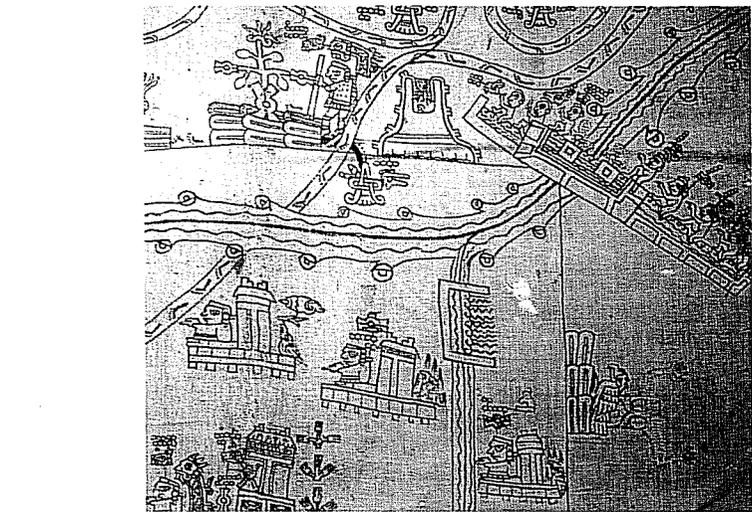


Presas derivadoras efimera, Acatlán, Guerrero. Fotos: Teresa Rojas Rabiela.

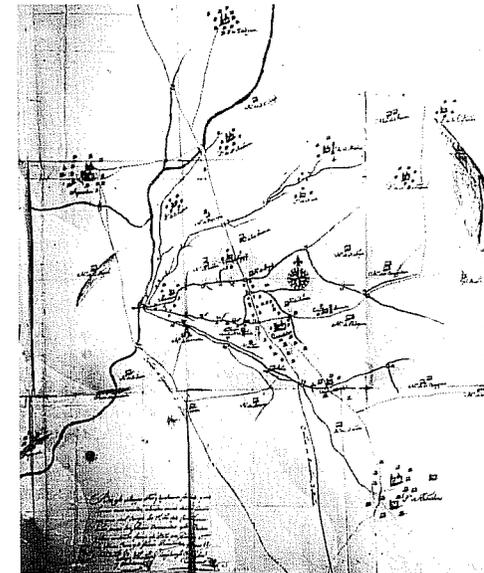




Detalle de ríos, canales y posibles presas derivadas en el lienzo de Zacatepec número 2, Oaxaca, Siglo XVI, INAH, 35-63.



Ríos, canales y posibles presas derivadoras en el Lienzo de Zacatepec número 2, Oaxaca, siglo XVI, INAH, 35-63.



Sistema hidráulico del río Cuautitlan. AGN, Tierras, v.2028, e.5, f118. Cat 1330.





2000: 82-85). Su existencia ha sido ya corroborada en campo, si bien se requiere un recorrido amplio en toda la cuenca del río Verde. Lo significativo de este hallazgo consiste, además, en ser un indicio para analizar elementos similares en otros códices mesoamericanos.

Sistema hidráulico del río Cuautitlan, Estado de México

El ejemplo del río Cuautitlan sirve a la perfección para ilustrar el funcionamiento de un sistema hidráulico basado en una presa temporal que lo mismo sirvió para irrigar, que para surtir de agua para usos domésticos y para formar una laguna artificial. La información disponible nos brinda también la oportunidad de conocer cómo percibieron los españoles este tipo de sistema, interesados como estaban en apropiarse de las aguas de las corrientes permanentes para mover sus molinos y batanes hidráulicos

El de Cuautitlan, como otros casos expuestos en esta obra, se conocen fundamentalmente a través de las fuentes del siglo XVI. Resulta de muchísimo interés no sólo por la gran escala que alcanzaron sus obras hidráulicas, sino porque a consecuencia de su ejecución sus antiguos habitantes cambiaron radicalmente la configuración hidrológica de la subcuenca septentrional de la cuenca de México. Los *Anales de Cuautitlan* recogen en sus páginas la desviación del río hecha casi un siglo antes de la conquista española, en 1435, consignando los detalles de las obras realizadas y el contexto histórico del acontecimiento. Sabemos así que el río Cuautitlan tenía su cuenca natural en la amplia llanura que se extiende en el norte de la cuenca de México, originado en la sierra de las Cruces, límite poniente de ésta; con un régimen permanente, su caudal aumentaba considerablemente durante la época de lluvias al recibir los torrentes de la propia sierra de las Cruces y de la de Guadalupe. Antes del desvío artificial, el río desaguaba naturalmente en la laguna de Texcoco por el estrecho formado entre Ecatepec y Chiconauhtla.

La historia del desvío prehispánico comienza con la llegada de los colhua a la región de Cuautitlan, donde los chichimecas que allí residían los colocaron en un punto cercano al propio Cuautitlan, con la esperanza de que las furiosas avenidas del río los arrastrara o aquellos optaran por irse a otra parte. Y en efecto el río barrió con los nuevos pobladores, quienes lejos de arredrarse, pusieron manos a la obra y decidieron cambiar el curso fluvial: estancaron su corriente y excavaron la tierra durante dos años, hasta terminar una represa y canalizar el cauce hasta la laguna de Citlaltepec, sección occidental de la



laguna de Zumpango. Enseguida invirtieron siete años en limpiar y restaurar el cauce original del río como canal de riego, al que llamaron Ayatictli o "vientre del agua". La represa se hizo en el lugar llamado Tepolnexco, mediante vigas enhiestas puestas juntas en la canal, "con lo cual la acequia se represó de todo en todo, y por eso se cambió y torció el agua, y por eso ahora entra el río en Citlaltepec".

Las obras descritas nos hablan de la capacidad de aquellas poblaciones para construir una represa de grandes dimensiones, con la resistencia suficiente para derivar el agua de un río, así como para excavar y transformar el antiguo cauce en un extenso sistema de riego por canales (apreciable en el mapa colonial del AGN aquí incluido). La siguiente noticia, de 150 años después, nos sirve para conocer otros detalles del funcionamiento de este singular sistema de riego; se generó cuando el agua del río fue objeto de pugna entre los pueblos de la región y los empresarios españoles allí establecidos, en especial con uno que fundó un molino de trigo en las cercanías del pueblo de Cuautitlan. Todo empezó cuando el molinero abrió una acequia "arriba" de la presa de los indios, es decir, cauce arriba (que es posible suponer era la misma acequia descrita en los *Anales de Cuautitlan*), la encaminó a su molino y al hacerlo dejó sin agua a los canales de aquellos.

Sabemos que entonces el sistema de riego indígena tenía cuatro acequias principales que partían de un punto llamado San Juan Atlamican, con las cuales los pueblos regaban sus "sementeras y huertas", además de usarla para beber. En Atlamican, dijeron los indios, tenían hecha una represa que "reparaban" "cada año", "en el tiempo de la seca", y que solían hacer en tiempo de riego "a mucha costa y trabajo porque solían ocupar en el dicho reparo más de dos mil indios". El molinero coincidió en que la presa no era permanente sino que la hacían de "barro", "en tiempo de seca que querían sembrar", para lo cual se juntaban diez mil indios; aseguró asimismo que en tiempo de lluvias la presa no existía ni las acequias llevaban agua:

... el agua de dicho río era muy caudalosa y de mucha agua ... y ... al tiempo que [los indios] tenían necesidad que usasen de sus riegos, lo cual hacían y habían hecho siempre en tiempo de seca que querían sembrar y respecto de que todas las tierras que sembraban eran bajas y unidas, solamente regaban una vez para labrarlas y no había menester la dicha agua antes ni después... en tiempo de las aguas nunca tenían presa ni agua en sus acequias y lo que hacían era que en cada año se juntaban diez mil indios en el tiempo de la seca a hacer la dicha presa de barro y muchas veces no la acababan y se quedaban sin regar, y otras con cualquier aguacero que se ofrecía en la seca se rompía y de aquella manera se quedaban sin ninguna agua... (AGN, Tierras, Vol. 2684, f. 9r, año 1587; en Rojas Rabiela, 1974:87-89).

El conflicto por el agua derivó en una vista de ojos encabezada por el virrey y dos oidores de la Real Audiencia en junio de 1587, clara muestra de la





importancia del asunto. Reconocieron el río y las cuatro acequias principales y recogieron la versión de que la cuarta, denominada por los indios la "acequia vieja" (luego llamada "acequia del molino", "arroyo Acalhuacan" o "Tultitlan") solía desaguar, según la versión del pueblo, en una laguna llamada Totoltepec, misma que se había secado por culpa del molinero, pues el desaguadero de su molino "iba muy hondo" y por esta causa el agua se iba hacia el pueblo de Tultitlan, que no había tenido esta agua antes de la construcción del molino. La desecación de la laguna de Totoltepec (probablemente la misma Citlaltepec citada en los *Anales de Cuautitlan*) había causado un gran perjuicio a los de Cuautitlan porque de ella obtenían su pesquería y recolectaban tule para manufacturar petates "que era su principal granjería", además seguramente de servirles para el transporte acuático. En el mismo año del reconocimiento, 1587, la Audiencia y el virrey como su presidente, fallaron la sentencia definitiva, que decidió el nuevo sentido que tendría el sistema hidráulico del río Cuautitlan: la cal y el canto se convertirían en los materiales básicos de construcción de la represa, que contaría con "tomos y dactas" (medidas) para distribuir el líquido y con compuertas "para los casos necesarios"; es decir, en una caja distribuidora al estilo del Viejo Mundo.

Lo anterior, transformó radicalmente el sistema hidráulico prehispánico, por ende, las reglas del juego respecto a su administración y organización. En la sentencia se repartieron los costos presentes y futuros de las obras de la presa, así como el trabajo y los materiales de construcción. La nueva presa de cal y canto se haría en el mismo lugar que la prehispánica y serviría "para que en tiempo de crecientes el agua de las avenidas no inunde ni aniegue las tierras, no absolve [sic] las acequias ni repartimientos." Es decir, la presa derivadora temporal se transformó en una presa de almacenamiento permanente, que contendría y regularía el flujo del río durante la temporada de lluvias, que se abriría para la irrigación agrícola y el uso como fuerza motriz para los molinos.

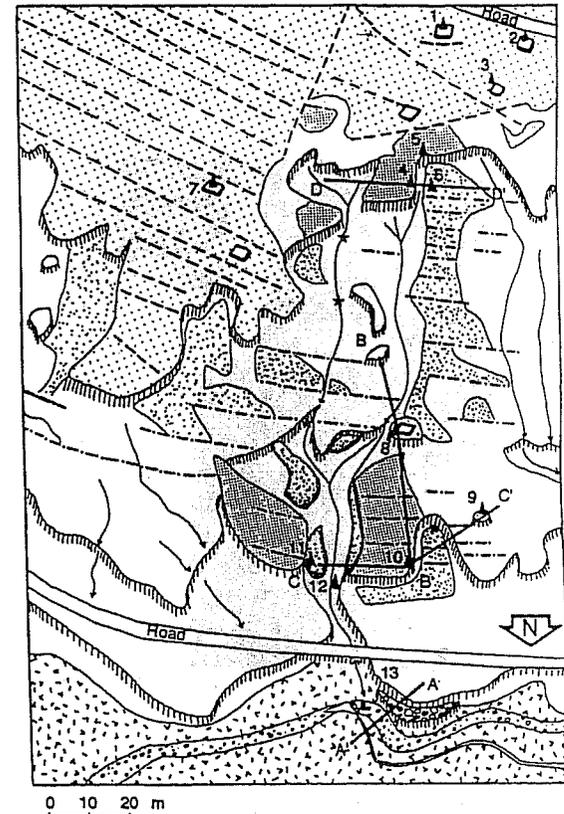
Las distancias entre los poblados, teniendo a Cuautitlan como punto de referencia, sirve de referencia para tener una idea global de la escala del sistema: Teoloyucan, 9 kilómetros; Coyotepec, 12; Xaltocan, 14.5; Citlaltepec, 16 y Zumpango 16.5 kilómetros.

Los Derramaderos en Tepetlaoztoc, Estado de México

El caso de Tepetlaoztoc es muy interesante porque los que parecen restos de este tipo de presita-derramadero se han encontrado arqueológicamente



(Carlos Córdova, 1997; esquema). Por otro lado he podido relacionar un registro pictográfico del *Códice Santa María Asunción*, que registra las tierras de un "barrio" de Tepetlaoztoc, con una presita de este tipo o una similar (derivadora temporal) (véase Williams y Harvey, 1997:104). Se trata de obras de muy pequeña escala hechas con el fin de aprovechar el agua de lluvia para irrigar, por inundación, o bien, por canalitos las parcelas de temporal (no es posible determinarlo en este caso).



Esquema de un derramadero prehispánico en Tepetlaoztoc, según Carlos Córdova, 1997.





Los depósitos pluviales en cimas

Diversos autores han reportado sistemas de riego en cimas montañosas planas o niveladas artificialmente, en las cuales se construyeron bordos o muros de piedra y tierra para recolectar agua de lluvia para luego conducirla y derramarla sobre los campos de cultivo situados en las laderas. Existieron en el cerro Coatlinchan (Texcoco), Tamaulipas, San Luis Potosí y Oaxaca (Rojas Rabiela, 1988:152; *apud* MacNeish, 1958; citados en Hopkins, 1974:23). Es un tema poco investigado y abierto a la investigación.

Sistemas de humedad/riego en lagunas estacionales, arenales y vegas

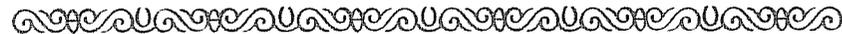
La agricultura de humedad, en general, se ha descrito como aquella practicada en terrenos naturalmente húmedos y que permiten el cultivo sin riego o sin lluvia. La obra dirigida por el fraile Sahagún registra su nombre náhuatl, *chiauhtlalli*, que traduce como "tierras que son húmedas de su natural por ser bajas y aunque no llueva tienen humedad y son fértiles, y cuando llueve mucho se pierde lo que en ellas se sembró." (Sahagún, 1975:702, Lib. XI). Aquí incluyo algunos ejemplos sobre el uso y transformación de algunas tierras húmedas que, en ocasiones, adicionalmente recurrieron al riego "de auxilio", sea con recipientes a partir de pozos o de otros métodos para encauzar el agua de ríos y lagunas cercanos, en caso de presentarse sequía.

Los terrenos húmedos comprenden una gama relativamente amplia: lechos y playones de ríos, lechos de lagunas que se secan parte del año, zonas con alto nivel freático o con suelos que retienen la humedad (especialmente en laderas montañosas desmontadas para la agricultura), y hoyas húmedas. En suma, terrenos cuya distribución fue dispersa y relativamente limitada.

Algunos de los sistemas de riego en terrenos de humedad los conocemos mediante documentos históricos y etnografía debido a su pervivencia, sobre todo en Guerrero, Michoacán y Oaxaca (río Balsas). Los ejemplos son de varias épocas y provienen de una relación geográfica del siglo XVI, de las obras de Antonio de Alzate (1791), Pedro Armillas (1949), Silvia del Amo (1988), Catherine Good (2005) y Gerardo Gutiérrez (2002).

De Tetela, situado entre dos ríos, dice la relación geográfica de Ichcateupan, de 1579:

Pasan, por junto a este pueblo, dos ríos, q[ue e]l uno, q[ue] viene por la banda del norte, es el caudaloso, q[ue] siempre trae mucho agua [y] que no se puede vadear en ningún t[ie]mpo del



año. En sus riberas siembran maíz, algodón, pepitas y melones, y, esto, en los arenales q[ue] quedan sin agua cuando baja el río. Llámase este río *Hueyatli*, q[ue] quiere decir "río grande". El otro q[ue] pasa, y viene de hacia el sur, le llaman *Apitzactli*, q[ue] quiere decir "río pequeño". En este río tienen algunas huertas de cacao, que, con el agua q[ue] sacan del, las riegan. Y, asimismo, a su t[ie]mpo del año, sacan agua para regar algunas sementeras de maíz; y no es en gran cantidad por ser poco lo que se puede regar, por ir entre sierras [el agua] (Acuña, 1985, t. 6:312).

El cultivo en los arenales del Balsas y sus afluentes fue observado en Tepecuacuiclo por el sabio ilustrado Antonio de Alzate, en 1791:

Se sabe que en las cajas o cauces de los ríos, cuando finalizan las lluvias, en los recodos, y aun en las orillas de la corriente se verifican planos cubiertos con arena, como también que bajo la arena de los torrentes o cauces que sólo tienen agua en tiempo de lluvias, en el fondo de la arena, en donde ésta se une a un suelo firme, siempre se verifica humedad...

... Luego que finalizan las lluvias y que los ríos dejan enjutos los arenales, disponen hoyos hasta encontrar con el suelo firme, y siembran la semilla de sandía: según la planta va creciendo van llenando con arena el hoyo, dejando libre la extremidad de la planta, la que vegeta con vigor por la humedad de que las raíces la proveen. Cuando la planta supera al plano de arena, acaban de llenar el hoyo, y una planta cuya semilla se halla enterrada dos varas o más, a la vista se presenta como si la hubieran sembrado en el método regular (Alzate, 1831, t. 2:395-396).

Pedro Armillas (1949) propuso que este uso combinado de agricultura de humedad con riego en los "bajiales" (sangrando los ríos, o con riego manual) para cultivar "huertos", "parece haber sido general en el Balsas Medio". Los observó en Comelagarto, municipio de Totolapa, en el río Mezcala.

Silvia del Amo y colaboradores (1988) los estudiaron en Oapan y Tetelcingo, situados a 500 y 700 msnm respectivamente, con temperaturas medias anuales de 20 a 22 °C. Allí, cuando el Balsas baja su caudal durante las secas, deja grandes playones arenosos húmedos que aprovechan los campesinos temporaleros de habla náhuatl que habitan en las partes altas, que bajan a cultivarlos e incluso se quedan a vivir allí temporalmente para cuidar las siembras. Comienzan a trabajar el 2 de noviembre y concluyen a mediados de mayo, cuando se espera la creciente del río. Siembran hortalizas: ajo, cebolla, melón, sandía, camotes, cilantro, huauhzontli, tomate, chile, y flores: *cempoalxóchitl*, girasol y *popoyito*.

El sistema consiste en el cultivo de pequeñas áreas por familia (veinte por diez metros, aproximadamente), con alta diversidad de cultivos, uso de almácigos, instrumentos manuales (cachala, espátula, tranchete o cochicole, machete), abonos orgánicos (estiércol de vaca, fiemo de murciélago y





zontecuitlatl o nido de hormigas "zontetas") y riego de auxilio (con cubeta desde pozos excavados cada vez, o del río). Por su gran suavidad, el suelo sólo se trabaja ligeramente, para prepararlo en forma de "macalis" y "tecalis", es decir, de almácigos rectangulares para echar a nacer algunas plantas y luego trasplantarlas a los tecalis, o bien, a otros terrenos de cultivo. Los tecalis son hoyos de cuarenta a cincuenta centímetros de profundidad hechos en el arenal, en cuyos fondos húmedos se depositan las semillas (maíz, sandía y melón), o plántulas (procedentes de los macalis); se tapan con una capa de estiércol y luego con arena. Cada año los tecalis se rehacen porque la creciente los arrasa (hacia el 15 de mayo ya se abandonaron).

Catherine Good (2005) registra el cultivo en arenales con riego de auxilio, a todo lo largo del río Balsas, desde Tlaczotitlan y Mezcala, zona en que los llaman "huertos de humedad", trabajados por los campesinos nahuas que habitan en poblados situados en los bancos del río o en las montañas adyacentes, entre los 500 y los 800 msnm, en que practican la agricultura de temporal. Al terminar la cosecha de temporal las familias extensas escogen los tramos del cauce del río en donde los sedimentos se han depositado y allí construyen pequeñas terrazas con camas planas rectangulares, las más bajas de las cuales reciben humedad por infiltración, pero las más altas son irrigadas a mano. Otras huertas se hacen con una serie de camas de uno por tres metros, en ocasiones alternadas con pozos someros. Los campesinos esperan tener en producción constante de enero hasta mayo una variedad de plantas de ciclos cortos. Los huertos hechos en los arenales y sedimentos que el río deja al final de la temporada de lluvias se cultivan de diciembre a mayo, mes en el cual comienza el temporal y los huertos son arrasados por el río (Good, 2005; mapa:114).

Gerardo Gutiérrez, por su parte, documenta un sistema de riego con presas derivadoras ("bordos" o "bocatomas") y la construcción de unas parcelas temporales en los arenales del río Tlapaneco y en sus tributarios (perennes), en la montaña de Guerrero. Los campesinos llaman a estos terrenos artificiales "trompezones" o tlachiquihuites (tequichiquihuites), que se benefician con el riego que cada pueblo toma y canaliza desde el río, aprovechando el suave desnivel mediante una "boca de canal" que permite elevar el agua e irrigar las parcelas situadas hasta cuatro metros por arriba del cauce durante la temporada de secas. Mi observación directa hecha en 2006 me permite sugerir que en el pasado los bordos que sirven para derivar y canalizar el agua, que hoy son de tierra, piedra y cemento, fueron presas derivadoras efímeras, hoy estabilizadas, como lo han sido las de Acatlán, que observé antes de dicho proceso.



Trompezones o terrenos creados en la vega del río mediante la captura artificial de sedimento e irrigados con presas derivadoras y canales. Tecoyo, Alpuyeca, Guerrero. Foto: Gerardo Gutiérrez Mendoza, 2002.



Al respecto, es importante destacar las diferencias entre los huertos de los arenales y estos trompezones, una de las cuales es su dimensión, pues estos últimos son bastante mayores. Los trompezones son parcelas artificiales que se forman en las playas y vegas de los ríos como efecto de una acción cuyo objetivo principal es atrapar los sedimentos que los ríos arrastran durante la temporada de lluvias, mediante la construcción de muros con estacas vivas, varas y piedras. Para los campesinos con estos trompezones no sólo se gana terreno al río y se capturan y acumulan sedimentos, sino sirven para prevenir inundaciones. Los siguientes datos aportados por Gutiérrez nos dan idea de la escala de las parcelas y del sistema en su actual dimensión:

He contado casi 3 000 parcelas de tierra de trompezón en los angostos valles del río Tlapaneco. El tamaño promedio de estas parcelas es de 1 ha. Calculo que la superficie total de terreno creado por este sistema en la cuenca del río Tlapaneco es de no más de 35 km². Sin embargo, su poder para capturar sedimentos es impresionante, con un volumen estimado de suelo rico en materia orgánica de 7 000 m³ (Gutiérrez 2002; 2008, dibujo y foto: 84).





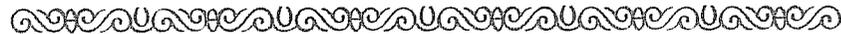
Sistemas hidráulicos y formación de lagunas artificiales

La capacidad de los prehispánicos para realizar obras hidráulicas con fines múltiples (agrícolas, cría de animales y plantas acuáticas, navegación) queda de manifiesto en algunas fuentes históricas, directamente relacionadas con la formación de "lagunas" artificiales mediante presas o bordos. Al caso ya mencionado de la laguna-presa de Totoltepec, en el norte de la cuenca de México, relacionado con el sistema de riego del Cuautitlán, hay que agregar dos ejemplos más que proceden de Coatepec-Tula, Hidalgo, y Amanalco, Estado de México. Pero antes, cabe enfatizar que la habilidad que tuvieron diversos pueblos prehispánicos para formar cuerpos de agua artificiales, o su espejo: "deshacer" cuerpos de agua naturales mediante el drenaje y su puesta en uso, se manifestó no sólo en las regiones altiplánicas del centro de México, sino también en los humedales de las tierras bajas tropicales, en donde la intensa sequía estacional sirvió como detonador para la construcción de camellones que sirvieron para el cultivo y al mismo tiempo para conservar el agua de esos depósitos naturales, además de habilitar vías de navegación a través de los canales y en general para aprovechar otros beneficios como la caza, pesca y recolección de productos biológicos (como lo sugiere Siemens, comunicación personal; Siemens, 1998).

Laguna de Tula, Hidalgo

El caso de esta "laguna" artificial, en realidad un represa o embalse artificial, es muy conocido dada su relación con los relatos de la peregrinación mexicana, cuyo punto de partida fue el legendario Chicomoztoc y el de llegada Tenochtitlan (véase Boehm, 1986:282; *Códice Boturini* o *Tira de la peregrinación*). Dos fuentes del siglo XVI emparentadas, el *Códice Ramírez* y la *Historia* de fray Diego Durán, narran cómo cuando los mexica decidían detenerse en algún punto en el curso del largo trayecto, lo primero que hacían era edificar un templo a su deidad tutelar, Huitzilopochtli y, lo segundo, "... sembrar pan y las demás semillas que usan para su sustento de riego y de temporal". Fue así que al llegar a Tula, se establecieron en el cerro Coahuatepec y:

Puestos allí mandó el idolo en sueños a los sacerdotes que atajasen el agua de un río muy caudaloso que por allí pasaba, para que aquella agua se derramase por todo aquel llano, y tomase en medio aquel cerro donde estaban... Hecha la presa se extendió y derramó aquella agua por todo aquel llano haciéndose una muy hermosa laguna, la cual cercaron de sauces,



álamos, sabinos, etc. Crióse en ella mucha juncia y espadaña, por cuya causa la llamaron Tula... Comenzó a tener grande abundancia de pescado y de aves marinas... (*Códice Ramírez*, 1979:26-27).

Después se ordenó destruir la obra, con lo cual la laguna se secó:

Huitzilopochtli mandó a los ayos que deshicieran la represa y reparos de la toma del agua con que se hacía aquella laguna, y que dejasen ir el río que habían represado por su antiguo curso, lo cual pusieron luego en obra, y desaguándose por allí toda aquella laguna quedó aquel lugar seco de la manera que antes estaba... y así salieron de aquellos términos de Tula el año de 1168 (*Códice Ramírez*, 1979:27-28).

Laguna de Amanalco, Estado de México

En Amanalco de Becerra, situado a siete leguas del valle de Toluca, existió desde época prehispánica hasta hace unas cuantas décadas, una "laguna" artificial que, al igual que las de Coatepec-Tula y Totoltepec-Cuautitlan, expuestas páginas atrás, servía lo mismo para el cultivo de su húmedo lecho que para criar peces y tules y facilitar la navegación. La laguna-presa existió hasta hace unos 35 años, cuando fue drenada y ahora se encuentra atravesada por canales y acequias que drenan el agua proveniente de los manantiales que se originan en las montañas cercanas, básicamente en el cerro San Antonio, del Nevado de Toluca, y que hoy desembocan en la presa Valle de Bravo. En la actualidad, la tierra de humedad del antiguo lecho se cultiva con forrajes y haba durante las secas, y las casas de los pueblos de las antiguas orillas avanzan sobre esos terrenos. La referencia histórica que me permitió identificar esta "laguna"-presa procede del *Teatro Mexicano*, de fray Agustín de Vetancurt, del año de 1698 y no podía ser más explícita sobre el carácter de la laguna y sobre el funcionamiento de las "presas":

... que nace de unos ojos que bajan de las Sierras altas que la rodean, y los Naturales de ella hallaron industria de cómo desaguarla y echarle las presas a su tiempo, de tal manera que al tiempo de las aguas está llena, así del agua de los manantiales como [de] la [que] vierten las Sierras en avenidas, y se cría pescado, y al tiempo del Verano, y la Cuaresma, la desaguan, y siembran en ella muchas sementeras de maíz, y otras cosas (Vetancurt, 1971, t. 2, p. 1, cap. V: 35).

Sistemas de riego con agua subterránea

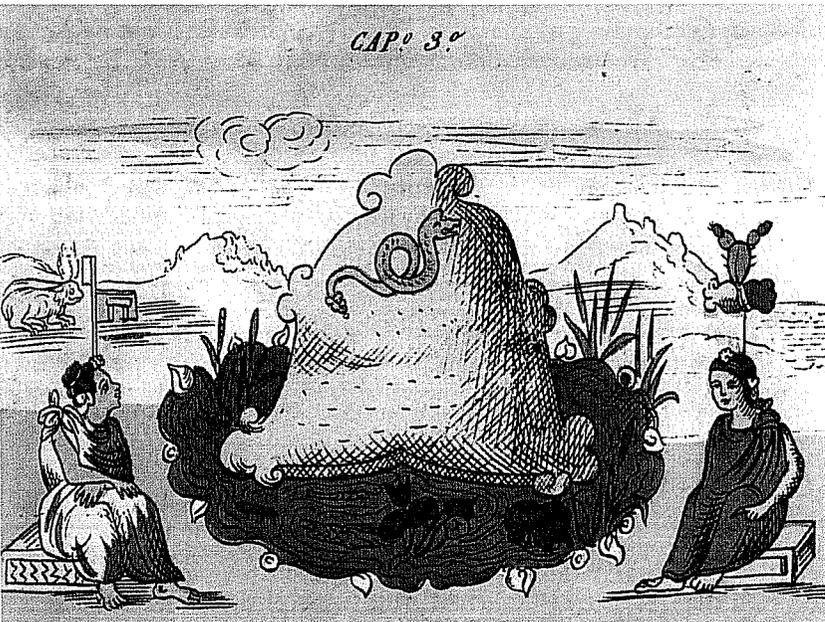
Riego manual o "riego a brazo"

La irrigación manual se practicó en época antigua utilizando agua de pozos, lagunas y canales en las zonas con alto nivel freático: valles, chinampas,

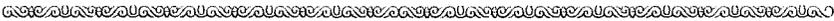




Posible presa-“laguna” de Apasco (“lebrillo de agua”), Estado de México, según el *Códice de Apasco*, Archivo General Agrario.



La “laguna”-presa de Cohuatepec-Tula (Hidalgo), según el *Códice Durán*, siglo XVI (1990).

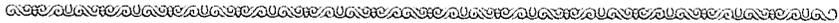


Vista del antiguo vaso de la presa de Amanalco, Estado de México.
Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2008.



Riego manual con cántaro a partir de pozo. Valles Centrales de Oaxaca.
Foto: Ricardo María Garibay.

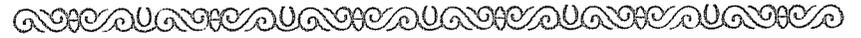




Riego en un almácigo con cántaro, *Códice Florentino*.



Fertirrigación para formar almácigos, Tlaxiátemalco, Xochimilco. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 1994.



campos levantados y otros, así como en los arenales antes descritos, entre otros. Se registra gráficamente en diversas fuentes históricas, entre ellas algunas pictográficas, principalmente el *Códice Florentino*, y persiste hasta ahora en varios sistemas agrícolas campesinos. Para aplicar el riego se han usado recipientes y métodos variados: cántaros, jarros, bateas, jicaras, tecomates, cucharones, remos y otros, aplicados con palancas, o a brazo.

Las evidencias arqueológicas de pozos utilizados para el riego manual y probablemente también para usos domésticos, datan del año 1000 a. C. y proceden de dos sitios del Formativo: Abasolo y Mitla, en el valle de Oaxaca (Flannery, 1983, en Marcus, 2006:233); pero es plausible que hayan existido en aquellos tiempos en otros lugares con alto nivel freático, tal como Zaachila, San Lázaro Etla y San José Mogote, Oaxaca.

En la actualidad, el riego a brazo se sigue practicando en el valle de Oaxaca, a pesar de las muchas jornadas que se tienen que invertir. El agua está a unos tres metros de profundidad y para extraerla se emplea un cántaro de diez litros, que se vacía sobre cada una de las plantas (Marcus, 2006:233; foto).

En las chinampas de la cuenca de México se usaron los zoquicueros o *zoquimaitl* (pértigas con bolsas de manta sujetas a una de las puntas) para extraer agualodo y agua de los canales y de esa forma irrigar y al mismo tiempo fertilizar, así como las "cuetlaxpalas" o "bateas" para aventar agua desde las zanjas a las chinampas, después sustituidos por regaderas, mangueras y bombas eléctricas o de gasolina.

En la cuenca de Pátzcuaro se emplearon los remos de las canoas o bien, los cucharones de madera (tepacuara, bateas o palas) movidas como palancas, para aventar agua a las parcelas ribereñas, o vaciarla a los canales para de allí distribuirla. El origen prehispánico de estos artefactos es sólo probable.

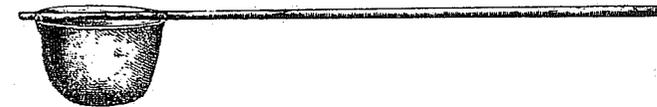
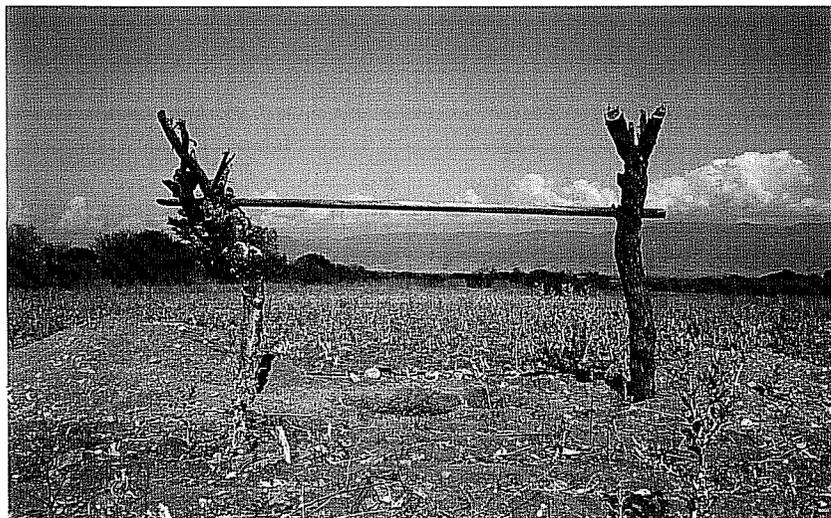


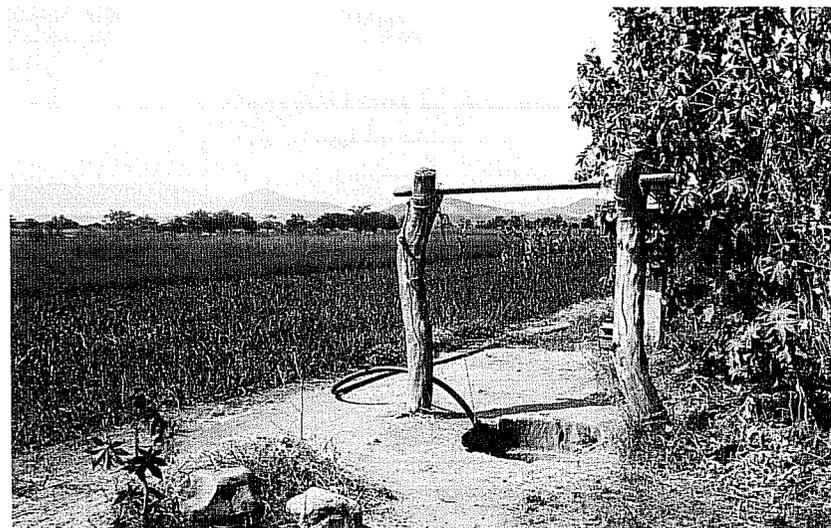
Fig. 3.—Cuero

Zoquimaitl o "zoquicuerdo" para extraer y vaciar el lodo del fondo de los canales a las chinampas en un dibujo de 1911. Santamaría, 1911.





Pozo para riego de auxilio.



Pozo para riego con cántaro, hoy con manguera.
Valles Centrales Oaxaca. Fotos: Ricardo Garibay.



El riego a brazo ha estado asociado con la agricultura intensiva, en ocasiones para producir una segunda cosecha y hasta una tercera en la misma parcela; su práctica representa una forma muy eficiente de usar el agua, si bien implica una alta inversión laboral ya que el agua se saca del pozo o el canal y se aplica planta por planta, mata por mata o en los canalitos de las parcelas.

Una de las pocas referencias históricas localizadas respecto al riego a partir de pozos se encuentra en la relación geográfica del pueblo de Chilapa de 1582:

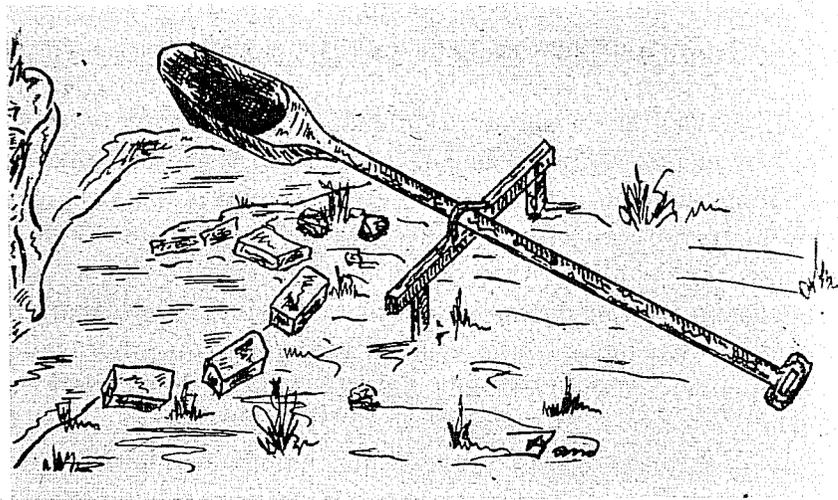
... junto al pueblo pasa un arroyo de poca agua y salobre: aprovechanse algunos naturales del para regar sus sementeras de ají y maíz, el cual maíz cogen dos veces en el año, aunque es poco lo de regadio; y faltándoles esta agua se aprovechan de agua de pozos, que hay muchos en las propias sementeras de riego (Paso y Troncoso, 1905-1907, t. V, p. 179).

Riego a partir de galerías filtrantes

Uno tema recurrente entre los interesados en la historia de las obras hidráulicas en México, aún no plenamente resuelto, es el del uso prehispánico de las galerías filtrantes o *foggaras*, una técnica de captación de aguas subterráneas usada desde la antigüedad en el Cercano Oriente y norte de África, y muy difundida entre los reinos islámicos de la península Ibérica tanto para irrigar como para beber. También conocidas como *qanat* (lanza o conducto, en árabe), "viajes o minas de agua", y "pocería o tajos", entre otros nombres, son en realidad acueductos subterráneos que consisten en túneles y pozos excavados hasta encontrar agua freática atrapada, por lo general, en suelos de travertino. En Parras, Coahuila, por ejemplo, el sistema consiste en un túnel o galería horizontal "que funciona como canal subterráneo y capta agua por filtración del manto freático. Poseen una pendiente mínima pero suficiente para conducir el agua por gravedad hasta el exterior" (Martínez García y Eling, 2008), en donde sigue encauzada hasta un depósito y de éste se distribuye a las parcelas mediante canales. Los pozos verticales que conectan el canal sirven para excavar la galería y luego para ventilarla y realizar labores de limpieza y mantenimiento.

Las escasas galerías que han sido estudiadas arqueológicamente están en el norte de México y, aunque son difíciles de fechar como casi todas las obras hidráulicas, las exploradas en Parras se han fechado como posteriores a la conquista (Martínez García, 2005; Martínez García y Eling, 2008). Pero las galerías filtrantes también han existido y son relativamente abundantes en otras zonas situadas en la antigua Mesoamérica, caracterizadas por contar con aguas freáticas atrapadas en suelos de travertino como las de los





Tepacuara, batea o cucharón para elevar el agua mediante una palanca.
Lago de Pátzcuaro.



Tepacuara, batea o cucharón purépecha del lago de Pátzcuaro.
Foto: Ricardo María Garibay.



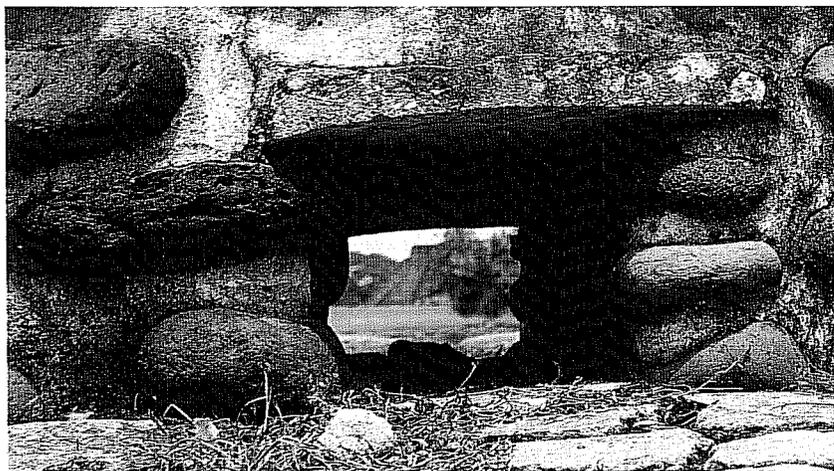
estados de Tlaxcala y Puebla (en Tehuacán existen hoy ochenta galerías en funcionamiento; en los municipios de Tepeaca y Acatzingo, más de treinta; en el de Valsequillo, más de 130), Coahuila (Saltillo, Parras, Viesca) y Jalisco (La Venta del Astillero, La Gotera, La Ocotera) (Rojas Rabiela, 1988:153-154; Henao, 1980; Beekman, Weigand y Pint, 2002; Wilken, 1990; Martínez García, 2005; Palerm y Sánchez, s/f; Martínez García y Eling, 2008).



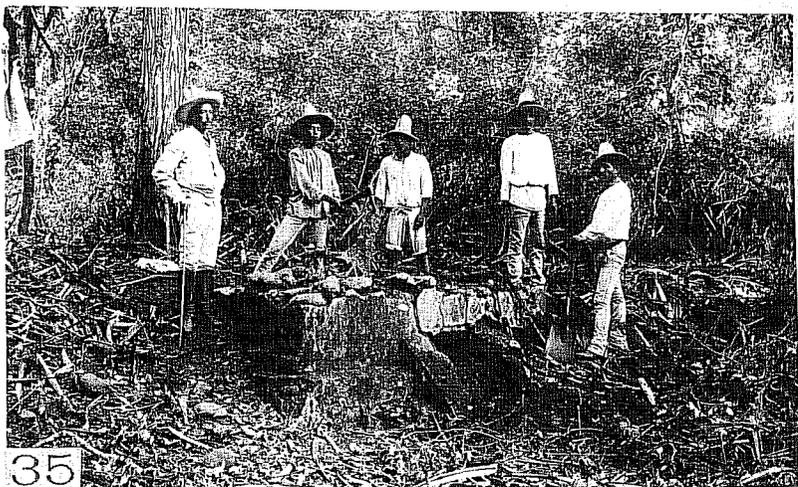
Capítulo 3



OBRAS HIDRÁULICAS PARA LA CONDUCCIÓN, CONTROL Y DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES



Alcantarilla, Zempoala, Veracruz. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2008.



Expedición de Cempoala. Templo de las Caritas (Exterior de un desagüe del muro) — (Antes de las excavaciones) —

Desagües de un muro en el Templo de las Caritas, Zempoala, Veracruz. Expedición de Francisco del Paso y Troncoso a Cempoala, Veracruz. Finales del siglo XIX.



Sin lugar a dudas, la mayoría de las antiguas ciudades mesoamericanas contaron con desagües subterráneos que corrían a través de los edificios y patios y que, en ocasiones, se conectaban con canales externos superficiales de desagüe empleados para riego. Algunos de estos sistemas de drenaje son muy antiguos, como los casos de La Venta, Tabasco, y San Lorenzo Tenochtitlan, Veracruz (que floreció entre 1500 y 500 a.C.), dos sitios olmecas del Golfo de México, donde sus habitantes emplearon tubería de barro y acueductos subterráneos de piedra basáltica labrada, cuyos tramos se ensamblaron con chapopote o bien con mezcla, algunos con tapa, así como también alcantarillas de piedra. Lo más probable es que estas canalizaciones hayan servido para desaguar el agua de lluvia con el fin de evitar inundaciones, pero quizá por igual aguas de desecho. En San Lorenzo estas instalaciones hidráulicas se combinaron con pozos y diversos tipos de depósitos de agua, superficiales y subterráneos (Coe, 1968; Heizer, 1968).

No fue raro que estas redes de desagüe se conectaran con otras de acequias para irrigar las parcelas de las zonas agrícolas adyacentes. En Teotihuacan, por ejemplo, los cursos de agua que pasaban por el interior de esta gran urbe del Clásico fueron canalizados y continuaron su curso más allá, al campo, a veces siguiendo las orientaciones de la ciudad misma (Millon, 1973:47). Pero en todo caso en las antiguas ciudades de Tula, Teotihuacan, Tajín y otras existieron sistemas de drenaje cuyas características es necesario sistematizar.

Tratamiento aparte merece un edificio monumental del Tajín, antigua ciudad totonaca del Clásico, conocido por los arqueólogos como la "gran Xicalcolihqui", cuya función para controlar inundaciones en su interior es una interesante posibilidad que más adelante expongo.

Desagües y alcantarillas en Zempoala, Veracruz

La antigua ciudad de Zempoala se localiza en la zona central del estado de Veracruz, a ocho kilómetros de la costa del Golfo de México, en una planicie cuya altitud fluctúa entre los 20.5 y 25.5 msnm, en la ribera izquierda del río





Desagües en el templo de las Caritas, Zempoala, Veracruz. Expedición del Paso y Troncoso a Zempoala, Veracruz. Finales del siglo XIX.



Actopan o Chachalacas. Tiene un clima "ligeramente húmedo con deficiencias grandes en el invierno, megatérmico (cálido)", y una precipitación anual de 1 231 milímetros, de los cuales el 88% se concentra entre junio y octubre, con mayores volúmenes en tres de esos meses. Dicho patrón "provoca las avenidas que inundan fácilmente el terreno poco elevado, en detrimento de la producción agrícola." (Brüggemann *et al.*, 1991a:51).

La primera expedición arqueológica a Zempoala, emprendida por el Museo Nacional a finales del siglo XIX, estuvo a cargo de Francisco del Paso y Troncoso y de ella proviene una serie de valiosas fotografías que documentan visualmente, entre otros aspectos, la existencia de desagües (conductos subterráneos) en los edificios de la antigua ciudad, así como de alcantarillas que daban salida al agua. En una de ellas podemos leer lo siguiente: "Expedición de Zempoala. Templo de las Caritas. (Exterior de un desagüe del muro). - Antes de las excavaciones)-." En otra se ve el mismo edificio ya excavado, y en otra más se observa desde el interior una de las esquinas del llamado "edificio de las chimeneas", construcción estucada con almenas, y allí la salida de varios de esos desagües subterráneos, de forma cuadrangular; es decir, de alcantarillas.

Posteriormente, el arqueólogo José García Payón (1949, en Brüggemann *et al.*, 1991:32) realizó diversos trabajos en la antigua ciudad, a partir de los cuales dio a conocer tres sistemas hidráulicos: el primero, de "pequeños acueductos que pasaban bajo tierra" destinados a la irrigación, alimentados con agua del río Chachalacas; el segundo, para desaguar el agua pluvial de los techos de los edificios y, el tercero, subterráneo, para drenar el agua de los diversos monumentos de las plazoletas; es decir, el registrado en las fotografías de la expedición de Paso y Troncoso. No queda claro, sin embargo, si el primero y el tercero son sistemas diferentes o el mismo. Sobre el riego dice lo siguiente:

Una característica importante que demuestra los conocimientos que los zempoaltecas tuvieron de hidrología es el hecho de que toda esta vasta extensión se hallaba surcada por una red de pequeños acueductos que pasaban bajo tierra, en donde por gravitación circulaba el agua cristalina que se distribuía en toda la antigua ciudad y que se tomaba, más alto, en el río Chachalacas (García Payón, 1949, en Brüggemann *et al.*, 1991:32).

Sobre los dos sistemas destinados al desagüe, el mismo García informa que:

En todas las plazoletas de los monumentos, debajo del basamento que soportan las almenas, se encuentran series de agujeros rectangulares por donde se escurrían las aguas a lo largo de los cuerpos de las estructuras, y ya mencioné anteriormente que debajo de los muros de los recintos este mismo sistema se encuentra en los lugares necesarios (García Payón, 1949, en Brüggemann *et al.*, 1991:42).





Deasagüe en un muro de Zempoala, Veracruz. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2008.



Estructura circular que bien pudo servir para recolectar agua de lluvia. Zempoala, Veracruz. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2008.

Palerm, apoyado en diversas fuentes históricas del primer siglo colonial, afirma que en el momento del contacto Zempoala contaba con una población de entre 80 y 120 mil habitantes, y tenía "un patrón enteramente urbano: casas, palacios, templos, calles, plazas, distribución de agua corriente a las viviendas y a las huertas privadas, subterráneos con desagües..." (Palerm, 1962:75).

En años más recientes, el arqueólogo Jaime Cortés Hernández, miembro del proyecto dirigido por Brüggemann, afirma que en Zempoala hay "evidencias del uso del agua para fines urbanos y de obras arquitectónicas, como los sistemas amurallados, para proteger los edificios de las constantes inundaciones." (Cortés, 1991:271). "El agua se obtenía del río Actopan o San Carlos, ubicado a escasos 900 m. en la parte suroeste del antiguo asentamiento." (Cortés, 1991:272). Sobre el desagüe urbano, documenta seis de esos "ductos" o "canales subterráneos", cuya finalidad era desalojar las aguas residuales del interior de los edificios, que eran colectadas y dirigidas hacia las partes bajas del lugar para emplearse en el riego agrícola (Cortés, 1991:273).

El propio Cortés da a conocer a través de una fotografía, la salida de uno de los canales de desagüe, situado en la esquina derecha de la escalinata de acceso al sistema amurallado IV y que atraviesa la muralla (Cortés, 1991:277-291), pero agrega que la información disponible no le permite dilucidar si los mismos ductos, canales o acueductos (en su sentido de conducto de agua) eran sistemas diversos o integraban uno solo con varios fines: irrigación, desagüe de aguas pluviales y drenaje de aguas usadas.

Sobre las huertas irrigadas de Zempoala en el tiempo de la conquista, fray Juan de Torquemada escribió a principios del siglo XVII que contaban con "agua de pie", es decir, con agua permanente, que ahora sabemos provenía del sistema de riego por canales alimentado del río vecino: "... era entonces Zempoala grandísima población y de grandes edificios... y en cada casa había una huerta, con su agua de pie, parecía todo junto un deleitoso paraíso..." (Torquemada, 1975, t. II, Lib. IV, cap. XIX: 81).

Otro posible elemento con funciones hidráulicas en Zempoala es la estructura circular situada en el sistema amurallado IV, sobre cuya función encuentro dos interpretaciones: la de García Payón (1942, citado en Cortés 1991:274), para quien habría servido para el sacrificio gladiatorio; y la de Cortés Hernández, quien considera que pudo ser "un colector de aguas pluviales o un pozo excavado hasta el nivel del agua, que tuvo una función determinantemente urbana... , ubicado cerca de la esquina de la plataforma del llamado templo de Las Chimeneas" (Cortés, 1991:274).

Xicalcolihqui de Tojín, Veracruz

La estructura monumental conocida como Xicalcolihqui, así bautizada por los arqueólogos por tener "un muro en espiral" (Brüggemann, *Guía INAH*, s/f),

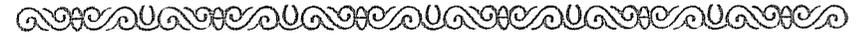




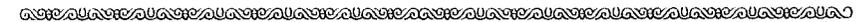
Xicalcolihqui, posible estructura para amansar agua. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2007.



se ubica en el noroeste del área central de esta ciudad totonaca del Clásico, y es descrita como un "muro que contiene una plataforma donde se asientan varios montículos." (Brüggemann, 1992:217). Mi inclusión de esta hermosa construcción monumental de piedra entre las obras hidráulicas prehispánicas de control de avenidas es preliminar, dado que para confirmarla se requiere contar con información que no se consigna en las publicaciones existentes. Se propone que la función de este edificio pudo haber sido la de almacenar temporalmente, controlar y "amansar" las avenidas del tiempo de lluvias, con objeto de evitar el daño a los edificios de las áreas ceremonial y residencial; idea planteada originalmente por una de las integrantes del equipo del arqueólogo Brüggemann cuya identidad no he podido establecer.



Mi observación directa del diseño de esta enorme "jícara curvada o retorcida" (que eso significa en náhuatl la palabra *xicalcolihqui*), señala en esa dirección, habida cuenta de las estructuras externas angulosas ataluzadas, apropiadas para resistir y aminorar la fuerza del agua, muros interiores lisos hechos con bloques de piedra careada y, quizá lo más significativo, unas a manera de ventanas con gradas o escalones cortos e invertidos (ataluzados) a manera de vertederos para evacuar las demasias (una vez asentados los limos y calmada la fuerza del agua). Esta propuesta tiene que ser analizada en el contexto de un estudio detallado del diseño, proporciones, microtopografía e hidrografía antigua, lo mismo que de las estructuras interiores (montículos), y la cronología que corresponda a cada elemento.



Xicalcolihqui, posible estructura para "amansar" aguas. Tajin, Veracruz. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2007.

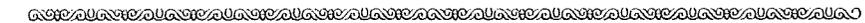
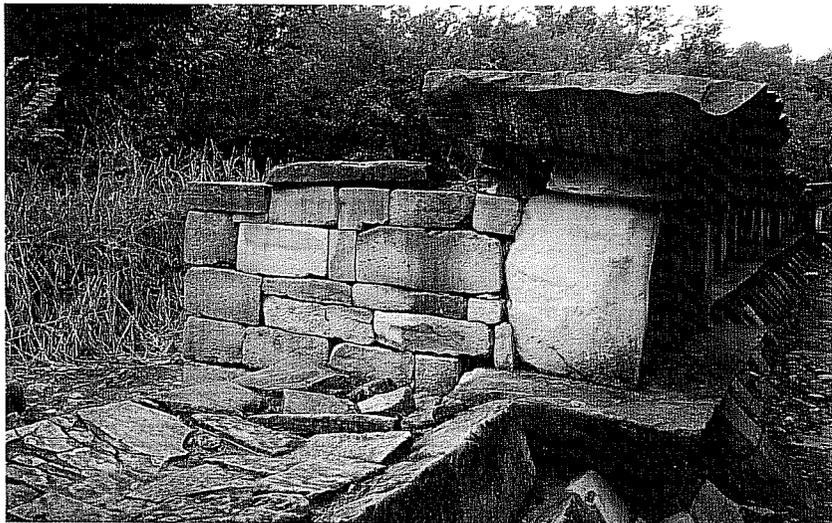




Figura de un depósito de agua en un tablero de un juego de Pelota, Tajín, Veracruz. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2007.



Detalle de Xicalcolihqui.
Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2007.

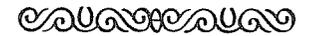


CAPÍTULO 4

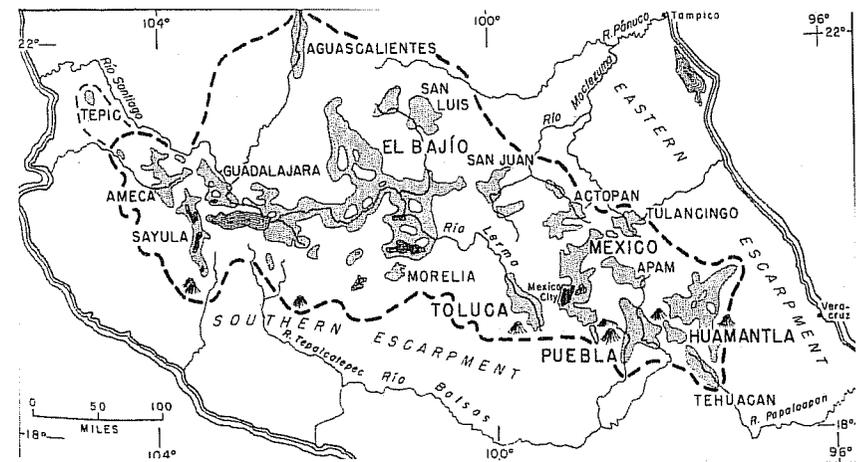


OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL CONTROL DE LOS NIVELES DE AGUA EN ZONAS LACUSTRES, PANTANOSAS E INUNDABLES





En la compleja historia cultural mesoamericana las lagunas interiores tuvieron un papel muy importante para sus habitantes desde tiempos muy antiguos, tanto por contener agua dulce (la mayoría) como por su gran riqueza biológica. Me refiero en particular, aunque no en exclusiva, a la serie de cuencas endorreicas localizadas a lo largo del Eje Volcánico Transversal que se convirtieron en polos de atracción de las poblaciones humanas desde el principio mismo de la ocupación del continente (mapa en West y Augelli, 1989:27).

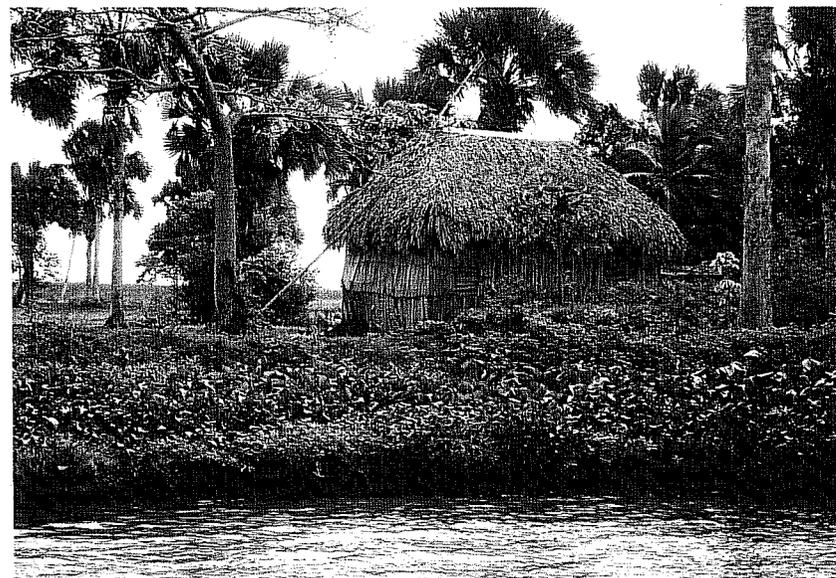


Principales cuencas endorreicas de la Mesa central de México. West y Augelli, 1989, p. 27.





Pantano de Tabasco. Foto: Teresa Rojas Rabiela.



Pantanos de Centla, Tabasco.
Foto: José Luis Martínez, 2006.



Pero los antiguos mesoamericanos además de usar directamente sus recursos naturales, desarrollaron diversas técnicas hidráulicas que les permitieron establecerse en ellas. Algo similar sucedió en las ciénegas de las tierras inundables presentes aquí y allá en el territorio mesoamericano, y vivir tanto de sus recursos biológicos como fundar poblados, practicar la agricultura, transportarse por agua con mayor eficiencia y proveerse de agua para usos domésticos, entre otros beneficios. Pero habitar en esos medios con harta frecuencia implicó invertir mucho trabajo para controlar los niveles del agua para evitar inundaciones, lo mismo que para desecar y "levantar" secciones del terreno para vivir en condiciones adecuadas y poder cultivar sin sufrir el exceso de humedad, o bien, lo contrario. Las obras se orientaban por igual a abrir y luego mantener en buen estado los canales y zanjas, y a conducir o acarrear agua dulce para beber desde lugares lejanos, entre otras tareas necesarias.

Sistema hidráulico de la cuenca de México. Distrito Federal y Estado de México

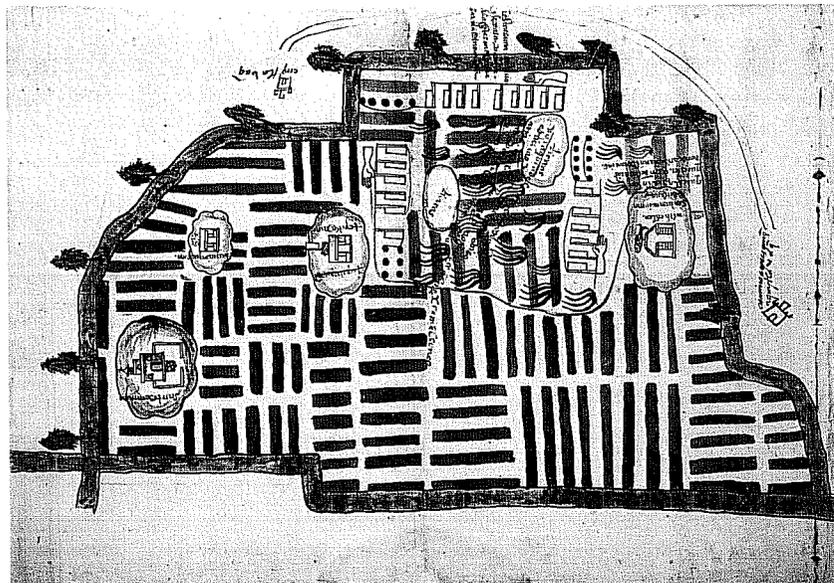
La cuenca endorreica más estudiada de todas las existentes en Mesoamérica es, a no dudarlo, la de México. Escenario de numerosos procesos y acontecimientos relevante en la historia de los pueblos originarios, empezando por uno muy peculiar y antiguo, que conocemos gracias a los estudios de la arqueóloga Chistine Niederberger en Zohapilco (Tlapacoya, en el sur), hasta los que actualmente enfrentamos en la megalópolis. En Tlapacoya hizo su aparición el sedentarismo antes que la práctica de la agricultura (durante el Formativo), raro fenómeno que se vincula con la riqueza biológica de la región y de esa subcuenca en particular (Niederberger, 1976, 1987, 1999).

La de México ya era una cuenca cerrada cuando arribaron los primeros pobladores humanos a esta parte del continente y hasta el principio del siglo XVII, cuando los españoles abrieron un primer drenaje por Huehuetoca, al norte, para conectar sus aguas con el río Tula y el Golfo de México. Antes, la cuenca recibía y contenía toda el agua que le tributaban numerosos ríos perennes, manantiales y corrientes estacionales, con lo cual se formaba un sistema de lagunas y ciénegas acorde con la topografía local (más alto en el septentrión) y el régimen pluvial (en el norte llueve, aproximadamente, la mitad que en el sur). Pero el agua no cubría por completo la enorme cuenca, sino que quedaban áreas cenagosas al lado de otras cubiertas completamente por agua, con profundidades variables, resultado de la fuerte evaporación,





Chinampa de Don Silvano, San Luis Tlaxialtemalco. Xochimilco.
Foto: Teresa Rojas Rabiela, 1976.



Chinampería, poblados insulares y un tular en formación, rodeados de un canal en 1579. AGN, Tierras, vol. 2681, exp. 6, f.2.

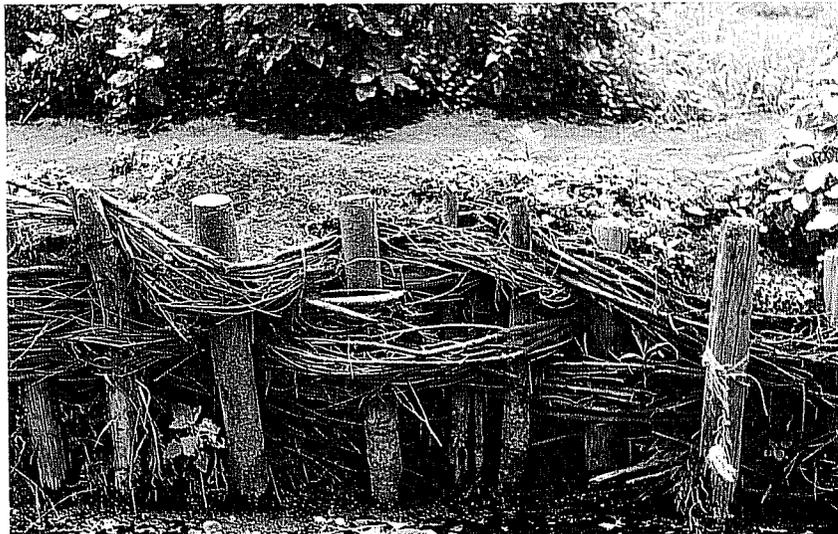
del régimen de lluvias, de los ciclos naturales de humedad y sequedad, de los suelos que producían más o menos infiltraciones, de la dulzura o salinidad del agua; además de los fenómenos de circulación de agua entre las subcuencas que las diferencias de altitud y los fenómenos de circulación de agua que éstas producían. A pesar de lo anterior, se sabe que durante todo el periodo de la ocupación humana la "situación no sufrió grandes alteraciones" (Palerm, 1973:16). La extensión de esta megacuenca, a partir de los parteaguas montañosos, era de unos ocho mil kilómetros cuadrados, y la del sistema lacustre con sus lagos y pantanos, mil kilómetros cuadrados (un octavo del total, tomando como límite aproximado la cota de los 2 250 msnm).

La cuenca de México fue el escenario no sólo de un temprano sedentarismo, sino de la construcción de una impresionante diversidad de obras hidráulicas, ya reseñadas en varias partes de este texto. Toca ahora abordar su turno a aquellas cuyo objetivo principal fue el control de los niveles del agua, directamente relacionado con la creación de suelo artificial lacustre, tanto para habitar como para cultivar en las ciénegas, cuya existencia dependía de las obras y éstas de una alta densidad demográfica capaz de sostener la carga laboral implicada en obras, trabajo agrícola, mantenimiento y otras tareas semejantes.

Los lagos de la cuenca de México y luego sus compartimentos artificiales, funcionaban a manera de vasos comunicantes, donde el de Texcoco (central) era el más bajo y el que recibía los excedentes de los demás. El de México (sección occidental del anterior) estaba más alto que el de Texcoco; el de Xochimilco ligeramente más que éste y el de Chalco todavía más. Por su parte, la subcuenca septentrional estaba a "a bastante mayor altura que los lagos de Texcoco y México, ascendiendo de manera relativamente pronunciada desde Ecatepec, al extremo sur, hasta Zumpango y Citlaltépetl, al extremo norte." (Palerm, 1973:234). La comunicación entre todos los vasos estaba directamente relacionada con el régimen pluvial e hidrográfico, a consecuencia de lo cual los excedentes del temporal procedentes del norte tendían a depositarse en Texcoco y, a veces, a rebalsar sobre el de México y aun el de Xochimilco; pero el mayor problema era que el agua de Texcoco era salobre. El efecto contrario se daba durante el estiaje o los ciclos de sequía, cuando los vasos quedaban secos o convertidos en pantanos. Otro factor que influía en las diferencias entre los vasos era su régimen de alimentación, pues mientras Chalco recibía constantemente agua dulce de los ríos originados en la Sierra Nevada y de numerosos manantiales que brotaban en su orilla e interior, lo mismo que Xochimilco, alimentado por el agua de Chalco y de sus propios abundantes y caudalosos manantiales, México recibía el agua del sur y la de varios ríos del



Chinampero transportando pastura en su canoa. Atrás otro chinampero y una red o salabre. Sin fecha. FINAH, Fondo Étnicos, 21869.



Chinamitl, cerco entretejido para reforzar la chinampa, San Luis Tlaxialtemalco. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 1976.



poniente, algunos perennes y otros estacionales, además del agua del lago de Texcoco. Éste, por su parte, era depositario del agua de todos los demás lagos, sumada a la de varios ríos torrenciales y uno permanente (Teotihuacan). En los vasos del norte: Xaltocan, Zumpango y Citlaltepec, la alimentación era de avenidas, excepción hecha del río perenne Cuautitlan, a cuyo sistema hidráulico dedicamos algunas páginas en este texto.



El sobredicho tectli significa en estas figuras en que anda ocupado en reparar las calles y puentes que van a la mezcuita; camino o calle con su puente de madera. Códice Mendocino.



Para enfrentar la paradoja de la desecación-exceso de agua, vinculada con la estacionalidad climática y las fluctuaciones en las estaciones mismas, los antiguos habitantes de la cuenca de México realizaron una serie de obras hidráulicas monumentales que influyeron en el conjunto, al lado de otras de pequeña escala y alcance local que en conjunto cambiaron paulatina, diferencial y definitivamente la configuración de la región y de sus partes. Sin lugar a dudas, la fundación de Tenochtitlan por los mexica en plena laguna y su ascenso político vertiginoso influyeron de manera directa en el proceso de transformación ambiental del Posclásico tardío. Estas obras hidráulicas son las mejor conocidas de Mesoamérica, y abarcaron un amplio repertorio de técnicas y funciones, desde aquellas orientadas al control de los niveles de agua para manejar el binomio inundación-desecación de los canales, chinampas, poblaciones fundadas en islotas (Tenochtitlan-Tlatelolco, Cuicuilco y otras), penínsulas (Xochimilco) y orillas de los vasos lacustres (Tacuba, Iztapalapa y

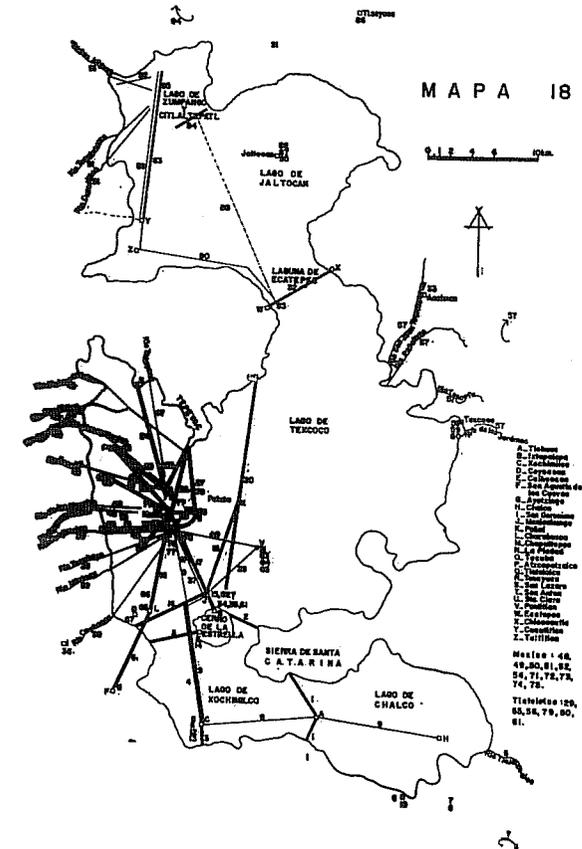
otras muchas), hasta las encaminadas a proveer de agua a las poblaciones, irrigar campos agrícolas en laderas y valles, "jardines y casas de placer", y un gran etcétera más. Reseñar su historia es materia amplia que sólo emprendo someramente con la intención de dar una idea del asunto.

En resumen, el conjunto hidráulico, especialmente denso, intrincado e interconectado en la sección del lago de México, y que podemos apreciar mejor en un mapa antiguo como el de *Upsala* (Linné 1948) o en los elaborados por Palerm (1973, adicionado por Doolittle, 1990), y González Aparicio (1973), estaba compuesto por diques (albarradas o albarradones); calzadas-dique (con esa doble función); canales de navegación-riego-drenaje con distintas



La subcuenca sur de México según el mapa de Upsala (detalle), fechado alrededor de 1555 (el norte se encuentra a la derecha). Pueden observarse tanto la chinampería con sus canales, calzadas y albarradas, como la tierra firme, así como las actividades desarrolladas en ambas.

dimensiones, formas y materiales; presas almacenadoras y derivadoras; puentes de troncos; compuertas y embarcaderos, entre otros. Su construcción y mantenimiento constante permitió la vida urbana en el interior de las zonas pantanosas y las lagunas de poco fondo, así como en las riberas. En las laderas las obras hidráulicas estaban conectadas con las lacustres y formaban un denso conjunto hidráulico.

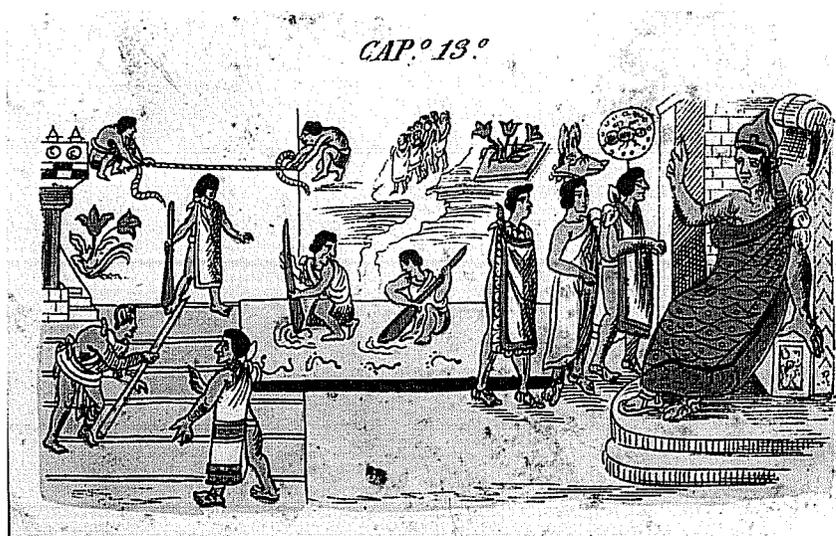


Mapa de las obras hidráulicas prehispánicas existentes en el momento del contacto, según Ángel Palerm, 1973.



La construcción de terreno con técnicas que combinaron drenaje y creación de suelo (por adición de materia orgánica lacustre y tierra) permitió ampliar la superficie para habitar en el medio lacustre tanto como para la práctica agrícola, incrementando la base productiva y la sostenibilidad urbana, al mismo tiempo que la apertura de canales (aun en los pantanos) para ampliar las rutas de navegación lacustre y, por ende, los intercambios comerciales y humanos internos y exteriores. La obra de Palerm sobre las *Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del valle de México* (1973), ofrece una revisión muy completa y sistemática sobre el tema a partir de veintidós fuentes históricas, cada una dotada con un mapa que resume las obras mencionadas en cada una, además de un mapa resumen general. A esa obra remitimos a los interesados en conocer los detalles, así como a otros estudios clásicos, compilados en Rojas Rabiela (1993) y González (1973).

Antes de entrar en esa historia, conviene resumir las técnicas que los habitantes de la cuenca emplearon en aquellos tiempos tardíos para construir el suelo urbano y el agrícola (chinampas) (muy similares entre sí por cierto):



Xochimilcas y tepanecas en la construcción de la calzada México-Xochimilco: unos nivelan, otros miden con una cuerda, coyoacas y otros más trabajan con sus coas o uictin.: De cómo después de hecha la calzada por los xuchimilcas y tepanecas, mandó el rey Itzcóatl de México ir a repartir las tierras de Xuchimilco." *Códice Durán*.

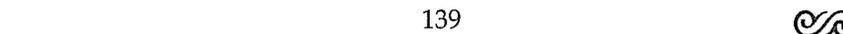


1) apertura de zanjas para drenar el suelo pantanoso, apilamiento de tierra, lodo y conglomerado de vegetación acuática (*atapalacatl* en náhuatl), con el fin de formar una plataforma por encima del nivel del agua; 2) para el suelo urbano, colocación de hileras de estacas a manera de pilotes, hincados verticalmente en el fondo del lecho lacustre, luego rellenas con tierra y allanada su superficie; 3) para el suelo agrícola, sembrar de estacas vivas de sauces (*Salix bomplandiana*) para afianzar las orillas de las parcelas (Rojas Rabiela, 1993:301-327).

Las chinampas agrícolas son parcelas artificiales de forma rectangular, con aspecto de islotes largos y angostos, cuyas proporciones permiten la captura de la humedad de los canales chinamperos, llamados localmente "zanjas". Estas chinampas, "tajones" o "camellones", como a veces se les nombra en los documentos novohispanos, fueron hechos "a mano" (artificialmente) en las zonas pantanosas y lacustres de poca profundidad y agua dulce corriente. Del pantano o ciénega los chinamperos obtenían los elementos para su construcción, manejo cotidiano y renovación periódica, básicamente la vegetación acuática para formarlas, abonarlas, hacer almácigos, renovarlas y "levantarlas" cuando era necesario (por la elevación catastrófica u otros motivos, de los niveles de agua). De la ciénega provenían por igual el agua y el agualodo para abonarlas e irrigarlas, y el lodo del fondo para formar los semilleros o almácigos. El diseño rectangular de las parcelas facilita las operaciones del trabajo agrícola, todas manuales, tales como el acarreo y vaciado del lodo para los semilleros que se colocan cerca de las orillas, el riego artificial cuando es necesario, el transporte acuático de cosechas y plántulas, etcétera.

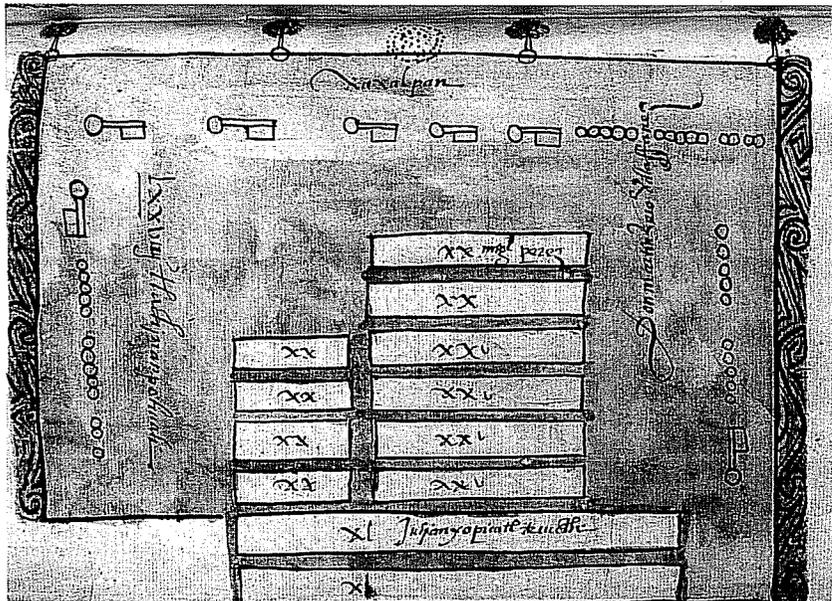
Las chinampas propiamente dichas (las agrícolas), hicieron su aparición en la cuenca de México en el Horizonte temprano (1300-800 años a. C.) en algunas comunidades de las orillas de los lagos, pero en realidad fue después (Horizonte tardío, 1325-1521) cuando el sistema se expandió hasta ocupar grandes extensiones en los humedales de agua dulce, concomitante con el crecimiento demográfico en la propia cuenca y con la expansión imperial de la Triple Alianza (Tenochtitlan, Texcoco y Tlacopan). Sólo en Chalco-Xochimilco la chinampería llegó a ocupar en el siglo XVI unos 120 kilómetros cuadrados (doce mil hectáreas, aproximadamente, incluyendo canales y lagunetas), en estrecha relación con la construcción de obras hidráulicas que permitieron el manejo de los niveles de agua y flujos de ríos y canales para que las chinampas no se inundaran ni sufrieran sequía (Armillas, 1971).

Dos fuentes históricas nos permiten adentrarnos mejor en el aspecto y ambiente de la chinampería de hace siglos, la primera de las cuales fue escrita por Antonio de Ciudad Real, acompañante del padre Ponce durante su visita a Xochimilco en 1585, en la que describe así estas parcelas:





Chinamperos transportando tule en los canales de la chinampería de Xochimilco 1920.



AGN, Vinculos, 1574. Chinampería de Xochimilco.
FINAH, Fondo Teixidor, núm. 22875.



Estas milpas son de maíz, de chile y de chia, que es una yerba cuya semilla comen los indios, y su aceite de linaza: llámense estas milpas chinampas, y hácenlas dentro del agua, juntando y amontonando céspedes de tierra y lodo de la misma laguna, y haciendo unas como suertes muy angostas... dejando una acequia entre suerte y suerte o entre chinampa y chinampa, las cuales quedan como una vara y menos, altas del agua y llevan poderosos maíces, porque con la humedad de la laguna se crían y sustentan aunque no caiga agua del cielo... Ponen también en estas chinampas almácigos de maíz y de allí los trasponen, que es cosa muy particular de aquella tierra (Ciudad Real, 1976, t. I: 107-108).

El segundo testimonio es de fray Juan de Torquemada, quien escribe hacia 1604:

Volviendo a los labradores de esta Nueva España, decimos que los que habitan en la laguna dulce que bojea esta ciudad de México, que sin tanto trabajo siembran y cogen sus maíces y berzas, porque como todos sus camellones que ellos llaman chinampas, que son surcos hechos sobre las aguas cercados de zanjas, no han menester riegos, y cuando menos del cielo, son más sus panes: porque la demasiada agua los ahoga y enferma (Torquemada, 1977, Vol. IV: 249).

La drástica baja demográfica de la población mesoamericana, como efecto de la presencia española a partir de 1519, produjo que "casi todo lo que podía llamarse imperial en los asuntos aztecas" (Gibson, 1967) tuviera efectos directos y drásticos sobre las actividades productivas, la práctica chinampera y otras de tipo intensivo. La destrucción del sistema político implicó la desarticulación y abandono de los sistemas de control hidráulico, y ambos fueron la causa de una serie de acontecimientos catastróficos tales como las inundaciones y anegamientos de muchas de las zonas con chinampas, sobre todo aquellas situadas en el interior lacustre. Los asentamientos medianos y pequeños ahí existentes (cerca de 148, localizados por el arqueólogo Jeffrey Parsons, 1982), fueron abandonados y casi habían desaparecido por completo a la vuelta del siglo XVII. La región se fue transformando en una enorme ciénega, lo que significó una especie de vuelta al ecosistema original, sin que la agricultura chinampera desapareciera por completo (sobre su historia posterior, véase Rojas Rabiela y Matamala, 1988).

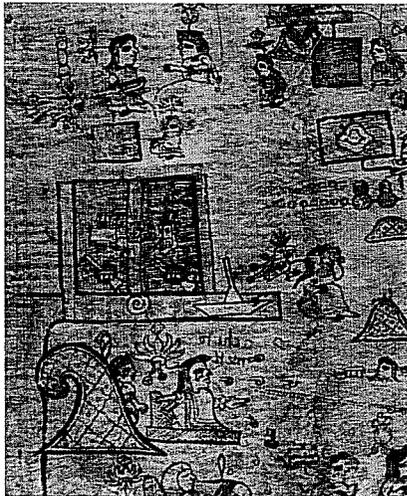
Campos drenados o elevados

Pero si las chinampas de la cuenca de México son las parcelas lacustres más célebres de todas las que allí existieron "por industria humana", no fueron las únicas de su tipo en Mesoamérica ni tampoco en la América precolombina. Los restos o simplemente las huellas impresas en el terreno de lo que fueron





Chinampa con sus apantles y frente recortado para mostrar la composición orgánica del suelo. Xochimilco, 1910, Hugo Brehme.



Dos chinampas en el Códice Xolotl, fragmento. Atlas del centenario de la Independencia de México.



parcelas y canales-zanjas que alguna vez pertenecieron a sistemas similares han sido localizados en diversas regiones con grandes cuerpos de agua y humedales (pantanos, cuencas lacustres, zonas mal drenadas, con alto nivel freático o inundables), mediante análisis de fotos aéreas (infrarrojas incluidas) y de recorridos de campo. En las imágenes, esas parcelas y sus posibles canales-zanjas de drenaje se observan como una serie de "configuraciones" en el terreno, a manera de grandes camellones con canales. Los estudiosos (geógrafos, arqueólogos, antropólogos) las han denominado "campos elevados o levantados", o bien, "campos drenados", y los han registrado en países como México, Surinam, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, por igual en tierras bajas tropicales que en valles altiplánicos (Denevan, 1970, 1980, 1982).

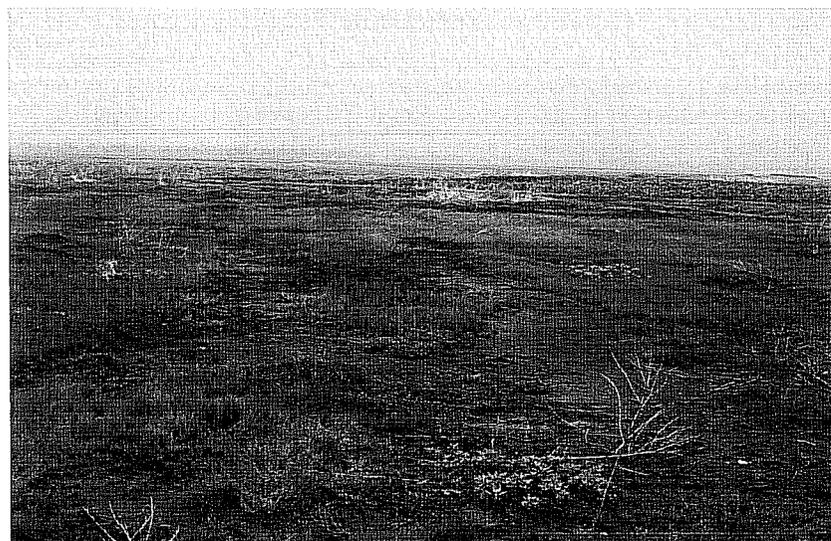
En Mesoamérica, los vestigios de este tipo se concentran en las tierras bajas, desde Belice hasta el norte de Veracruz (desembocadura del río Nautla, Veracruz); llanura aluvial del río Candelaria, Campeche; región del río Bec, Campeche y Quintana Roo; El Petén, Guatemala; río Motagua y Ulúa, Guatemala y Honduras (Harrison y Turner, 1978; Turner y Harrison, 1983; Schmidt, 1977; Siemens, 1989, 1998), etcétera (véase resumen en Sluyter, 1994). En los altiplanos se tiene a Teuchitlán, Jalisco (Weigand, 1993, 1994); Teotihuacan, México (Millon, 1973:47), suroeste de Tlaxcala (Wilken, 1969, 1970; García Cook, 1981, 1985) y valle de Toluca, Estado de México (Albores, 1995:280-293; García Sánchez, 1994) y "tierras levantadas" o melgas se reportan en Tenango del Valle y Tuxtla, Estado de México (West y Armillas, 1950:117). Enseguida se presenta una descripción de los campos elevados del valle de Toluca, a partir de registros etnográficos.

Campos elevados del Alto Lerma, valle de Toluca, Estado de México

Hacia 1950, Robert C. West y Pedro Armillas afirmaban que "en la orillas de las ciénagas donde nace el río Lerma" se cultivaban chinampas, cuya técnica, al decir de los campesinos, se había empezado a usar durante el último cuarto del siglo XIX. Calificada como menos intensiva que la practicada en la cuenca de México, la observaron en los siguientes pueblos: Tultepec, San Mateo Atenco, Cholula, Tlaltizapán, Almojola del Río, Techuchulco y Jajalpa, todos en el Estado de México. Agregan que el cultivo en chinampas "sigue extendiéndose ahora a la orilla oriental de la ciénaga" (West y Armillas 1950:117).

En años recientes, Albores ha dado a conocer numerosos detalles sobre estos campos y su agricultura en la parte ribereña o "de abajo" del municipio de San Mateo Atenco, donde reciben los nombres locales de "huertas" o "camellones", de los cuales se distinguen dos clases: la "altada" (chinampa, propiamente dicha) y la "zanjeada" (chinampa de tierra adentro, campo drenado).





Vestigios o "sombras" de antiguas chinampas y canales que podían observarse en el antiguo vaso de Chalco, cuenca de México, 1973. Fotos: Teresa Rojas Rabiela.



La construcción de la huerta altada "se llevaba a cabo mediante la técnica de "altado" -elevamiento o levantamiento-, superposición de manera alterna de capas de "planchas" de yerbas lacustres y de lodo del fondo de la ciénaga. Se trataba de "rellenar de planchas con tierra encima, con objeto de ganarlos a la laguna" (Albores, 1995:281), con una técnica muy similar a la de las chinampas de la cuenca de México. Por su lado, la "huerta zanjeada" o camellón "se hacía a la orilla de la ciénaga, sobre el bordo ribereño, mediante la técnica de "zanjeado", también de manera idéntica a la acostumbrada en la cuenca de México. En torno a una superficie demarcada y previamente escogida como terreno de labor, se excavaba una zanja para llenarla luego con agua de la laguna. Una variante consistía en "zanjear" en época de secas para inundar durante las lluvias. Algunos camellones median ocho metros de ancho por veinte o treinta de largo. (Albores, 1995:285).



Chinampas en la ciénaga de Atarasquillo, Estado de México.
Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2009.





Chinampas en la ciénega de Atarasquillo, Estado de México.
Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2009.

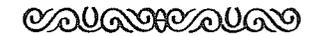


CAPÍTULO 5



ALGUNAS PROPUESTAS, ALGUNAS IDEAS A MANERA DE CONCLUSIONES...





1. Es evidente que la mayoría de los estudiosos interesados en las obras hidráulicas prehispánicas de Mesoamérica lo han estado en las de riego, por encima de las de otros tipos. Esto lo podemos atribuir directamente a la influencia teórica de pensadores como V. Gordon Childe, Karl A. Wittfogel, Julian Steward, Robert C. Adams, Pedro Armillas, Eric R. Wolf, Angel Palerm, William T. Sanders y Kent V. Flannery, entre otros, en torno al origen y desarrollo de las antiguas civilizaciones mundiales (Cercano Oriente, Egipto, China, India, Mesoamérica, Los Andes) y, particularmente, en el interés por establecer la relación causal entre la agricultura hidráulica y los orígenes mismos del urbanismo, el Estado y las clases sociales. Esto, en la medida en que se consideró que sólo la agricultura hidráulica desarrollada en gran escala en los extensos valles aluviales de las regiones del Viejo Mundo habría permitido generar los excedentes sociales necesarios para sentar las bases de la civilización, y dar lugar al surgimiento de un Estado capaz de movilizar los recursos materiales y humanos necesarios en las condiciones tecnológicas imperantes en aquellas etapas.
2. En parte como consecuencia de esta orientación y de las discusiones que se generaron alrededor de esos y otros problemas, los estudiosos de Mesoamérica tendieron a enfatizar el estudio del riego en las regiones áridas y semiáridas; es decir, las localizadas en los altiplanos del centro y sur del área. Esta tendencia inicial fue pronto corregida y dio lugar a diversos estudios sobre los sistemas hidráulicos de las tierras bajas mesoamericanas que contaban con grandes cuerpos de agua: humedales y extensas y numerosas cuencas fluviales situadas en la vertiente del Golfo de México y el sur y sureste de Mesoamérica. Éstos, sumados a los trabajos sobre algunas de las cuencas endorreicas existentes a lo largo del Eje Neovolcánico, han generado una abundante literatura sobre los vestigios de obras hidráulicas orientadas a la agricultura, abasto de agua, drenaje, navegación, y control de los niveles para enfrentar el binomio sequía-inundación, y las fluctuaciones estacionales y cíclicas, principalmente.
3. Sobre las cuencas endorreicas y humedales del centro de México sobresalen las investigaciones dedicadas a la cuenca de México, en gran parte debido a su papel como centro de gravitación permanente en la historia cultural





mesoamericana. Éste es un caso ideal para la interpretación compleja de la historia de la civilización en el área mesoamericana dado que no se ubica en una zona sedienta de agua de riego (como los valles de Tehuacán o Cuicatlán, por ejemplo), sino en una con agua suficiente y gran riqueza de recursos naturales, que desde épocas muy antiguas, fue escenario del surgimiento del sedentarismo preagrícola, el desarrollo del urbanismo y la construcción y manejo sociopolítico de un sistema integrado de obras hidráulicas.

4. Por su parte, los especialistas interesados en el estudio de las culturas que habitaron las tierras bajas de Mesoamérica, muy activos a partir de los años cincuenta del siglo XX, especialmente los mayistas, pusieron su atención no en las obras de riego sino en las obras hidráulicas en las regiones caracterizadas por todo lo contrario a la aridez: la abundancia de grandes depósitos de agua en forma de ríos, humedales, lagunas y otros. Los frutos académicos de estos esfuerzos no son recogidos a cabalidad en este texto, pero habrá que cosecharlos con esmero en el futuro para contar con un panorama completo de los sistemas hidráulicos mesoamericanos.
5. Como es evidente para el lector, en este texto he tratado de romper con mi propia tradición de abordar casi exclusivamente las obras hidráulicas destinadas al riego y al control del agua en lagunas y pantanos, para presentar un cuadro más amplio, equilibrado e inclusivo sobre la variedad de obras utilitarias documentadas y, cuando ha sido el caso, sobre las maneras en que unas y otras se entrelazaban entre sí sirviendo a varios propósitos.
6. No me ocupé de los aspectos religiosos y rituales involucrados en el manejo del agua por las poblaciones antiguas de Mesoamérica, expresados en iconografía, ritos y ceremonias asociados con los procesos de construcción, mantenimiento y usos de las instalaciones hidráulicas, pero su tratamiento es materia del estudio específico de José Luis Martínez y Daniel Murillo Licea, segunda parte de la obra que ahora ofrecemos.
7. Las descripciones aquí expuestas sobre las obras hidráulicas, hechas lo más densamente posible, son sólo una muestra de la gama que seguramente existió en la época prehispánica. Pienso que con los ejemplos considerados se evidencian la mayoría de las soluciones técnicas encontradas por los antiguos mesoamericanos a lo largo del tiempo y a lo ancho del variado territorio en el que habitaron, y por supuesto, en el contexto de sus condiciones históricas particulares en lo ambiental, técnico, sociopolítico y demográfico.

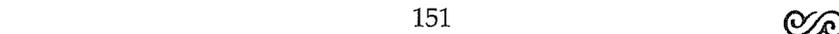
De su revisión llama la atención, en primer lugar, la relativa diversidad de soluciones técnicas empleadas para manejar el agua en condiciones



que fluctuaban entre la aridez de valles como el de Tehuacán y la gran humedad de la cuenca lacustre de México o la abundancia de las tierras bajas mayas. Pero en este punto no debemos olvidarnos de la necesaria contextualización de lo técnico en lo organizativo y sociopolítico, y cómo ambos aspectos se interrelacionaron tanto en Mesoamérica como en las otras civilizaciones antiguas del mundo; es decir en una comparación en su sentido homotaxial y no cronológico.

Con ello en mente, es que debemos considerar que los instrumentos de trabajo eran todos manuales, de madera, con hojas de piedra y, en ocasiones, de metal (cobre duro), lo cual puso determinados límites a, por ejemplo, la profundidad de excavación de pozos, y depósitos y acueductos subterráneos. Pero igual para considerar que dichos límites no impidieron que tales obras se hicieran desde épocas muy tempranas. Es decir, la sencillez de la técnica no fue un valladar infranqueable pues ésta se apoyó en otra gran base o fundamento: los sistemas de organización del trabajo masivo o colectivo que permitieron la construcción de obras hidráulicas (y también de otra índole), desde algunas muy simples hasta otras monumentales y complejas. Es decir, el sistema sociopolítico que, junto con las técnicas constituyen la tecnología propiamente dicha.

8. Desde el punto de vista técnico podemos resumir de la siguiente forma lo básico: el agua se condujo y se desalojó por medio de canales de tierra, de argamasa (cal y arena) y de cal y canto (estuco), excavados o sobre acueductos fundados en terraplenes; por canales de piedra o barro ensamblados o pegados, con o sin tapa, o por canales portátiles de madera (troncos ahuecados o canoas), pencas de maguey u otros materiales. El agua se guardó, se condujo y canalizó con presas; las primeras, almacenadoras; las segundas, temporales o efímeras, flexibles, hechas con tierra, piedras, estacas, céspedes, ramas y arena. El agua se almacenó temporalmente para formar lagunas con una doble función: agrícola y para cría de plantas y animales acuáticos. El agua se represó y separó en compartimentos con diques o calzadas dique y, simultáneamente, se canalizó y drenó con el uso de alcantarillas y compuertas para conseguir el control de los niveles en lagos y humedales (haciendo posible el asentamiento, el cultivo, la navegación, el acceso a agua para beber y la "cria" de productos biológicos acuáticos). El agua se captó y almacenó en la superficie o en el subsuelo para dar de beber a la población por medio de depósitos abiertos y cerrados, subterráneos o a cielo abierto. El agua se buscó en el subsuelo mediante pozos para abastecer a pueblos y ciudades y para irrigar. El agua se encaminó y guardó temporalmente para amainar su fuerza y





proteger a las poblaciones. Los conductos de agua se cerraron y abrieron con compuertas formales (deslizantes, rotatorias), o bien, temporalmente con obstrucciones hechas con materiales del entorno inmediato (lodo, piedras, ramas). Al agua excedente de presas, depósitos u otros se le daba salida por vertedores de demasías. En la agricultura, el agua se distribuía inundando la parcela con o sin derramaderos, o bien por medio de canales, zanjas, bordos, surcos, camellones, pozas, cajetes, terrazas, metepantles o bancales, y otras formas de micromanejo del suelo.

9. Las innovaciones, a raíz de la llegada de los españoles fueron, entre las más difundidas e importantes, las herramientas, que permitieron excavar más profundamente los pozos y otros depósitos subterráneos (cisternas, galerías filtrantes) con métodos y artefactos similares o iguales a los empleados en la actividad minera, principalmente.

Los animales de carga y tiro, los carruajes y las carretillas, facilitaron el transporte de materiales y personas y, gracias a ellos las obras pudieron realizarse en menos tiempo y trabajo.

El uso de las palancas (bimbaletes o cigüeñales), las anorias, norias o ruedas hidráulicas y, más tarde, de los tornillos (de Arquímedes) y los sifones invertidos, se sumó al empleo de presas derivadoras y almacenadoras prehispánicas (modificadas o no) para elevar el agua y así lograr irrigar las tierras aledañas a los ríos, arroyos y manantiales.

Las poleas o malacates facilitaron el trabajo de extracción del agua de pozos, aljibes y otros depósitos. Las arquerías sustituyeron a los acueductos sobre terraplenes en la conducción de agua a través de barrancas y otros desniveles. Las cajas para el control de flujos no sólo fueron una innovación técnica sino un poderoso instrumento de cambio en el terreno jurídico y social, ya que su instalación implicó cambios en materia de derechos de agua y su distribución en un contexto colonial donde la población indígena manejaba otras reglas (que conocemos muy mal). Las compuertas de tabloneros y deslizantes (en la terminología de Doolittle, 1990), sustituyeron paulatinamente a las compuertas prehispánicas, sobre las que aún sabemos demasiado poco. El establecimiento de molinos, batanes y otros "ingenios" (máquinas) antes desconocidos, que empleaban el agua como fuerza motriz, modificó profundamente el uso de las corrientes fluviales y, en muchos casos documentados, afectó el funcionamiento de los sistemas hidráulicos indígenas al cambiar la función del agua y afectar la estructura de los canales pues, por lo general, los molinos se establecían en las cabeceras para poder contar con la fuerza necesaria para impulsar sus máquinas. A los anteriores se agregaron otros nuevos mecanismos



de control del agua, que según Doolittle (1990:33, revisión en 2004:195 -214) fueron las presas construidas con piedra cortada, ajustada y cementada, las paredes impermeables, las presas con contrafuertes y las presas de almacenamiento sobre corrientes perennes.

10. Cierro estas líneas mencionando un fenómeno interesante que ha llamado la atención de varios estudiosos de las obras hidráulicas mesoamericanas: el de las continuidades y discontinuidades históricas de las técnicas e instalaciones y de la tecnología en general, incluida la organización social, hasta el presente, inclusive. Pero el tema, complejo en sí mismo, es asunto de otro libro.





SEGUNDA PARTE



TRADICIÓN HIDRÁULICA MESOAMERICANA Y SIMBOLISMO PREHISPÁNICO DEL AGUA

José Luis Martínez Ruiz y Daniel Murillo Licea



Introducción

Angel Palerm y Eric Wolf, basándose en los estudios de Gordon Childe y Karl Wittfogel, subrayan la trascendencia de la aparición de la agricultura de riego y la formación de Ciudades-Estados que se deriva de ésta en el Viejo Mundo. De hecho, la transformación de aldeas agrícolas en centros urbanos se origina, en buena medida, por el desarrollo organizado de la irrigación. Con base en la agricultura de riego se intensifica la generación de excedentes, se favorece el crecimiento de la población y la concentración de la misma, lo cual desata otros procesos que dinamizan el comercio, la especialización del trabajo, la invención de tecnologías, la acumulación de poder y el surgimiento de una división social constituida fundamentalmente por comerciantes, sacerdotes, gobernantes, militares y productores agrícolas libres o sometidos.

Este enfoque postuló que aquellas culturas en la que se instituye la agricultura hidráulica organizada, "la masa crítica hidráulica" de la que hablaba Palerm (Palerm, 1973), son capaces de revolucionar la base productiva permitiendo la aparición de las ciudades y el desenvolvimiento de las civilizaciones. Ejemplo de ello fueron las culturas surgidas a la vega de los ríos Amarillo o Hoang-ho, en China; Tigris y Éufrates, en Mesopotamia; Indo y Ganges, en la India, y el Nilo en Egipto, para citar las más conocidas.

Un factor decisivo para el fortalecimiento de estas Ciudades-Estado consistió en la construcción de obras hidráulicas, como bien señalan Palerm y Wolf (1972):

La construcción, apertura y conservación de diques y canales para riego, representaban empresas importantes, que hicieron indispensable el trabajo colectivo bajo una dirección provista de autoridad suficiente. El regadío aumentó la cohesión social y el predominio del grupo gobernante.

Sin lugar a dudas, la hidráulica también contribuyó en el México prehispánico a la formación de centros urbanos y a fortalecer el poder de los

Fotografía de la página anterior: "Canal en Hierve el Agua", Oaxaca.
Foto: José Luis Martínez.





gobernantes, pero bajo un patrón original que lo hace único y propio de estas tierras americanas.

¿Qué sucedió en Mesoamérica?

En el caso de los pueblos mesoamericanos del México prehispánico, el factor hidráulico también jugó un papel determinante en la estructuración de sus formaciones sociales, con la peculiaridad de que la hidráulica no constituyó el modo de producción dominante; éste se articuló con otros sistemas de producción, como la agricultura de temporal, en especial la del maíz, además de actividades como la pesca, la caza y el constante intercambio comercial. De acuerdo con el análisis de Palerm y Wolf sobre la agricultura en el periodo prehispánico —y complementado con su trabajo etnográfico, hecho en Tajín, Veracruz; Eloxochitlán, Puebla y en Tecomatepec, Estado de México—, identificamos tres tipos de sistemas de cultivo: 1) roza, tumba y quema; 2) roza, quema y barbecho; 3) regadío. En seguimiento de su marco teórico, estos investigadores del riego y la civilización precolombina —que por cierto desmantelaron la idea prejuiciosa de americanistas como Alfred L. Kroeber, sobre la falta de evidencias contundentes en materia de irrigación y de obras hidráulicas (Palerm y Wolf, 1972; Kroeber 1939)—, llegaron a las siguientes conclusiones:

- El riego es una característica fundamental de las altas culturas mesoamericanas.
- Las civilizaciones indígenas no pudieron desarrollarse en aquellas aldeas agrícolas basadas en el sistema extensivo de tumba, roza y quema, incluso en el modo productivo de barbecho, aunque pudieran darse logros culturales.
- “La cultura urbana nació —nos dicen textualmente estos autores— y se desarrolló primero en lugares con agricultura de regadío y desde allí se difundió.”

Si bien el regadío es un factor que propicia una producción de excedentes, en el caso mesoamericano intervinieron otras condicionantes que influyeron en la gestación de centros urbanos. Las nuevas investigaciones etnográficas, arqueológicas, arqueobotánicas, geomorfológicas, paleoambientales y semióticas, entre otras disciplinas de los últimos veinte años, obligan a que este planteamiento merezca un ajuste conceptual, donde el rasgo distintivo



es una articulación de modos de producción. Parte de esta investigación se orienta a dar elementos que validan esta corrección propuesta.

Por otra parte, nuestra exposición tiene el propósito de mostrar —tan sólo con algunos casos representativos— el conocimiento, la inventiva y vasta tradición de la irrigación, y, asimismo, el manejo y aprovechamiento del agua y la tecnología hidráulica que durante más de tres mil años prosperó en Mesoamérica. Valga decir que el testimonio cultural de ello ha quedado registrado en los sistemas complejos de simbolización expresados en la cosmovisión indígena, que hasta la fecha sustenta a los pueblos indígenas actuales.

Los orígenes: el maíz

Con el sedentarismo y la domesticación de animales, la agricultura surgió como un estadio que implicó una nueva forma de organización social en los pueblos mesoamericanos, suceso denominado como “la revolución neolítica” por Gordon Childe (1946; Palerm 1972). En este proceso, el cultivo del maíz fue esencial para el desarrollo cultural.

De acuerdo con los estudios de Richard S. Mac-Neish, iniciados en la década de los años cuarenta del siglo pasado, esta planta se empezó a domesticar hace 7000 años a. C. (4500 en los nuevos sistemas de medición hechos con el acelerador de espectrometría de masas) (MacClung, citado por Tapia y Zurita, 1994), en lo que ahora es el Valle de Tehuacán, Puebla. Procesos semejantes y en fechas parecidas se dieron en regiones actuales de los estados de Tamaulipas, Oaxaca y Jalisco, en torno a esta gramínea y a otras plantas.

El maíz es producto de la manipulación y experimentación de los primeros grupos que habitaron el occidente, centro y sur del México contemporáneo; proviene de un cruzamiento hecho por la intervención del hombre mesoamericano, entre una gramínea silvestre y de la planta catalogada como *teocintle*. Disponer de este sustento fue indispensable para generar y sostener sus desarrollos de civilización. Por eso, los fundamentos y expresiones culturales prehispánicas tienen como su principal eje el simbolismo de esta gramínea, la lluvia y los cerros, selvas o montes. La presencia de la obra hidráulica no modificó esta cosmovisión agropluvial. Por decirlo así, Tláloc era también regidor de la hidráulica.

El sistema productivo del maíz y su simbolismo son inseparables. Así, pues, paralelo al proceso cognitivo de las plantas, el arte del cultivo, la domesticación de los animales y el aprendizaje en general derivado de la observación de la naturaleza, se apareja la deificación de la tierra y sus



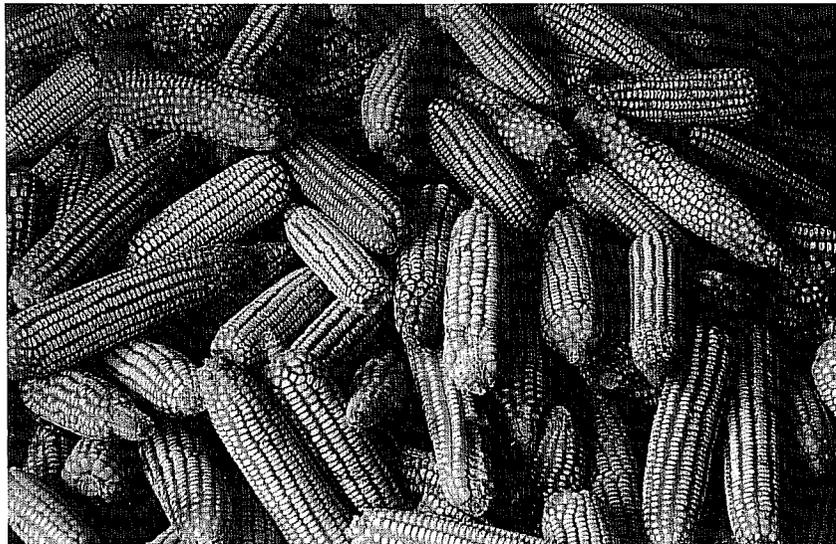
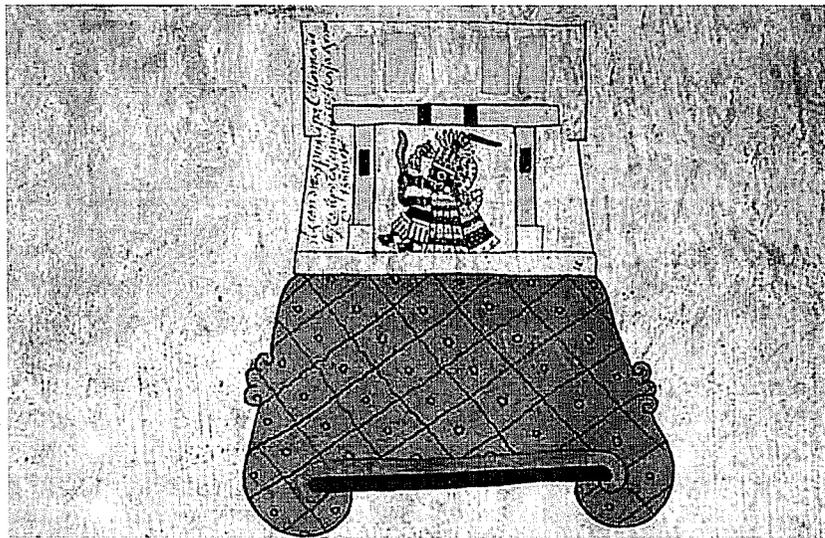
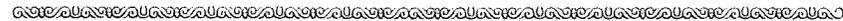


Foto: José Luis Martínez, 2007.



Códice Borboanicus. Representación de Tláloc.

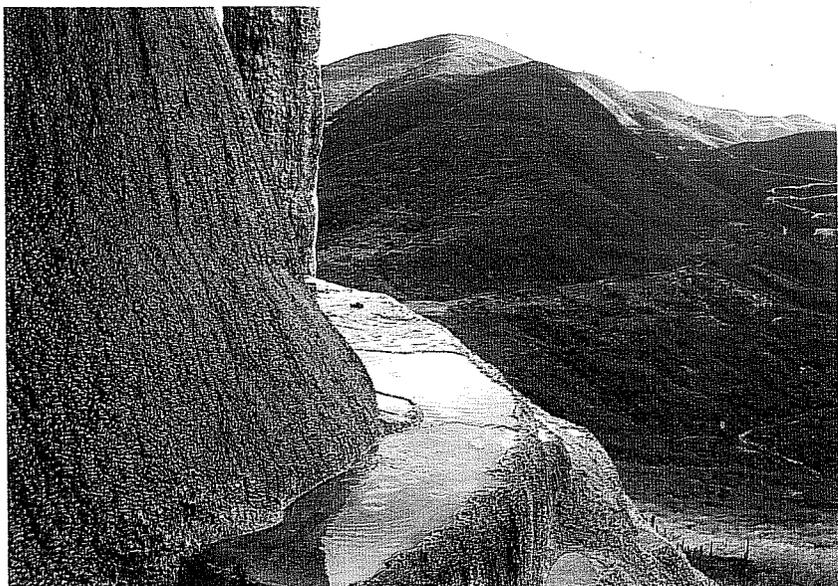


frutos mediante la representación de deidades femeninas que simbolizan la fertilidad y los sustentos. Las cuevas se convierten en sitios sagrados y lugares de nacimiento y origen de los pueblos primigenios; el maíz antropomorfizado es dador de vida a los humanos. La naturaleza apropiada por la imaginación se vuelve representación y significado. La lluvia y el agua, el rayo y las nubes, las montañas y los cerros donde se desatan las tormentas; el huracán y el mar; las corrientes que brotan y discurren por la superficie terrestre y la que se acumula en sus entrañas se conciben como entes divinizados. De hecho, uno de los elementos que identifica a los diferentes grupos étnicos —que rebasan fronteras y tiempo—, es el culto al agua. Así, los pueblos mesoamericanos compartieron un corpus mítico-cognitivo-numérico en torno a los cuerpos de agua y a la lluvia, con distintos nombres para los mismos dioses. Prevalció una unidad significativa desde las primeras deidades del agua surgidas con los olmecas hasta la que se configura en torno a Tláloc. Por ello, los primeros conocimientos orientados al manejo y control del agua están vinculados con la alternancia de los periodos de lluvias y secas que rigen fundamentalmente en estas regiones, y a la búsqueda de obtener beneficios mediante el uso agrícola de los cuerpos de agua. Lluvia, tierra y maíz son tres de los elementos esenciales que estructuran a los pueblos mesoamericanos y sustentan sus procesos de gobierno, cognitivos, tecnológicos y de representación simbólica, incluida la obra hidráulica.

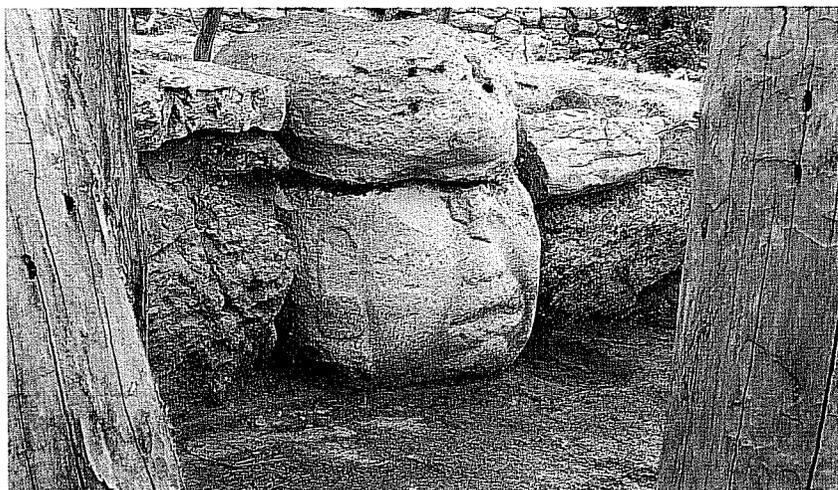
Territorio y cosmovisión

El nacimiento histórico de Mesoamérica se origina hacia los albores del 2500 a. C., con la presencia de aldeas sedentarias que fijan su residencia principalmente con base en la agricultura del maíz (López Austin, 1988). El territorio mesoamericano abarca lo que ahora conocemos como el occidente, centro y sureste de México, extendiéndose a los actuales países de Centroamérica y teniendo como límite la nación costarricense. Uno de los rasgos culturales distintivos de esta amplia región fue el manejo y control del agua. Su significación y trascendencia ha quedado de manifiesto en la riqueza de sus expresiones y representaciones simbólicas. Son remarcables las obras y prácticas que se generaron para los diversos usos del agua. Entre éstos, señalamos las orientadas a la agricultura, el aprovechamiento del agua dulce superficial y subterránea, la colección pluvial del agua para consumo humano y riego, el desagüe, el control de inundaciones, el uso medicinal, la hidromancia, y los usos mágicos, rituales y festivos.





Hierve el Agua, Oaxaca. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Teopantecuanitlan, Guerrero. Cabeceita olmeca. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Todo lo anterior llevó aparejada la creación de sistemas semióticos para representar y venerar al agua mediante un lenguaje en el que predomina el recurso metafórico como medio de comunicación entre la naturaleza, el hombre y la sobrenaturaleza encarnada en el mundo de los dioses.

Situándonos en el ancla del mito, la primera creación registrada en la memoria de la humanidad primigenia precolombina es la formación de la Tierra y el Cielo a partir de separar las aguas. En el *Popol Vuh* o *Libro del Consejo*, se narra extraordinariamente la génesis de nuestra existencia hecha por los llamados constructores del mundo, de la vida y del hombre:

Entonces se reunieron con ellos los Dominadores, los Poderosos del Cielo. Entonces celebraron Consejo sobre el Alba de la vida, cómo se haría la germinación, cómo se haría el Alba, quién sostendría, nutriría.

—Que eso sea. Fecundaos. Que esta agua parta, se vacíe. Que la tierra nazca, se afirme—, dijeron.

—Que la germinación se haga, que el alba se haga en el cielo, en la tierra, porque no tendremos ni adoración ni manifestación por nuestros contruidos, nuestros formados, hasta que nazca el hombre contruido, el hombre formado—; así hablaron, por lo cual nació la tierra (Raynaud, 1964).

Mediante este acto hidráulico demiúrgico de separar las aguas y hacer surgir la materia sólida, formándose la tierra y los cuerpos de agua, es que el hombre pudo nacer y habitar este nuevo mundo. Continúa el relato mítico del *Popul Vuh*:

Y los poderosos del Cielo se regocijaron así:

—Sed los bienvenidos, oh Espiritus del Cielo, oh Maestro Relámpago, oh Huella del relámpago, oh Esplendor del Relámpago.

—Que se acabe nuestra construcción, nuestra formación—, fue respondido. Primero nacieron la tierra, los montes, las llanuras; se pusieron en camino las aguas; los arroyos caminaron entre los montes; así tuvo lugar la puesta en marcha de las aguas cuando aparecieron las grandes montañas (Raynaud, 1964).

En un paisaje similar al descrito por el *Popul Vuh* surgen, en el Preclásico Medio (1200 a 400 a. C.) los olmecas, habitantes de la tierra del hule, allá, en la zona del trópico húmedo del Golfo de México comprendida en los estados de Tabasco y Veracruz y, asimismo, en regiones de las entidades de Guerrero y Morelos. Los olmecas fundan un estilo cultural que se hace presente en la mayor parte de Mesoamérica. La cultura olmeca se constituyó como la primera gran síntesis cultural mesoamericana que dará origen a un modelo de civilizatorio, en el que resalta el culto agropluvial que influyó en los pueblos contemporáneos de este grupo y en los posteriores, quienes recrearon dicho



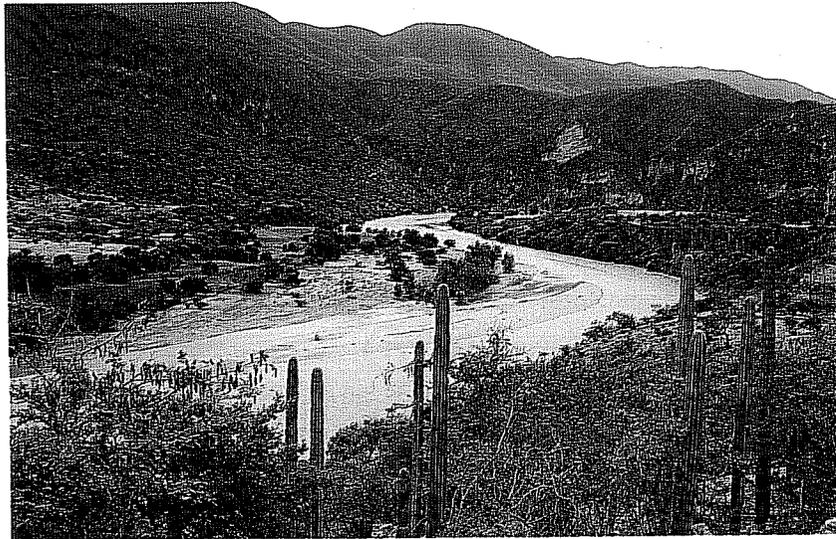
patrón cultural de acuerdo con sus propias circunstancias históricas, entornos ambientales y contextos sociales.

Con el establecimiento y la consolidación de la agricultura se producen excedentes alimentarios ligados a un proceso de estratificación social, lo cual es otro de los cambios radicales que se presentan en las sociedades precolombinas derivadas de una economía agrícola. Así, una preocupación central debe haber sido la búsqueda de prácticas, medios y métodos para intensificar el sistema de producción alimentos. En ello, el ordenamiento social para la irrigación, el manejo del agua y el control hidráulico del agua fue contundente. Con los olmecas aparecen las primeras obras hidráulicas urbanas y de quienes se tienen, probablemente, los primeros canales de irrigación, camellones, conductos de desagüe, fuentes, represas y conducción de agua dulce; de igual manera los olmecas, supieron aprovechar las tierras de humedales e inundación para sus cultivos.

Capítulo 6



AGUA Y TECNOLOGÍA ENTRE LOS OLMECAS



Paisaje de la cuenca media del Balsas. Foto: José Luis Martínez, 2007.

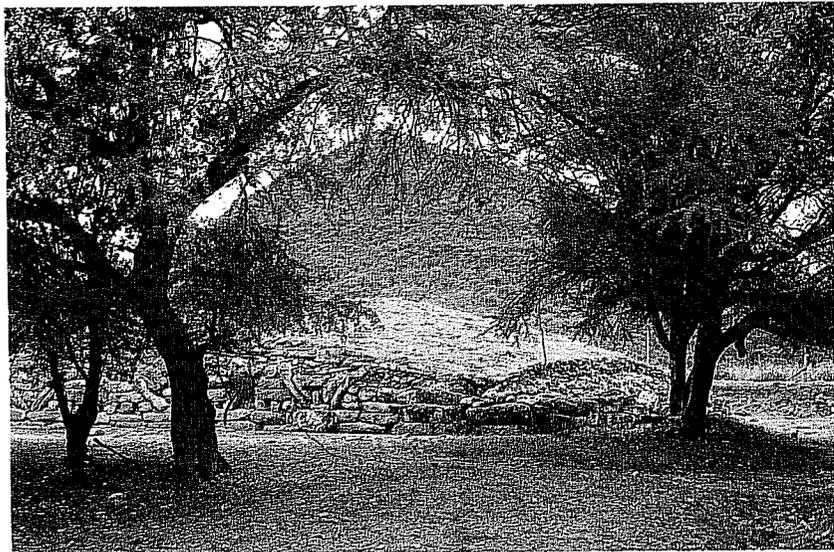
Teopantecuanitlan, Guerrero

Teopantecuanitlan es un sitio con marcados rasgos culturales olmecas. Se localiza al norte del estado de Guerrero, en el valle de Copalillo, a ocho kilómetros de donde corren y convergen los ríos Amacuzac y Mezcala, pertenecientes a la cuenca media del Balsas. Este sitio es equiparable con los construidos en San Lorenzo, Veracruz, y La Venta, Tabasco.

Esta villa forma parte del esplendor de la civilización olmeca, no solamente desde un punto de vista estético y cultural, sino por su elaborada cosmovisión plasmada en su arquitectura y por las evidencias materiales de tecnología hidráulica. De acuerdo con los descubrimientos aquí realizados por la arqueóloga Guadalupe Martínez Donjuán, el área de este asentamiento abarcaba más de 160 hectáreas, en la que se han identificado edificaciones para uso ceremonial, religioso, ritual, habitacional, funerario y obras hidráulicas.

En esta región hay antecedentes de asentamientos humanos desde el año 1400 a. C. Los olmecas ocuparon el área entre el 1200 al 600 a. C. Dicho poblado prehispánico tuvo tres fases de construcción reflejadas en el recinto templario principal de la zona, donde se ubica el patio hundido. Precisamente, la primera etapa se inicia con la formación de este recinto cuya dimensión era de 32 x 26 metros, construido de barro amarillo arcilloso y limitado por un muro del mismo material; contaba con escaleras dobles. En cada una de las escalinatas se colocó una escultura en forma de cubo que las separaba, la cual se encontraba decorada con iconografía olmeca y sobresalientes símbolos alusivos al jaguar (Martínez, 1995; Rojas y Murra, 1999). La segunda etapa coincide con el inicio del apogeo y esplendor de Teopantecuanitlan, entre los 1000 y 800 a. C., y se caracterizó por la presencia de una arquitectura monumental, de la que Guadalupe Martínez considera que el patio hundido, ya modificado, y un impresionante canal fueron sus mejores exponentes (Martínez, 1995).

El patio hundido fue cercado por muros construidos con bloques pétreos meticulosamente ensamblados. Se construyeron dos tuberías para desagüe en sus lados sur y norte, consistentes en ductos hechos de roca basáltica en forma de U, cubiertos con tapas de piedra y que, al conectarse entre sí, formaban un canal de desagüe.



Cerro del Tigre y edificio ceremonial del sitio Teopantecuanitlan, Guerrero.
Foto: José Luis Martínez, 2007.





Busto alusivo a una deidad agropluvial olmeca. Patio hundido, Teopantecuanitlan, Guerrero.
Fotos: José Luis Martínez, 2007.



En el piso del interior de este recinto ceremonial se levantaron dos rectángulos que representan simbólicamente la cancha de un juego de pelota. En las paredes este y oeste fueron colocados cuatro monolitos en forma de T invertida, observables en la actualidad, los cuales tienen tallado un busto antropomorfizado que figura, a nuestro parecer, el rostro de un jaguar-serpiente estilizado, en cuya frente se esculpieron dos pares de mazorcas separadas por una equis o cruz de San Andrés. Sobre ésta hay un óvalo que puede asociarse con la representación de una nube. En la parte inferior, portan en sus manos —pareciera que lleva manoplas como las usadas para el juego de pelota— dos cetros que asemejan palos de antorcha y nuevamente en una cinta aparece la cruz de San Andrés, vinculada con los cuatro puntos cardinales. Estos cetros podrían ser alusivos a los rayos. Las cuatro esculturas fueron dispuestas para quedar simétricamente ubicadas una frente a otra.

Guadalupe Martínez ha señalado que este espacio era utilizado con fines astronómicos y para ejecución de rituales. No resulta, entonces, difícil interpretar que este conjunto de jaguares antropomorfos sean deidades agropluviales, y que en este recinto se escenificaran rituales referidos a la creación de la Tierra, formada al separarse las aguas por obra de los dioses tutelares, a la manera como lo narra el *Popol Vuh*, o como un espacio ritual para la petición de lluvias.

Una de las novedades extraordinarias del sitio es, quizá, la evidencia más antigua de un sistema hidráulico compuesto por una presa de almacenamiento transversal a la corriente que represa, hecha de piedra y mampostería, de la que —se deduce— se conectaba un canal revestido de piedra para irrigación agrícola. Se calcula que estos trabajos de ingeniería son posteriores al año 1000 a. C. (Martínez, 1995).

De acuerdo con los datos que reporta el geógrafo Doolittle, la presa tenía una longitud de treinta metros y elevación, a partir de su centro, de tres metros. La capacidad de embalse era posiblemente de veinte por treinta metros (Doolittle, 2004). El canal tenía una longitud de más de trescientos metros —hasta este momento sólo se ha explorado un tramo menor a cien metros—, y estuvo compuesto por pesados bloques de piedra empotrados tanto en sus lados como en la base del suelo. Martínez refiere que el ancho del canal tenía de setenta a noventa centímetros y su altura variaba entre noventa y ciento cincuenta centímetros, por lo que podía soportar como carga un poco menos de un metro cúbico de agua (Martínez, 1995).

Si bien se encuentra a debate el uso de este sistema de conducción de agua con fines de irrigación, es una obra hidráulica que implica una novedad tecnológica indiscutible. En la tercera fase de construcción, entre el 800 y





Canal de Teopantecuanitlan. Fotos: José Luis Martínez, 2007.



600 a. C. —señala Guadalupe Martínez— Teopantecuanitlan “tiene sus últimos destellos de esplendor”; su cosmovisión tiene modificaciones o adecuaciones y ello se refleja en las nuevas construcciones:

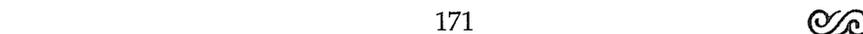
Por un lado, el patio hundido desapareció para ser sustituido por una simple plataforma con una explanada al frente, y el canal quedó parcialmente oculto bajo nuevas construcciones; por otro lado, los elementos introducidos reflejan una relación arquitectónica tanto en la costa del Pacífico como con la del Golfo. De esta etapa además de la Plataforma Norte, se conocen dos estructuras, 2 y 3, un juego de pelota y varios hornos (Martínez, D. G., 1995).

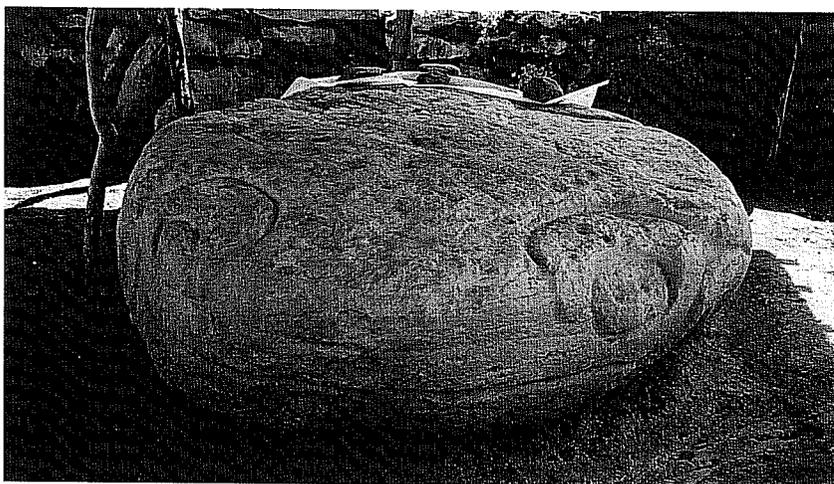
Si bien desconocemos el papel que el sistema hidráulico haya jugado en esta etapa en la villa de Teopantecuanitlan, en los trabajos de exploración y rescate arqueológico han quedado al descubierto una serie de representaciones esculpidas en piedra que manifiestan asociaciones directas con elementos emblemáticos ligados con cuestiones hídricas y agrarias. A partir del propio estudio de Guadalupe Martínez y a un reconocimiento de campo que hicimos en el sitio, constatamos estas asociaciones. Por ejemplo, se registra en la plataforma norte una escultura en forma de sapo, animal que ha sido asociado con el agua y con la lluvia; una cabeza pequeña olmeca incrustada en uno de sus muros, y en el edificio de la Estructura 2 están simbolizadas unas figuras conocidas como “dobles V”, alusivas a la serpiente de cascabel y que, según la investigación de Martínez (1995):

Corresponden a la parte inferior de un rombo, elemento que simboliza las manchas de la piel de la víbora de cascabel; además la inclinación de la estela que se encuentra al fondo de los nichos es un detalle arquitectónico intencional, el cual da profundidad al conjunto y recuerda la representación de las fauces abiertas.

La serpiente es un referente asociado con el agua, por lo que es posible inferir que dichas representaciones tengan ligas simbólicas con la lluvia y su deificación.

Desde el punto de vista del control y manejo agua, concluimos que la construcción de ductos de piedra, los vestigios de una presa o dique de almacenamiento y el sorprendente canal, dan cuenta de un conocimiento en ingeniería hidráulica que revela una experiencia previa y una capacidad de invención en esta materia, por lo que es altamente probable que dicho sistema hidráulico haya tenido una orientación agrícola que permitiera contribuir a formar un centro de poder, y en el que la producción simbólica fue estratégica para el control económico y político de la región.





Escultura alusiva al sapo, animal asociado con la lluvia. Teopantecuanitlan, Guerrero. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Patio hundido. Fotografía: José Luis Martínez, 2007.

Los sistemas hidráulicos de San Lorenzo y de La Venta

San Lorenzo, Veracruz (1150-850 a. C.) y la ciudad de La Venta, Tabasco (900-400 a. C.) son considerados como los principales centros de civilización de los olmecas del Golfo. Sus asentamientos se establecieron cerca de los ríos, próximos a la costa y no lejos de las sierras. Los estudios geomorfológicos han aclarado que en ambas ciudades antiguamente cruzaban ríos (Ortiz Pérez y Cyphers, 1997; Lowe, 2002). Ubicados dentro de una red dendrítica, los olmecas supieron aprovechar productivamente este ecosistema. En esta región del trópico húmedo, el sistema natural de crecidas que anualmente ocurre en zonas bajas de las planicies fue utilizado para realizar cultivos en tierras de humedal. Asimismo, no se descarta que hayan construido chinampas readaptando islotes o construyendo camellones elevados.

En San Lorenzo se tiene evidencia de construcción de terraplenes que, al mismo tiempo que servían como diques contra inundaciones, eran usados como vía de comunicación y enlace fluvial (Cyphers, 1997). Es también posible que los bancos de arena que quedaban al descubierto a causa de los cambios naturales de los cursos de los ríos fueran utilizados para cultivos, como en la actualidad lo hacen los campesinos de esta región y en zonas fluviales, como la del río Balsas, llamadas "bajiales" (Armillas, 1991, 1949; Ortiz Pérez y Cyphers, 1997; Lowe, 2002; Jiménez, 1990; Stirling, 1955; Coe y Diehl 1980).

La plataforma natural de San Lorenzo fue transformada por la mano del hombre, lo que implicó la manipulación de miles de metros cúbicos de tierra: se calculó que el basamento de la pirámide-cerro tuvo una elevación de cuarenta o cincuenta metros por encima del nivel del río Coatzacoalcos y contó con una superficie extendida, de norte a sur, de aproximadamente un kilómetro (De la Fuente, 1975; Grove, 2007). La meseta también fue modificada mediante terrazas y nivelaciones que implicaron el acarreo y manejo de toneladas de tierra y la realización de rellenos en arroyos y barrancos (Lowe, 2002).

Esta llanura natural no sólo fue transformada en su morfología, sino que también se le convirtió en un paisaje ritual de expresión simbólica, acorde con la cosmovisión olmeca.

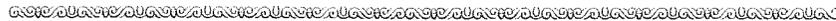
Los arqueólogos María del Carmen Rodríguez y Ponciano Ortiz Cevallos, al excavar al pie del cerro Manatí, cercano a San Lorenzo, en lo que fue un antiguo lecho de un arroyo, encontraron objetos en ofrendas enterradas en



La Venta, Tabasco. Patio y pirámide-cerro. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Río Chiquito, zona olmeca de San Lorenzo Tenochtitlan. Foto: José Luis Martínez, 2007.



las que figuraban hachas talladas en jadeíta verde, bastones de mando, figuras antropomórficas trabajadas en madera y pelotas de hule (Grove, 2007). En las hachas de jadeíta, espléndidamente talladas y pulidas, se grabaron imágenes y símbolos que hacen referencia al culto a la lluvia, a la tierra y al maíz, este último representado por una figura humana que porta sobre su cabeza una mazorca y su rostro semeja un jaguar o una serpiente con orejas alusivas a la lluvia, y lleva en sus brazos un animal marino (que puede simbolizar la fertilidad). Esta imagen se halló cercada por otras cuatro figuras de hachas con dibujos de gotas de lluvia de las que brotan mazorcas o plantas de maíz. Cosmograma que en su conjunto, como observa Karl Taube (2007), representa el cosmos estructurado como una milpa inserta en los cuatro puntos cardinales, o que pudiera ser la síntesis de la concepción mesoamericana acerca del origen del mundo como una isla de tierra rodeada de agua.

La liga entre lluvia, cerro, maíz y concepción cosmológica de los olmecas ha quedado plasmada en sus expresiones simbólicas y construcciones hidráulicas: su articulación sirvió de basamento para construir metáforas de su cosmovisión del agua.

Esta articulación simbólica de situaciones materiales, prácticas agrícolas, arquitectura y obras hidráulicas es posible observarla gracias a los trabajos arqueológicos. Un caso notable es revelado por el trabajo de Francisco Estrada, en Cival, Guatemala, al excavar un pozo prehispánico cruciforme donde encontró una ofrenda compuesta de cuatro hachas labradas en jadeíta dispuestas en cruz, y una quinta hacha azul verdoso rodeada de guijarros, de jade aluvial, enterrada más hondo hacia el centro. Como parte de este enterramiento del Preclásico Medio figuran cinco jarrones de barro (Taube, 2007). Dicha ofrenda de agua expresa que no bastaba contar con la obra hidráulica; para disponer del agua se requería de una petición ritual en donde la ofrenda hecha por los hombres es el medio de comunicación con los dioses del agua y del maíz para rogar que no les faltase sustento y contasen con la lluvia.

En la meseta de San Lorenzo existe un sistema hidráulico complejo. De acuerdo con Beatriz de la Fuente (1975) se han identificado una veintena de cuerpos de agua con formas geométricas irregulares modificadas artificialmente. Estamos hablando de cuerpos de agua "domesticados" o incorporados al sistema hidráulico. Parte de este sistema lagunar era conectado por una red subterránea de ductos rectangulares, hechos de piedra basáltica con forma de U. Al ensamblarse formaban una red de canales (De la Fuente, 1975), semejantes a los ductos hallados en Teopantecuanitlan y en La Venta.





Una de las pozas de San Lorenzo Tenochtitlan, Veracruz. Foto: José Luis Martínez, 2007.

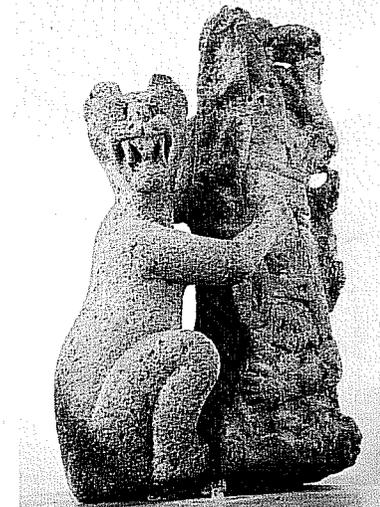


Ductos. Museo de San Lorenzo Tenochtitlan. Foto: José Luis Martínez, 2007.

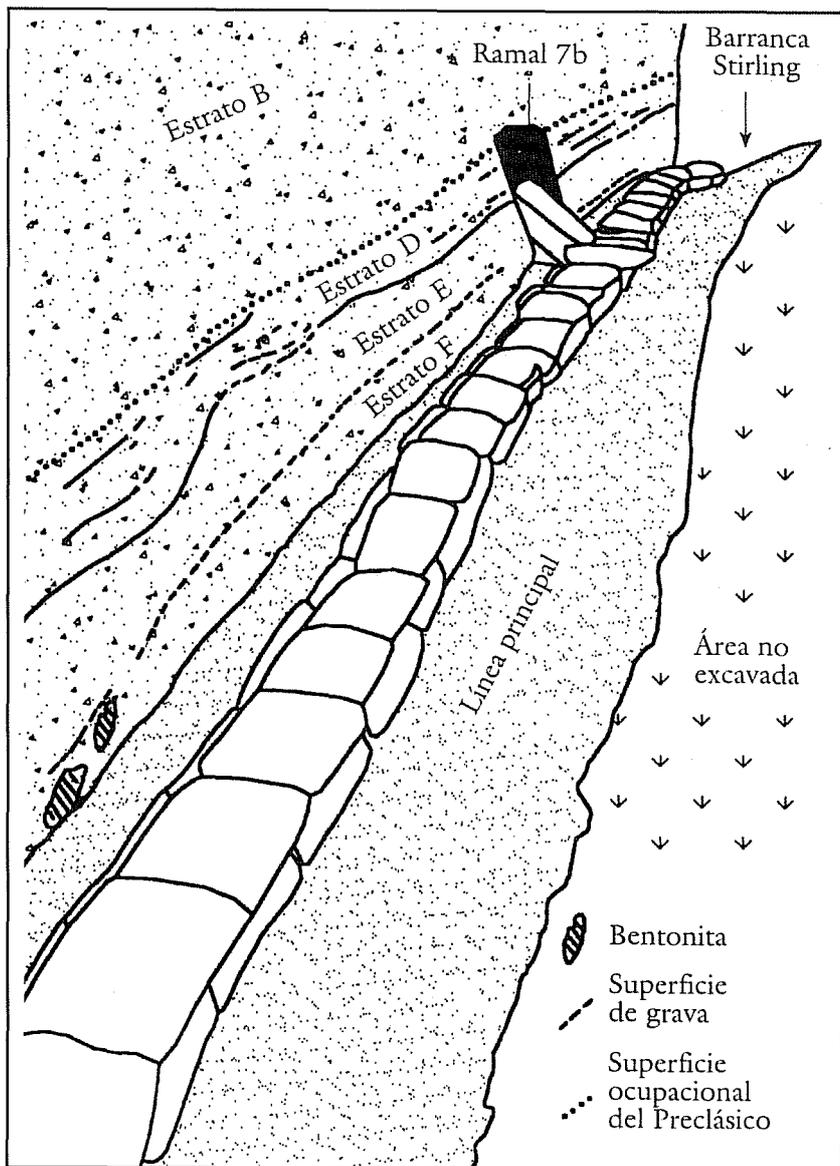
Acorde con evidencias arqueológicas, Gareth W. Lowe considera que en San Lorenzo los olmecas contaron con fuentes y albercas (Lowe, 2002). Las uniones de estos canales en forma de U también aquí fueron pegadas con chapopote para evitar al máximo la filtración, y encima de las piezas fueron colocadas tapas planas de piedra. En su investigación, Ann Cyphers (2004), remitiéndose a un ducto en particular, describe:

Este acueducto (compuesto por ductos y tapas) corre en sentido este-oeste al sur de la laguna 8. Tiene una pendiente que baja hacia el oeste y seis desagües hacia el sur que sirven para ajustar un alto flujo del agua.

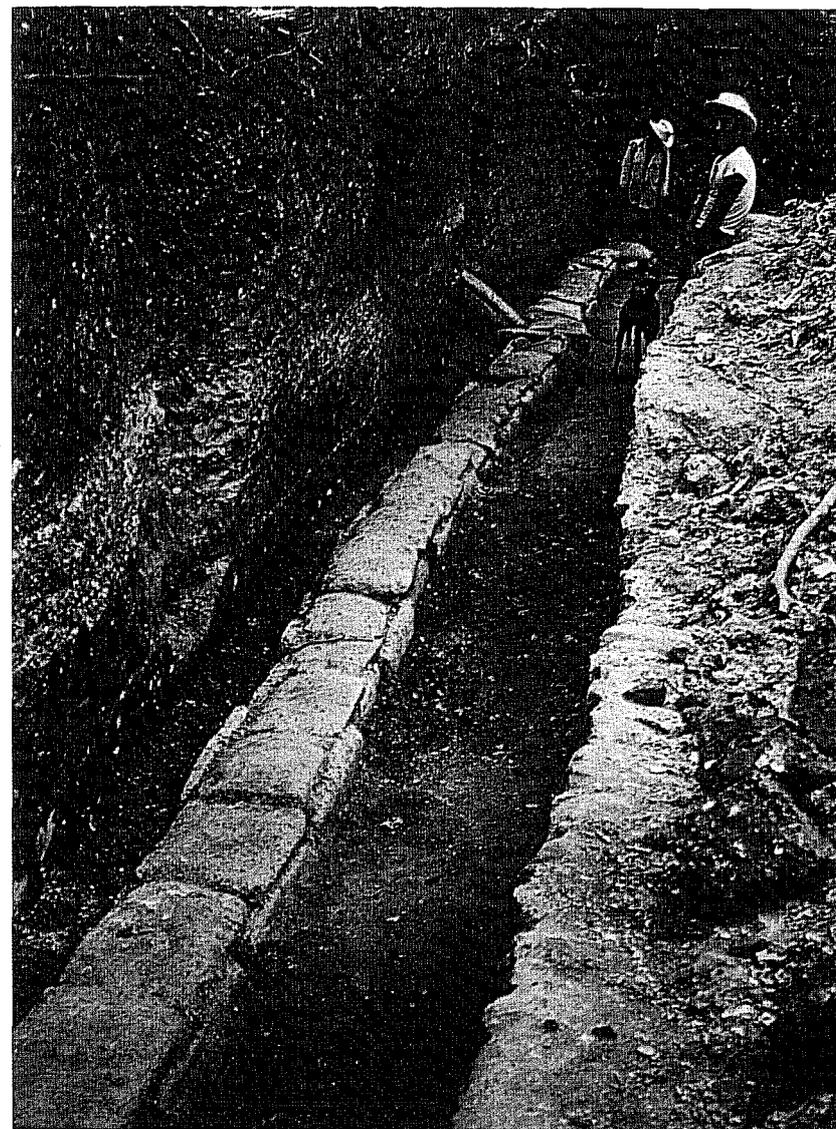
La longitud del canal principal era de 171 metros y algunos de sus ramales se dirigían hacia las tierras bajas de la meseta, donde actualmente se pueden ver cultivos de maíz y calabaza. Colegimos que estos canales, así dispuestos, podrían tener un uso de desalojo de aguas y, a la vez, proporcionar agua para riego de cultivos. Se han encontrado algunas figuras, tal como la de un ave, que se interpreta sirvió de fuente y presenta una hendidura que concuerda con la forma de canales en U. Para Cyphers (2004) pudo tratarse de una fuente



El jaguar, como animal representativo de la cosmovisión olmeca. San Lorenzo Tenochtitlan. Fotografía: Daniel Murillo, 2007.

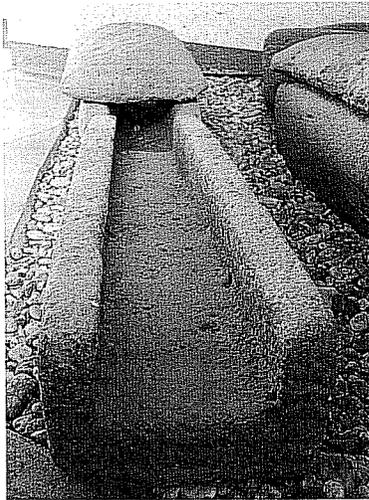


Esquema de un acueducto en San Lorenzo. Ilustración cortesía de Ann Cyphers, *Escultura olmeca de San Lorenzo Tenochtitlan*, p. 139.



Fotografía por Linda Schele, © David Schele, cortesía de Foundation for the Advancement of Mesoamerican Studies, Inc. www.famsi.org





Ducto olmeca. Museo de San Lorenzo Tenochtitlan. Foto Daniel Murillo, 2007.



Acueducto de forma serpentina en San Lorenzo. Fotografía cortesía de Ann Cyphers, *Escultura olmeca de San Lorenzo Tenochtitlan*, p. 153.



o de un nodo conector en una red de suministro. La pregunta que surge a continuación es por qué incluir el aspecto simbólico en la figura de ave, en la construcción del sistema hidráulico mencionado.

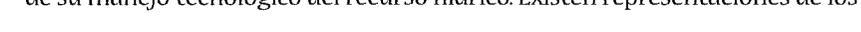
El contexto en que se han situado esculturas y monumentos, como las cabezas colosales halladas en San Lorenzo, también dista de tener una función decorativa; por el contrario, este contexto contiene elementos simbólicos o de uso ritual (Cyphers, 1997). Para Cyphers la disposición de las piezas escultóricas expresa un lenguaje a través del cual se transmiten mensajes y conceptos alusivos a la filosofía olmeca, incluyendo la sustentación del poder. Lo simbólico, en este caso, como en otros que veremos más adelante, forma parte de una semiosis que carga de significados metafóricos al sistema hidráulico y los usos del agua.

Se han encontrado variantes de la tecnología de canales, como ductos en recintos de templos-habitación, formando estructuras curvadas como cuerpos de culebra. Suponemos que estos canales serpentina abastecían de agua para consumo humano, y no descartamos tampoco que este tipo de tecnología fuera también aplicable al desalojo del agua. La forma de serpiente puede verse como una metáfora representativa del agua subterránea y considerarse como un elemento simbólico de los olmecas. Es posible que la finalidad de estas obras de control y manejo del agua (terraplenes, acueductos, pozas artificiales, depósitos de agua, fuentes y vasijas) haya sido para suministro de agua dulce, almacenamiento o drenaje, sin descartar que fueran usadas con fines de irrigación, con alta probabilidad que tuvieran propósitos rituales y metafóricos.

Siguiendo a Cyphers, podemos inferir que desde este centro se ejercía un control del agua tanto en su función de comunicación fluvial como de suministro de mercancías. En esta ciudad residían los poderes y los gobernantes tenían el dominio del lenguaje simbólico, a través del cual mediaban entre los hombres comunes y los dioses. Los gobernantes representaban a los dioses del agua, de la selva y del maíz, como puede observarse en los tronos, cabezas colosales y efigies de sus gobernantes.

El culto al agua y al monte

Se tienen bases materiales para afirmar que los olmecas asentados en Veracruz y Tabasco desarrollaron un complejo culto al agua y al monte —entiéndase cerro, montaña, selva, volcán, fertilidad, mar, rayo, agricultura y lluvia—, indisoluble de su manejo tecnológico del recurso hídrico. Existen representaciones de los





La Venta, Tabasco. La Estela del Rey y cabeza olmeca. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Cerro-pirámide y estela simbólica, clasificado como Monumento 25/26. La Venta, Tabasco. Foto: José Luis Martínez, 2007.



cerros en piedra labrada y alusiones simbólicas a éstos.

De hecho, el gran cerro artificial del sitio arqueológico de La Venta es una muestra de esta compleja cosmovisión agropluvial. El asentamiento ocupaba una extensión de doscientas hectáreas y era habitado por unas dieciocho mil personas (Lauck, 1995). En el corazón de la ciudad (Complejos C y A, así llamados por los arqueólogos), se edificó un recinto ceremonial que es una de las mejores expresiones de la cosmovisión olmeca y del papel que esa cultura asignó al agua mediante las creencias cosmogónicas de la formación del mundo. Dicha pirámide tiene forma cónica, 34 metros de altura por 140 de diámetro, y se cree es réplica del volcán ahora llamado San Martín Pajapan, ubicado en la sierra de Los Tuxtlas, objeto de culto desde tiempos olmecas (Soustelle, 1979), del que se extraían enormes rocas volcánicas para esculpir sus monumentos.

Hasta la fecha, el volcán se considera una entidad ligada a la lluvia, a la agricultura y al equilibrio del cosmos. Como lo han señalado Enrique Florescano, López Austin y otros investigadores, en el sitio de La Venta se representa una estructuración del cosmos constituida básicamente por tres bloques: cielo, tierra e inframundo, la cual veremos aludida constantemente en las culturas precolombinas que sucedieron a los olmecas.

En ese sentido, el montículo formado puede representar la creación del mundo a partir de que el agua se separa y hacer emerger la pirámide-montaña sobre el mar primigenio, representada por una explanada hundida (Florescano, 1999). Es en este rectángulo de 40x50 metros donde se encontraron seis ofrendas masivas de serpentina, enterradas aproximadamente a ocho metros de profundidad (Lauck, 1995). Con estas ofrendas subterráneas quedó simbolizada la estructura cósmica compuesta de tres basamentos: los cielos, la tierra y el inframundo. No está por demás agregar que el fundamento filosófico del mito cosmogónico del *Popol Vuh* consiste en que, al separarse cielo y tierra por las fuerzas divinas, los árboles vendrían a convertirse en sostenedores del firmamento, permitiendo el despliegue pleno de la vida. Como representación de este acto demiúrgico, se irguieron al pie de la montaña simbólica estelas alusivas a la creación del mundo y a la celebración de la vida. Los hombres son, pues, los depositarios de esta creación; de ahí deriva la fuerza de los dirigentes que gobernaron estas tierras.

Por ello abundan las esculturas monumentales que representan a gobernantes como guardianes y depositarios de los poderes que emanan de las deidades agrícolas y del agua; también se les representa con bastones de mando que hacen referencia a la ideas míticas de la creación del mundo, en el preciso instante de levantar el cielo a través de los Árboles Cósmicos, tal y como parece advertirse en la pieza escultural del gobernante —bautizado por





Altar 5. Parque Museo La Venta, Villahermosa, Tabasco. Foto: José Luis Martínez, 2007.



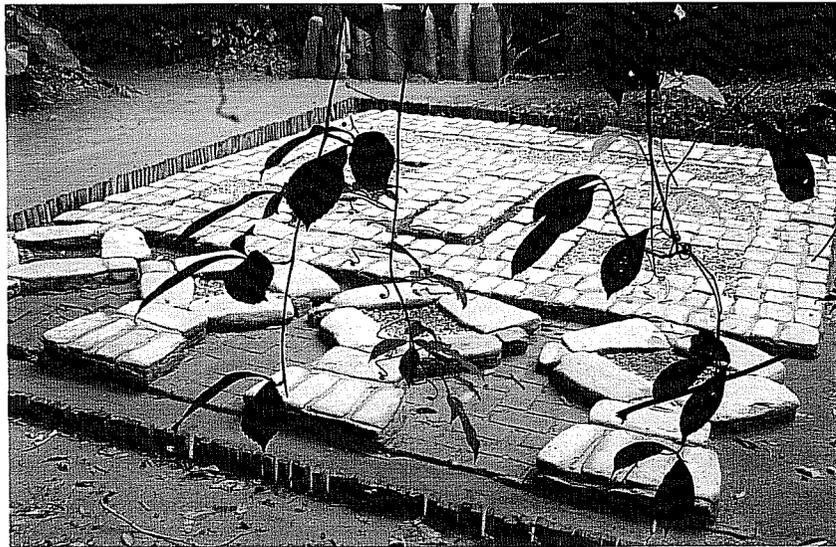
los arqueólogos como monumento I de San Martín Pajapan—, que tiene en sus manos un bastón a punto de levantar y que, de acuerdo con Kent Reilly (Florescano, 1999), parece simbolizar el momento de erguir el árbol cósmico que sostendrá el cielo.

Entre los seres que se elevan a condición de guardianes divinos encontramos, entre otros, la serpiente, la tortuga, el mono, el tiburón, el jaguar, el sapo, el lagarto y a la abeja. Estos animales tienen un papel protagónico como símbolos de fertilidad, cósmicos, telúricos, meteorológicos, hídricos y pluviales. En la iconografía simbólica de los olmecas aparecen varias representaciones de niños y enanos que hacen pensar, como sucedió con otras culturas posteriores, que formaban parte de rituales pluviales probablemente asociados con la creencia de pequeños “diositos” encargados de hacer llover, y que habrían sido considerados como dueños del monte y el agua.

A partir de evidencias arqueológicas se deduce que la vida ceremonial y ritual entre los olmecas tuvo que ser tan intensa como las de otros grupos culturales consolidados en Mesoamérica durante el Clásico y Posclásico. Entre los hechos que fundamentan lo anterior se indica lo siguiente: en la ciudad de La Venta, el grupo de edificaciones se alinean de norte a sur con una desviación de ocho grados del norte magnético, distribución que buscó ordenar seguramente lo terrestre conforme a lo astrológico.

Esta adecuación constata conocimientos agroaquelos que implicaron asociar el movimiento y posición de los astros con la llegada o fin de las lluvias; en el complejo arquitectónico A de La Venta fueron depositadas las bellas ofrendas masivas subterráneas ya mencionadas párrafos arriba. En su capa superior, previa a la superficie de la tierra, sobresalía un mosaico de piedra serpentina que algunos autores suponen representa al jaguar y, otros, a la serpiente. Sea como fuere, esta figura está identificada con la tierra, el agua y la fertilidad. Entre los objetos sagrados ofrendados se hallaron doscientas hachas votivas y objetos de jade (Lauck, 1995); es muy probable que ello represente una liga con el inframundo. Esta observación es posible debido a que, a manera de máscara, en la parte superior del suelo (en el nivel inmediato anterior a la superficie), donde se hicieron las ofrendas ceremoniales, se dibujó con mosaicos la faz del monstruo de la tierra representada por lo que, en apariencia, son las fauces de una serpiente o de un felino. En síntesis, la imagen es un rostro que alude a la puerta de entrada a las entrañas del reino subterráneo, uno de los dominios de los dioses del agua.

En La Venta se han encontrado tinas esculpidas en piedra basalto como parte de un sistema aparentemente de suministro de agua, y se tienen



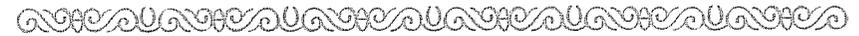
Ofrenda masiva de piedra serpentina. Parque Museo La Venta, Villahermosa, Tabasco.
Foto: José Luis Martínez, 2007.

evidencias de ductos en forma de U vinculados con la Acrópolis Stirling del complejo A de La Venta. De acuerdo con Rebeca González Lauck (1995):

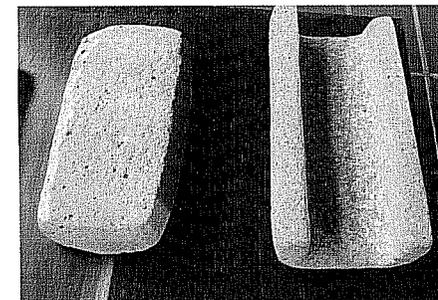
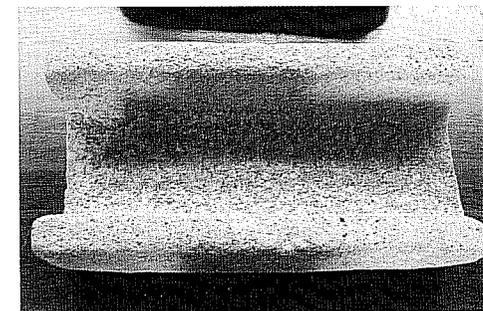
Hacia el oriente puede notarse el frente de la [acrópolis] Stirling, de más de 320 metros de largo. Todavía no se ha definido la naturaleza y función de esta construcción, aunque en ella se han encontrado canales de distribución de agua hechos en piedras labradas en forma U.

Estas piezas son idénticas a las encontradas en San Lorenzo. Indican que la ciudad cívica-ceremonial de La Venta contaba con acueductos presumiblemente para diversos fines prácticos, como pudieran ser: desagüe, abasto de agua y riego, semejante a lo que se ha empezado a comprobar con los estudios arqueológicos realizados por Ann Cyphers, ya señalados con anterioridad.

Dada la importancia simbólica de esta ciudad y al estar circundada por sistemas fluviales, dichas obras hidráulicas seguramente tuvieron un papel ritual significativo en este espacio arquitectónico que, al mismo tiempo que servía como sede de los gobernantes, constituía el recinto

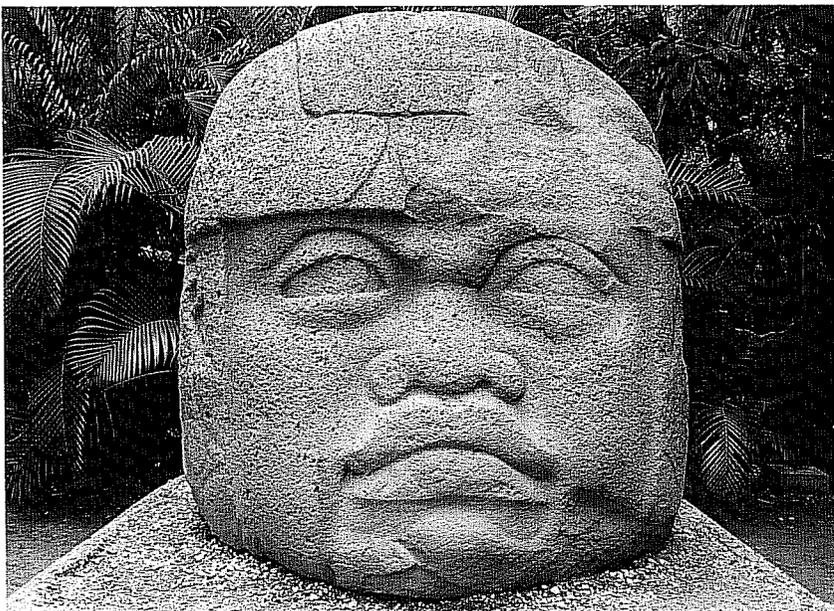
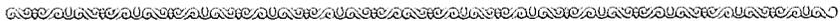


donde se desarrollaban los dramas míticos y cosmogónicos, en los que el agua y sus fenómenos naturales asociados eran centrales para la ritualidad agropluvial. De igual forma se debe considerar que por proximidad al litoral del Golfo de México y la importancia de sus actividades de pesca, navegación y comercio, el mar también se hallaba presente en su cosmovisión del agua. Este hecho se atestigua en estelas, como la que representa la figura de un tiburón erguido, de factible asociación con una especie de árbol cósmico. Con los olmecas se desarrolló una estética de simbolismo complejo en torno principalmente al agua, la tierra y el poder, la cual se plasmó en su arquitectura, en la red subterránea de ductos de piedra basáltica y fuentes de agua, estelas monumentales, ofrendas, objetos preciosos y diversas piezas esculpidas en piedra y jade. Como ejemplo están las cabezas olmecas colosales, que representan a personajes de la clase gobernante que, al divinizarse, se transformaban en objeto de culto.



Ducto de la ciudad de La Venta. Museo del sitio, Tabasco.
Foto: José Luis Martínez, 2007.





Cabeza olmeca. Parque Museo La Venta, Villahermosa, Tabasco. Foto: José Luis Martínez, 2007.



El Señor de la Tierra. San Lorenzo Tenochtitlan. Foto: Daniel Murillo, 2007.



Capítulo 7



OTRAS OBRAS HIDRÁULICAS DESTACADAS EN EL PRECLÁSICO





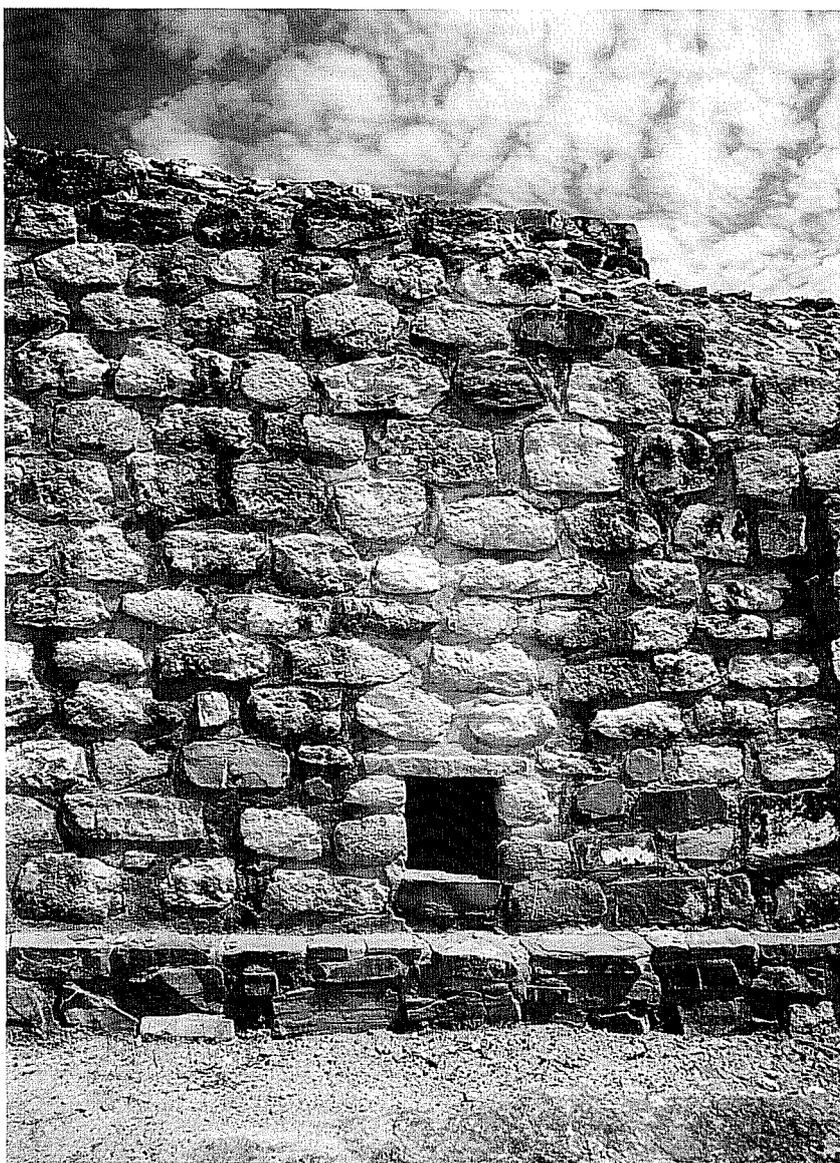
Cuicuilco

Como sucedió en otras regiones culturales de Mesoamérica, en el Altiplano Central de México la experiencia en el manejo y control del agua era ya una práctica instituida en el Preclásico Medio (1200-400 a. C). Es el caso de la primera gran cultura asentada en el valle de Anáhuac, los predecesores de Teotihuacan y contemporáneos de los olmecas arqueológicos: los constructores de Cuicuilco. Para este periodo, Roberto García Moll establece que se cultivaban las tierras mediante el terraceo de cerros y laderas; se contaba con canales de riego y presas (Moll, 2007). Hay que imaginarse la geomorfología de aquella época, en un paisaje con abundancia de manantiales, arroyos y la cercanía de los cuerpos lacustres. Parte de este paisaje es señalado por Mario Pérez (2007), haciendo referencia a la construcción de un centro comercial en los primeros años de la década del 2000:



Cuicuilco. Foto José Luis Martínez, 2007.





Desagüe. Sitio Organera-Xochipala, Guerrero. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Un nuevo hallazgo que confirma la complejidad de la traza del asentamiento es el efectuado durante la construcción del centro comercial Plaza Cuicuilco. Se trata de un gran reservorio de agua situado al sur del gran basamento, lo que nos indica la tendencia de muchos asentamientos de la época para controlar y garantizar el abasto de agua.

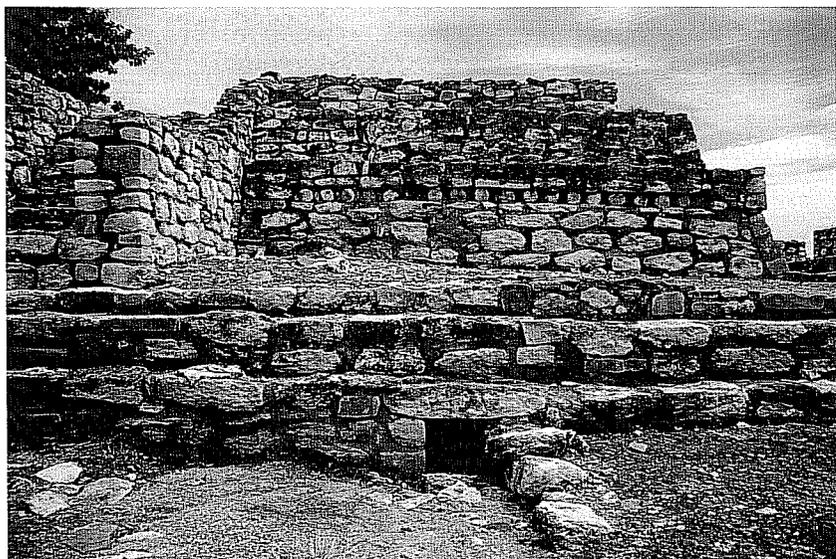
El complejo cultural del Cuicuilco prehispánico fue destruido por la erupción del volcán Xitle antes del inicio de la era cristiana. Parte de esta grandeza arquitectónica, que se salvó de quedar sepultada por lava, ha sido preservada en áreas de lo que hoy es la zona de condominios de Villa Coapa y en los terrenos aledaños a la Escuela Nacional de Antropología e Historia, donde se encuentra la pirámide circular de Cuicuilco.

Buena parte de las evidencias arqueológicas que no se pudieron rescatar han sido prácticamente destruidas por el crecimiento gigantesco de la ciudad de México. No obstante, con respecto a las obras de irrigación, Palerm y Wolf dejaron testimonio de sus hallazgos hechos en un recorrido de campo en 1956. Dieron cuenta que en la parte baja del cerro de Zacatepec había zanjas que podrían haber sido parte de dos canales y, en una de sus laderas del lado occidental, un conjunto de terrazas para uso agrícola. También, en lo que ahora es el Pedregal de San Ángel, cercano al centro cívico-ceremonial de Cuicuilco, localizaron restos de un dique levantado con piedra y tierra de veinte metros de longitud, que debió represar alguna corriente de agua (Palerm y Wolf, 1972).

Al norte de la cuenca de México, en el pueblo Santa Clara Coatitlan ("Tierra de las culebras") se construyó en el 900 a. C. una red de canales para encauzar agua de los escurrimientos de la sierra de Guadalupe, los cuales alimentaban al lago de Texcoco (Nichols, 1982). En el año de 1974, estos canales fueron descubiertos al perforarse pozos para extracción de agua. Posteriormente han sido estudiados por Deborah Nichols constatando, con esta evidencia arqueológica, la prueba del uso de este sistema para fines de irrigación.

Siguiendo al geógrafo William E. Doolittle, este sistema estaba compuesto de un canal principal de una longitud que rebasaba los dos kilómetros y contaba con una pendiente de 1%. La dimensión del canal es de un metro de profundidad por uno de ancho. El canal, a su vez, en su sección final de corte trapecial se conectaba con un conjunto de canales menores que conducían las aguas a las tierras de cultivo. Se calcula que dicha infraestructura fue usada, por lo menos, durante doscientos años (Doolittle, 2004; Nichols, 1982). Por su antigüedad, Doolittle considera al sistema: "como la evidencia más antigua e indiscutible de irrigación por canales en México."

En nuestra opinión, por lo expuesto anteriormente sobre la experiencia hidráulica de los olmecas, es necesario ser más cauteloso en cuanto



Alcantarilla y patios diseñados con desagüe. Sitio Organera-Xochipala, Guerrero.
Foto: José Luis Martínez, 2007.



la antigüedad histórica —inadecuadamente llamada por este brillante autor como “prehistórica”— de la irrigación prehispánica.

Drenaje pluvial en los centros cívicos-ceremoniales

La arquitectura de los centros cívicos-ceremoniales requirió de una planeación hidráulica efectiva para drenar y desalojar las aguas pluviales que, de otra manera, anegarían recintos, palacios, patios y habitaciones. No hay ciudad importante en Mesoamérica que no contara con mecanismos hidráulicos de desagüe. Para citar un ejemplo, además de los abordados en este trabajo, en Guerrero, durante la cultura Mezcala (200 a. C.-1000 d. C.) en el sitio ahora llamado La Organera-Xochipala (200-900 d. C.) se aprecia, en los diferentes niveles de sus recintos y patios de la ciudad, alcantarillas en la base de sus estructuras piramidales que se conectan con un drenaje subterráneo. Ello permitía drenar las aguas pluviales fuera del centro ceremonial y habitacional;



también se observan canales superficiales para desalojar las aguas hacia el exterior.

Los temazcales en la antigua Mesoamérica

No todas las obras relacionadas con la hidráulica residían en las grandes ciudades en los centros ceremoniales. El caso de los temazcales, encontrados en muchas ciudades mesoamericanas, es un ejemplo de la tecnología hidráulica (combinando el agua y el calor) en el uso cotidiano.

Aunque de uso generalizado, sabemos también que los baños rituales eran de suma importancia para los sacerdotes y reyes, así como en algunos procesos terapéuticos-medicinales. Existen pozas y recintos dedicadas a este uso ritual en varios lugares: Tetzcotzincó, Comalcalco, la Organera-Xochipala, Cuicuilco, entre otros. Según Rivera Dorado (2001: 300), en la ciudad maya de Dzibilchaltún es donde se encuentra uno de los temazcales más antiguos de las tierras bajas mayas. En las culturas mesoamericanas se utilizaba el baño de temazcal como un rito de purificación. Aunque no se trata específicamente de una obra hidráulica, es importante señalar su uso y difusión en los pueblos mesoamericanos. El uso de esta tecnología tradicional se mantiene en la actualidad en muchas culturas indígenas actuales.





Restos de temazcal en La Organera-Xochipala. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Probable baño de temazcal en Cuicuilco. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Baño de temazcal con altar. *Mundo indígena. Iconografías de luz*, Vol. 1, INI-CIESAS, fondo Alfonso Fabila, ca. 1955, Jamiltepec, Oaxaca, Fondo Alfonso Fabila.

Capítulo 8



IRRIGACIÓN PREHISPÁNICA EN LA MESETA POBLANA Y EL VALLE DE TEHUACÁN



Tecoatl, Valle de Tehuacán, Puebla. Foto: José Luis Martínez, 2007.



La meseta poblana y el Valle de Tehuacán, al sureste de Puebla, son regiones cuyas actividades agrícolas y manejo del agua abarcan una tradición milenaria. No es entonces extraño que sus pobladores hayan incursionado en experiencias y prácticas de irrigación y abastecimiento de agua. Cerca de la ciudad de Puebla se ha comprobado la existencia de canales que derivaban agua de corrientes pasajeras para irrigar las parcelas. Su antigüedad se ubica entre el 750 y 300 a. C. (Doolittle, 2004; Precourt, 1983). Doolittle sugiere que estos antiguos agricultores construyeron presas rústicas hechas de varas y palos para controlar las corrientes que se crean en estas regiones en temporada de lluvias.

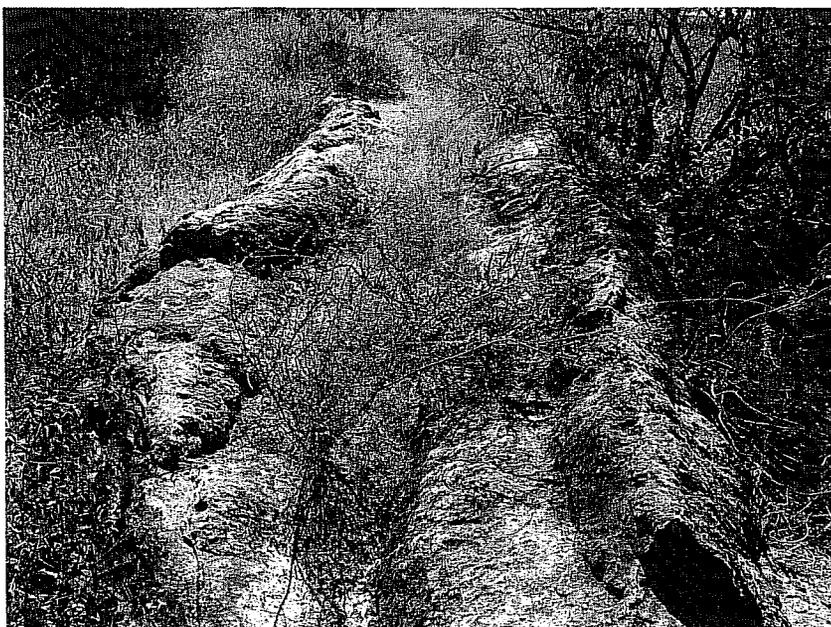
James E. Nelly (a la sazón integrante del equipo de investigación de MacNeish, quien realizó estudios en la misma región sobre el origen y antigüedad del maíz), especialista y apasionado —con cinco décadas de estudio— del tema, concentró su interés sobre la gestión hidráulica precolombina del agua, dando a conocer entre los años sesenta y setenta del siglo pasado la existencia, en el Valle de Tehuacán, de una extensa red de canales construida desde los años 750 a. C., aunque algunos podrían ser incluso anteriores a este periodo.

Estos canales sumaban más de 1200 kilómetros de longitud. Suministraban agua a 330 kilómetros cuadrados de tierra cultivable —una región cuyo tamaño es casi el de la franja de Gaza— y ello hace casi 2500 años (Caran y Nelly, 2006).

La población campesina de hoy en día conoce a estos canales, que se extienden como serpientes, con el nombre nahua de *tecoatl*: "Serpientes de piedra". Siguiendo a Nelly, estos canales excavados en tierra y en condiciones topográficas escabrosas mantenían el gradiente necesario de dos grados, o menor rango, para hacer eficaz el transporte del agua que se conducía desde los manantiales a través de las corrientes y, hasta las represas, hechas con materiales rústicos. El que estos canales se hayan mantenido por tanto tiempo se debe a que el agua contiene sustancias mineralizadas; entre éstas, el carbonato de calcio, que al depositarse y acumularse formó una capa impermeable que solidificó el canal:

Una capa tras otra se sedimentaba y endurecía, formando un revestimiento pétreo de travertino calcáreo, un material similar al de las estalactitas y las estalagmitas de las cuevas.





Tecoatl, Valle de Tehuacán, Puebla. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Presa Purrón, Tehuacán, Puebla. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Estos estratos se iban acumulando a razón, por término medio, de un centímetro al año, es decir un metro cada siglo (Caran y Nelly, 2006).

Algunos de estos canales llegaron a alcanzar hasta cinco metros de elevación y treinta metros de extensión en su cimiento. Este proceso no impidió que continuaran en uso; por el contrario, sobre estos verdaderos muros de contención se hacían adaptaciones para seguir derivando agua hacia otros canales adyacentes que irrigaban los terrenos. Para no desaprovechar estos "canales-diques" se llegó, incluso —según nuestra deducción a partir de un recorrido in situ— a hacer acueductos para conducción de agua a las parcelas.

Nelly reporta que los regantes precolombinos sabían aplicar el principio de conducir el agua por un conducto elevado mediante el uso de piedras ajustadas y unidas con tierra compactada. De acuerdo con los estudios de datación con base en el carbón radioactivo, Nelly sostiene que la construcción de estos canales persistió hasta las primeras décadas del siglo XVI, lo que nos indica que esta región se mantuvo durante cientos de años como una zona de riego. La ingeniosa infraestructura ha probado su eficacia; no obstante, hemos de resaltar que la constancia de este sistema de irrigación no pudo ser posible sin una organización y administración eficaz del uso y control del sistema de regadío. Y ésta apunta a un modelo distinto al de la existencia de un organismo rector que desarrolla una compleja red de irrigación o un esquema en el que el aparato de Estado, a partir de la agricultura de riego, demanda un control hidráulico sobre los agricultores. Coincidimos en este punto con el señalamiento de Nelly:

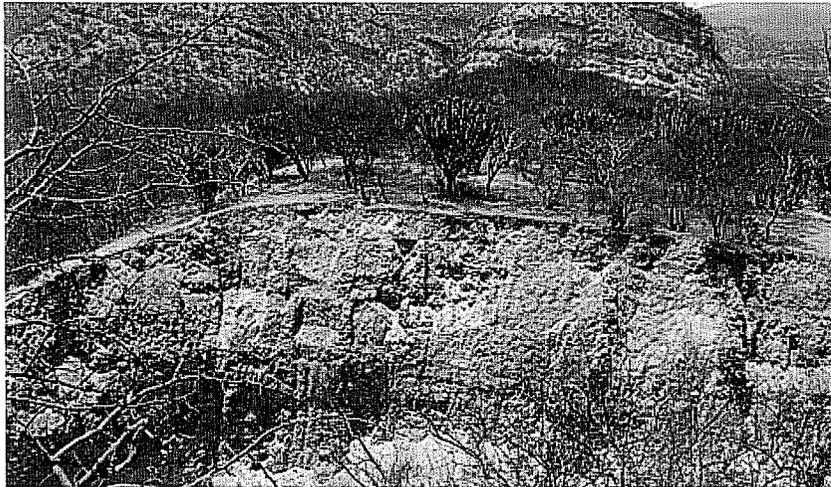
Pequeñas entidades sociopolíticas, de laxa organización, podrían construir y gestionar sistemas hidráulicos, de modesta escala cuando menos, tal vez en cooperaciones con organizaciones similares, sin requerir ninguna autoridad central (Caran y Nelly, 2006).

Llevando más lejos esta idea, nosotros pensamos que la gestión de un sistema avanzado de irrigación podría controlarse a partir de una alianza de entidades autogestivas y que, incluso, fuera el punto de partida para que surgieran bases de un desarrollo cultural entrelazando otros sistemas productivos y prácticas (como la caza, la recolección o la pesca), y que pudieran articularse para apuntalar un proceso civilizatorio particular.

Presas Purrón, Tehuacán, Puebla

A unos cuantos kilómetros de la cueva de Coxcatlán, donde, entre 1961 y 1963 Mc-Neish y su grupo hallaron quizá las muestras más antiguas de mazorcas

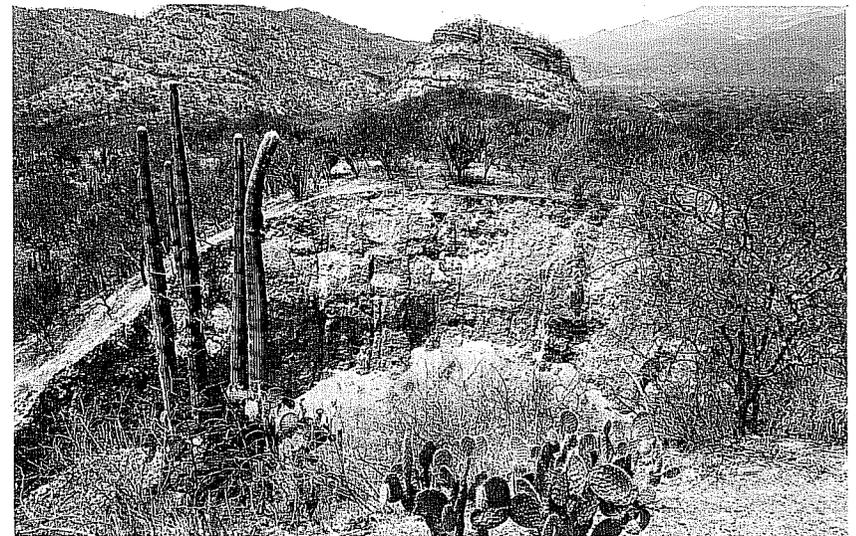




Presa Purrón, Tehuacán, Puebla. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Presa Purrón, Tehuacán, Puebla. Foto: José Luis Martínez, 2007.

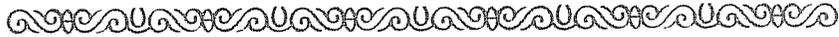


Presa Purrón, Tehuacán, Puebla. Foto: José Luis Martínez, 2007.

de maíz, se localiza una de las obras que más ha impresionado a los ingenieros hidráulicos: la presa de gravedad Purrón, también conocida como "Mequitongo". Se encuentra en uno de los enclaves considerados como el lugar donde surgió la agricultura precolombina y se domesticó el maíz, y al que con justicia, puede agregársele, fue uno de los centros del Preclásico en los que se desarrolló la irrigación y se conservó milenariamente.

Situada en la cuenca del río Salado, esta obra hidráulica se comenzó a construir en el periodo que va del 750 a. C. al 600 a. C. Tuvo el objetivo de contener el agua de un arroyo al que ahora se le nombra "Lencho Diego". Woodbury y Nelly (1972) han determinado, después de una minuciosa revisión de la estructura de la presa, cuatro fases en su construcción. La primera consistió en un muro de mampostería para retener el lecho del arroyo de 2.80 metros de altura; en la segunda fase se levantó el dique a la altura de seis metros, utilizando técnicas más complejas que permitieron hacer incrustaciones de lozas y segmentar el muro con paredes y, en su intersticio (de veinte a sesenta centímetros de ancho), se utilizaban rellenos de arena y piedra (Yapa, 1997).

Luego, en un lapso de siete siglos, siguiendo este mismo procedimiento, en una tercera y cuarta fase se volvió a elevar el dique ocho metros más. Finalmente, una presa que en principio fue de menores dimensiones, se



transformó en la presa más grande del México precolombino. En su inicio, la presa consistió en un bordo semicircular transversal a la corriente de agua, teniendo una longitud de 175 metros, casi tres metros de altura y seis de ancho, con un embalse calculado de 140 por 170 metros (Doolittle, 2004; 1999) (Woodbury y Nelly, 1972). En su última etapa de construcción, de acuerdo con el estudio de James E. Nelly, alcanzó las siguientes dimensiones:

Una longitud de 400 metros, 100 de anchura y su alzado era de casi 25 metros. Los obreros transportaron a mano, a razón de unos cuantos kilos en cada viaje, unos 2,64 millones de metros cúbicos de tierra. Es probable que esta presa fuese la mayor estructura de retención de agua de América hasta el siglo XVIII. Los antiguos ingenieros construyeron en sus alrededores miles de kilómetros de canales y acueductos, que precedieron en dos milenios la llegada de los europeos a México. Desviaron y canalizaron las aguas de manantiales y avenidas, las condujeron a través de las divisorias de escorrentía y las hicieron contornear cañones o bajar por empinadas laderas (Nelly y Caran, 2006; datos mencionados también por Woodbury y Nelly, 1972, y por Doolittle, 2004).

Se piensa que el almacenamiento de esta presa alcanzó una capacidad calculada de 2940 000 m³. Woodbury y Nelly afirman, desde 1972, que aunque no existe evidencia clara, esta presa debía tener un vertedor que conectaba a una red de canales destinados a la irrigación, argumento que siguen sosteniendo en 2006, a contracorriente de Doolittle, quien afirma que el objetivo de la presa no era la irrigación, sino servir al control de inundaciones sobre los terrenos agrícolas terrazados. En esa misma línea, recientemente León Hernández y Eugenio Morales, en 2003, reportan el hallazgo de un canal de 3 500 metros de longitud asociado con dicha obra, ahora conocido como "canal de Santa María". Según este informe, dicho canal permitía derivar agua a la presa y conducir otra parte a las terrazas agrícolas (Hernández, 2005).

En este mismo sitio se identificaron otras redes de canalización que servían para la irrigación y el abastecimiento de agua, captada mediante la construcción de bordos de retención o albercas conocidos como *tlaquilacaxitl*, semejantes a los jagüeyes y que, según Hernández, formaban parte de las prácticas de retención de agua pluvial por parte de la población. Él también observó los restos de medidas de control de azolve que se hacían por medio de una especie de jardineras de piedra que rodeaban a las plantas, que permitían el flujo del agua y, a la vez, controlaban el arrastre del suelo. Desafortunadamente, quienes notifican estos trabajos no dan una indicación precisa de su fecha como para disipar la controversia de la existencia de canales de irrigación vinculados con la presa Purrón.

Creemos que estas obras son de origen prehispánico y deben remontarse a una fecha anterior al año 300 d. C. Es irrefutable que esta práctica se



conservó y desarrolló entre numerosos pueblos mesoamericanos, por lo que el conocimiento de tecnologías hidráulicas y técnicas de irrigación y conservación de suelos es una constante y un rasgo permanente de los pueblos mesoamericanos.



Capítulo 9



OAXACA: LAS INNOVACIONES HIDRÁULICAS MIXTECAS Y ZAPOTECAS



En esta zona, desde los tiempos del Preclásico y su transición al periodo Clásico (200-900 d. C.), se tiene evidencia material del desarrollo de técnicas de manejo y control del agua que pueden tener rastros de pervivencia en el presente. Algunas de estas técnicas son: contención de sales minerales, uso de humedad y retención de suelo, terraceo agrícola, presas, represas, canales de irrigación, riego mediante inundación, sistemas de desagüe con alcantarillado, drenaje doméstico, riego a brazo, perforación de pozos verticales, cercas vivas de maguey o nopal y el uso de tierras humedecidas en la sierra aprovechando el rocío o la neblina, entre otras prácticas (Peña, 1998).

Uno de los recursos de irrigación más antiguos que se ha practicado en los Valles Centrales de Oaxaca es la perforación de pozos poco profundos para acceder al agua subterránea que puede aflorar entre los dos y tres metros. El método de irrigación era laborioso pero efectivo y se infiere que consistía en extraer el agua del pozo mediante vasijas de barro y regar a brazo el cultivo. Efrén Peña cita que en las áreas de Aluvión Alto y en Abasolo de esta región se han reportado dos pozos prehispánicos datados en el año 850 a. C. El pozo de Abasolo, de acuerdo con Peña (1998):

Media dos metros de profundidad y estaba forrado de piedras en la orilla. El diámetro era de dos metros en la boca y un metro en la parte baja.

Al igual que en el Valle de Tehuacán, en esta zona hubo un sistema de riego que, en su época, tenía algunas innovaciones tecnológicas, como veremos. El sistema de irrigación de Monte Albán-Xococotlan tuvo una vigencia que va del 550 a. C., en que se calcula el inicio de su construcción, al 150 a. C., en que cae en desuso. Este sistema irrigaba cincuenta hectáreas localizadas al pie de la ciudad de Monte Albán; el sistema estaba compuesto de una presa con embalse conectada a un canal de dos kilómetros que derivaba el agua a las tierras de cultivo (Doolittle, 2004).

Siguiendo a Peña, el canal principal tenía dos secciones: una con un ancho de ochenta centímetros por 25 de profundidad, y otro menor, de 30 x 12 metros. (Doolittle, 2004; R. Mason *et al.*, 1977; Peña, 1998). En cuanto a la función de estos canales, el ingeniero Efrén Peña asume:





Que la pequeña correspondía a la operación de los años secos, con poco gasto para aumentar la eficiencia de conducción. Los campos de cultivo eran terrazas, formadas por muros de piedra y mezclas, de una a tres hileras de altura (Peña, 1998; R. Mason *et al.*, 1977).

La cortina de la presa se eleva diez metros y su pared se extiende en ochenta metros de longitud. Como innovación tecnológica, algunos ingenieros hidráulicos actuales han señalado que la planta de dicha presa tiene forma de V con el vértice orientado hacia aguas arriba, lo que se conoce en tecnología hidráulica como "presas bóveda".

Aunque algunos ingenieros hidráulicos actuales han denominado que esta construcción se logró gracias a "un acercamiento intuitivo al funcionamiento de las presas bóveda" (García, *et al.*, 2000), desde nuestro punto de vista, esta lógica de construcción no corresponde a la intuición de los constructores prehispánicos, sino que es la respuesta a un problema que refleja el grado de experiencia y avance del conocimiento tecnológico mesoamericano: no es poca cosa un conocimiento desarrollado entre quinientos y setecientos años de experiencia. Prueba de ello es que en el vértice de esta cortina había también una compuerta para controlar el flujo de agua.

Este avance tecnológico sitúa a la presa como un verdadero hito en la historia de la ingeniería hidráulica prehispánica ya que, al ser la pieza más antigua que hasta la fecha se ha encontrado en todo el continente americano, colegimos que la compuerta se inventó en Xoxocotlan; sobre ello, afirma Doolittle (2004): "Hasta que no se demuestre lo contrario, las compuertas deben considerarse como originarias de este lugar." Además, el nivel superior de la presa fue revestido con bloques de piedra caliza apuntalados con firmeza para contener los escurrimientos provenientes de ojos de agua y de la lluvia. Para cimentar la cortina se usó limo y piedra con una capa de caliza (Doolittle, 2004). Por último, el hallazgo de un canal labrado en la roca, documentado por Roger Mason, y como bien anota Doolittle, es sobresaliente, ya que indica que los encargados de diseñar esta unidad de riego también eran capaces de tener una visión para planificar la irrigación. Nos referimos a lo siguiente:

Los constructores tenían que haber conocido con anterioridad tanto la ruta del canal como lo necesario para que funcionara. Por lo tanto, la planeación que construyó este sistema fue mostrando los primeros signos de planeación en la irrigación en México (Doolittle, 2004).

Es en esta región de Xoxocotlan, que la innovación y el avance tecnológico hidráulico y las técnicas de irrigación alcanzaron uno de sus momentos de esplendor.



Hierve el Agua, 500 a. C.-1350 d. C.

A menos de veinte kilómetros de Mitla, y a menos de ochenta de la ciudad de Oaxaca, se impone un paisaje fascinante de la sierra de Tlacolula. Es el formado por escurrimiento de los manantiales ricos en minerales que brotan en un abrupto cerro, en el lugar llamado Hierve el Agua. A causa del alto contenido de carbonato de calcio que contienen estas fuentes, al bajar por la cumbre y sus laderas se han formado capas solidificadas de travertino, dando una imagen surrealista de la montaña que parece congelada en medio de un paisaje semiárido. Es aquí, aprovechando la abundancia de los ojos de agua permanentes, que los ingenieros mesoamericanos zapotecos desarrollaron un sorprendente sistema de irrigación combinando la técnica del terracedo, el uso de canales y el riego a brazo.

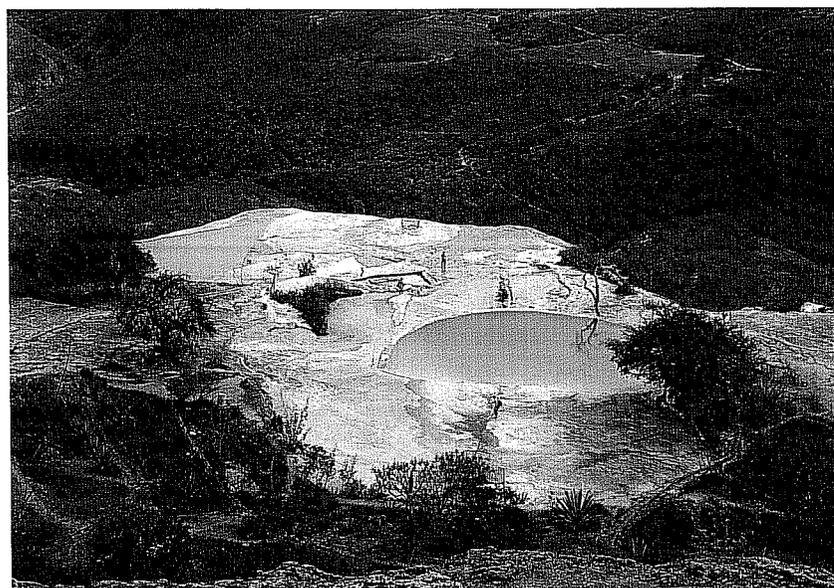
De acuerdo con Nelly, iniciador junto con Flannery de la investigación de este sistema, los agricultores de aquellos tiempos necesitaron moldear el cerro y sus sinuosas laderas; para ello transportaron —suponemos— con mecapal, cinco millones de metros cúbicos de tierra para construir más de cuatrocientas terrazas. Ello equivale a dos kilómetros cuadrados como superficie agrícola y 6 500 metros de canales (Caran y Nelly, 2006; Doolittle, 2004). Hay que recordar que este portentoso trabajo se hizo sin disponer de animales de carga, carentes de herramientas de herrería y sin el soporte de la rueda, por lo que se requirió una intensa mano de obra y seguramente una eficaz organización y dirección de los trabajos de ingeniería.

No obstante que investigadores como William P. Hewit, Marcus C. Winter y Peterson han sostenido que este sistema era para producción de sal, los estudios de Flannery, Neely, Caran y Doolittle resultan, a nuestro parecer, pruebas más consistentes en su argumentación para probar que el objetivo era la producción agrícola. Una evidencia de ello está contenida en la siguiente explicación del funcionamiento básico del sistema de irrigación.

En la cúspide del cerro brotan a borbotones las aguas de los manantiales que son conducidas por los canales principales hacia las terrazas, que a su vez distribuyen el agua a través de una red de canales que se halla en sus contornos. Estos fueron construidos en forma semicircular escalonada y a nivel adecuado; cuentan con una estructura de piedra por la que corren los canales pequeños de distribución en su parte superior y descendente. Tienen, en su parte inferior, una base para contener el suelo que se deposita para formar las parcelas de cultivo y, al mismo tiempo, evitar su deslave; además, hay un orificio que sirvió para drenar el agua y repartir la humedad en el suelo.



Hierve el Agua. Montaña 'congelada' de travertino. Foto: José Luis Martínez, 2007.



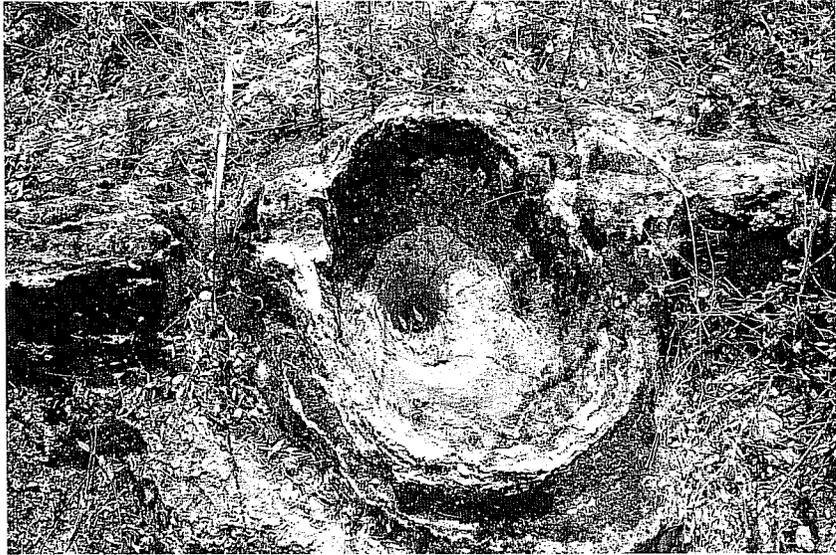
Manantiales de Hierve el Agua, Oaxaca. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Terrazas en Hierve el Agua. Foto: José Luis Martínez, 2007.



De acuerdo con las mediciones de Nelly (2006), la extensión de las terrazas oscila entre dos y cuatro metros de ancho y otro tanto de largo —según corroboramos en nuestra visita de campo—, en su línea más extensa. Los muros de contención podían tener hasta casi cuatro metros de altura. Los canales principales median cincuenta centímetros de ancho por cincuenta de profundidad, y los de distribución 30 x 30 (Doolittle, 2004). El conjunto de las terrazas estaba entrelazado y por ellas discurría el agua a través de los cientos de canales. A éstos se les hicieron pequeños cuencos, a manera de pocitas, distanciados a escasos metros una de otra, de donde se extraía agua mediante recipientes de barro o jícaras para regar a brazo los cultivos.



Pocita y canal. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Canal, poza y terrazas. Fotos: José Luis Martínez, 2007.



Los elementos que componen este sistema dan cuenta del grado de eficiencia para aprovechar al máximo el agua y el suelo. Nelly resume las ventajas que proporcionaba esta tecnología de riego:

Los agricultores, al adoptar un método de regadío tan eficiente, redujeron la acumulación de minerales en la tierra, al tiempo que minimizaban la cantidad de agua necesaria para la vida de las plantas de cada terraza; aumentaron así la superficie total de irrigación. El riego se practicaba casi exclusivamente en la estación seca. Durante el resto del año, el agua de la lluvia contribuía a limpiar el suelo poroso de los minerales acumulados (Caran y Nelly, 2006).

Sin este adecuado control del carbonato de calcio que propicia, al contacto con el lecho pedregoso, la formación de capas de travertino, el sistema hubiera resultado inservible al paso de los años. Por el contrario, este manejo y control de las fuentes permanentes resultó tan eficiente que permaneció en uso durante cientos de años. En su momento, esta tecnología zapoteca representó un adelanto en los conocimientos de la tradición de riego mesoamericano y, con probabilidad, pudo haber sido el sistema de irrigación más antiguo en controlar hidráulicamente manantiales con flujo permanente y mantener una exitosa gestión social del recurso hídrico.

Capítulo 10



EL ÁREA MAYA: CIUDADES Y SISTEMAS HIDRÁULICOS





Edzná. Foto: Daniel Murillo, 2007.



Chultún en Edzná. Foto: José Luis Martínez, 2007.



¿Serán trece mis cántaros
de agua de cenote?
Trece son las medidas
de agua de granizo
que se filtraron en la laja.

(El ritual de los Bacabes, 1987:398).

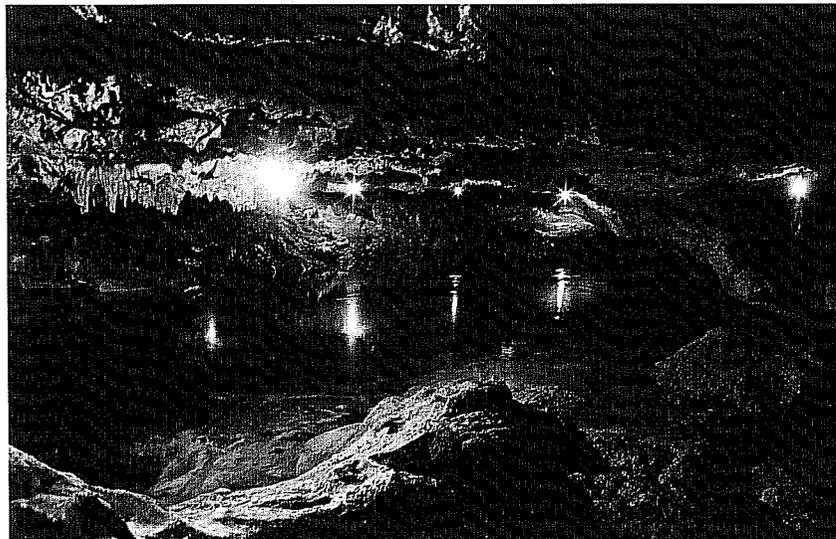


En la península de Yucatán, a falta de corrientes superficiales de agua, se aprovecharon los cenotes y las aguadas o rejolladas, creándose también sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia. Por su parte, en el área denominada "tierras bajas" mayas, en una franja que va desde el golfo de Honduras hasta el Golfo de México, se aprovechó el ecosistema lacustre.

Las ciudades mayas responden a una semiosis que, sin duda, fue adquirida de los antiguos olmecas, por lo menos en algunas representaciones simbólicas específicas. Como dice Rivera Dorado (2001:46): "Precisamente la planificación de la ciudad por los arquitectos conducidos por el *ahau* se atiene al objetivo de reproducir el escenario sobrenatural de la creación del mundo". Elementos importantes, entonces, son la montaña artificial, el patio hundido o mar primordial, el juego de pelota, el *satunsat* o laberinto, y todos los elementos arquitectónicos que aparecen en dichas urbes, que incluyen tableros, inscripciones, monumentos de todo tipo y, por supuesto, sus sistemas hidráulicos.

El suelo de la península de Yucatán, en una amplia superficie, es calcáreo, pedregoso y con presencia de lajas. En su orografía dominan las planicies con elevaciones y cerros bajos que no rebasan los 500 msnm; por su propia geoestructura carece de corrientes fluviales significativas. La precipitación pluvial oscila entre los 400 a los 1300 milímetros anuales. La mayor parte de sus cuerpos de aguas son subterráneos, y por efectos de disolución y rupturas en sus rocas kársticas altamente permeables quedan al descubierto los acuíferos, nombrados a partir de la lengua maya "cenotes". Desde el Preclásico, los asentamientos mayas supieron sacar ventajas a los yacimientos de agua acumulados en el subsuelo.





Cenote subterráneo en Chelentún, Campeche. Foto: Daniel Murillo, 2007.



Cenote sagrado de Dzibichaltún. Foto: Daniel Murillo, 2007.



El impresionante número de cenotes registrados hasta la fecha en la zona es de alrededor de ocho mil. Estas cavernas con depósito de agua fueron estratégicas para el establecimiento de aldeas y ciudades, pero esto no fue suficiente. Los sistemas de captación de agua de lluvia, las aguadas y los chultunes fueron necesarios para asegurar el abasto de agua. Por otro lado, los cenotes eran parte del paisaje ritual de las ciudades mayas y se consagraban a rituales específicos: lugares donde surgía Chac, como se le representa en algunas láminas de los códices Madrid y Dresde. Ya el obispo Landa mencionaba los ritos y ofrendas en los cenotes, caracterizando algunos sacrificios como petición de lluvia y realizados en "tiempos de seca" (Landa, 1994).

El cenote de Chichén Itzá formó parte de un escenario sagrado delimitado por un *sacbé* o camino blanco que lo une con la plaza principal. Cerca del cenote se encuentran pequeñas estructuras que "pudieron tener un papel en los rituales de purificación previos al sacrificio" (Rivera Dorado, 2001). Este cenote servía para ofrendas rituales y tuvo modificaciones y adaptaciones realizadas por ingenieros y arquitectos mayas:

El borde rocoso del pozo, especialmente su lado sur, fue debidamente acondicionado, al grado de mostrar una especie de gradería a dos niveles, tal vez para el mejor acomodamiento del público que participaba en las ceremonias; ahí había un edificio compuesto de dos cuartos, cada uno con una entrada hacia al oriente y poniente, el cual después fue modificado, pues el cuarto oeste fue convertido en temazcal o cuarto de baño de vapor para purificar a las víctimas destinadas al sacrificio, y se adosó también una plataforma irregular, casi volada hacia el borde del pozo, desde la cual tal vez eran arrojadas al fondo del mismo (Piña Chan, 2003:88-90).

Para el investigador del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Tomás Gallereta (2007), los cenotes pueden ser de los siguientes tipos:

Los cenotes más conocidos son los de forma redonda, con paredes verticales, en los que se encuentra expuesto el acuífero (*Ts'no'ot*); el ejemplo más famoso es el de Chichén Itzá. Hay otras formas de cenote en que la boca es de un diámetro de menores dimensiones que el del embalse (llamados *ch'e'n*, pues parecen pozos desde la superficie) y cenotes-grutas (*aktiin*)... También son cenotes las depresiones con forma de cuenco conocidas localmente como aguadas (*akalché*), y lagunas o lagos cuando alcanzan grandes dimensiones. En el oriente de Yucatán muchas de esas dolinas no alcanzan el nivel freático y se les denomina rejolladas (*k'op*).

Los mayas realizaron mejoras y adaptaciones en los cenotes, encaminadas a su conservación, tener un mejor acceso, e incorporar el uso ritual y a su conservación. Pero también los mayas aplicaron la ingeniería para ampliar y asegurar la captación y conservación del agua. Es el caso que reporta Gallereta, de construcción de pozos prehispánicos en el fondo de las rejolladas. Al secarse éstas, podía utilizarse el agua ahí almacenada (Gallereta, 2007).





Aguada, Yucatán. Fotos: Pablo Chávez, 2007.



Hay otras depresiones naturales aprovechadas por los mayas. Es el caso de las aguadas, en las que la arqueóloga Renée Lorelei Zapata ha encontrado que podían estar recubiertas de estuco, contar con bordes y caminos de acceso, y se realizaban trabajos de mantenimiento y desazolve (Zapata, comunicación personal, 2007), lo que recuerda la intervención antropogénica en cuerpos de agua de los sistemas hidráulicos de los olmecas de San Lorenzo, por ejemplo.

Aldeas y ciudades como Dzibilchaltún, Uxmal, Edzná, Chichén Itzá, Kabah, Tulum, entre otras, deben su progreso en buena medida a la existencia y aprovechamiento de estas fuentes almacenadas en las entrañas de la tierra y a las técnicas de captación pluvial.

Por la permeabilidad de las rocas kársticas, los pobladores que habitaron esta zona se dieron cuenta que era posible coleccionar el agua que se filtra en los macizos rocosos, sea en las concavidades inmediatas a los cerros o adentrándose en las cuevas profundas:

Hay evidencias de que los mayas, o acaso un pueblo anterior, labraron receptáculos en la piedra para captar filtraciones de agua, como sucede en las grutas de Calcetoh, Yucatán, donde se han encontrado metates y huecos labrados en la piedra para coleccionar agua, puestos de tal modo para recoger escurrimientos del techo (Méndez, 1999).

De acuerdo con el conocimiento de los indígenas mayas, se han clasificado tres tipos de captación de estos receptáculos: *Chen haltun*, *Nohaltun* y *Tsóno'haltun*. La diferencia entre una y otra depende de la oquedad que se forma en la roca. La primera es una incisión circular a manera de un cuenco profundo; la siguiente es extendida pero de poca profundidad, a manera de batea, la última es una poza más ancha y amplia que las otras. En español, estas pozas esculpidas por la naturaleza en piedra viva se denominan genéricamente sartenejas (Méndez, 1999). El *Chen haltun* era el que habitualmente se destinaba para suministro humano; las otras dos podían usarse para consumo animal o con propósitos agrícolas a causa de la formación de lodos.

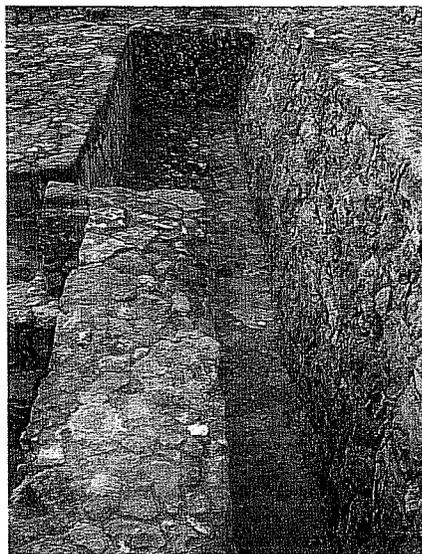
La perforación de pozos fue también un medio para acceder al agua. Es el caso del pozo ubicado en el sitio de Komchén, Yucatán, construido durante el Preclásico medio (700 a. C., aproximadamente). En esta zona el manto freático es poco profundo, por lo que el agua es accesible sin tener que excavar demasiado. El arqueólogo que ha estudiado la zona deduce que la población asentada en esta zona se abastecía mediante una batería de pozos (Gallereta, 2007).

Los chultunes, la lluvia y la abundancia

Las obras de captación de agua de lluvia, que se identifican más con el uso de grupos familiares o casas-habitación, se denominan "chultunes". Es un sistema



Chultún en Teobert Maler; 1888, Yakaal Xiv, Yucatán. Foto: Teobert Maler (Foto 269).



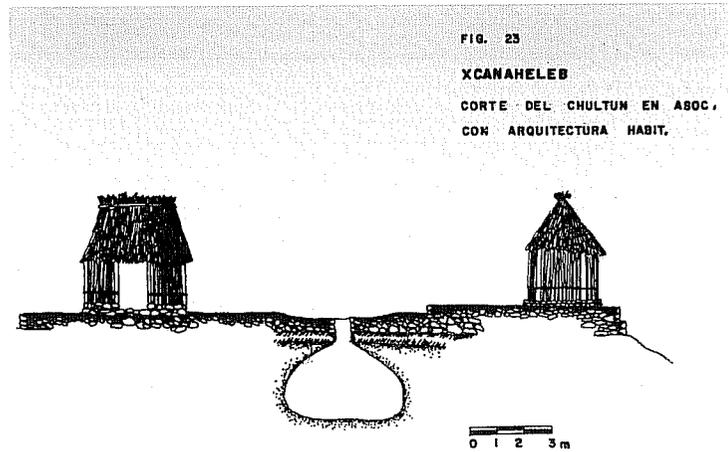
Sistema de captación y desagüe de aguas en Dzibilchaltún. Foto: Daniel Murillo, 2007.



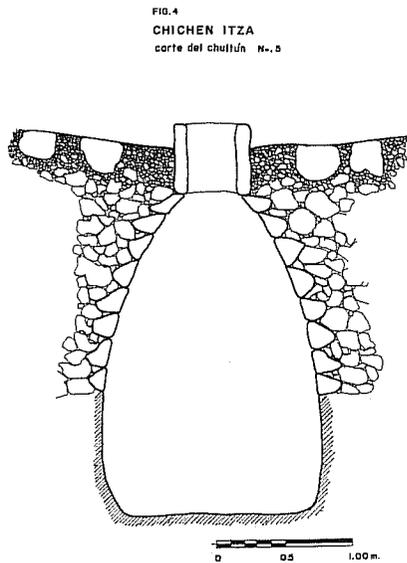
Chultún en Chichén Itzá, Yucatán. Foto: Teresa Rojas Rabiela, 2009.



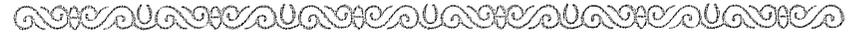
Sarteneja o tsonohaltún en Dzibilchaltún. Foto: Daniel Murillo, 2007.



Chultún con forma de botellón invertido. Fuente: Renée Lorelei Zapata, 1989.



Fuente: Renée Lorelei Zapata, 1989.



de captación y almacenamiento del agua de lluvia que consiste en la excavación de una cisterna con varias formas, que evocan la de un botellón invertido. No todos los depósitos subterráneos se utilizaron con fines de almacenamiento de agua, porque también había otros que, debido su diseño por pequeñas cámaras, eran utilizados para guardar semillas. En este sentido, no podemos llamar chultún a todo depósito subterráneo (Zapata, 1989).

Siguiendo a la arqueóloga Renée Lorelei Zapata (1989, y comunicación personal, 2007), los componentes básicos de los chultunes consisten en: sistema de captación y conducción pluvial de los techos mediante canaletas y canales superficiales dirigidos al área de colección o los escurrimientos de un área cívica-ceremonial; una zona de captación con piso de aplanado de estuco de alrededor cinco metros de diámetro, con varios círculos de piedra para retener la tierra y filtrar el agua de impurezas; boca, entrada circular o aro por donde escurre el agua al depósito; cuello, la continuación de la boca armado con piedras y recubierto con estuco; cámara, depósito de almacenamiento que puede tener diferentes dimensiones y formas: tipo campana, con figura de botellón, amorfo y el de bóveda, excavada en la roca madre (Zapata, 1989).



Chultún en la ciudad de Sayil. Fotografía por Linda Schele, © David Schele, cortesía de Foundation for the Advancement of Mesoamerican Studies, Inc., www.famsi.org.





Los chultunes se han encontrado y aún se conservan en diferentes ciudades mayas del Clásico y del Postclásico: son observables en Chichén Itzá, Edzná, Kabah, Chacmultún, Uxmal y en numerosos sitios más. También es importante mencionar que los chultunes eran construidos para el suministro de poblaciones pequeñas e incluso familias, por lo que era una tecnología accesible a todo el pueblo maya y permitía tener agua en tiempo de secas. Hasta la fecha, se preserva esta práctica en algunas comunidades indígenas de la zona.

El sistema de los chultunes posiblemente incluía construcciones de madera para captar y canalizar el agua desde los techos de templos y chozas. Existe evidencia arqueológica de canaletas en forma de falos que unían usos prácticos de canalización de agua y elementos simbólicos identificados con la fertilidad (Zapata, 1989).

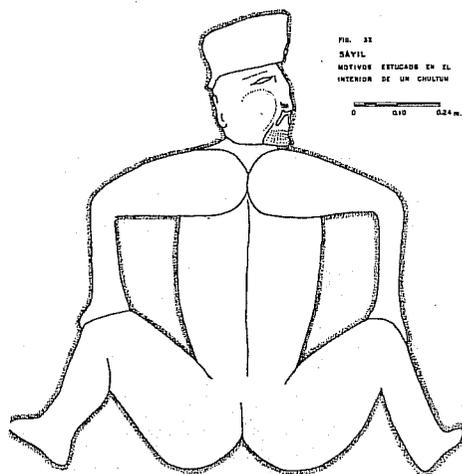


Figura dibujada en el interior de un chultún. Fuente: René Lorelei Zapata, 1989.



En el interior de varios chultunes se han encontrado figuras zoomorfas y antropomorfas en estuco, por lo que creemos que durante su construcción hubo algún rito asociado con la fertilidad, el mantenimiento y la petición de agua a los númenes acuáticos mayas. Las figuras zoomorfas encontradas representan las fuerzas celestes (aves), las fuerzas subterráneas (jaguars), las fuerzas ayudantes de Chac (ranas) (Zapata, 1989) y, lo que a nuestra interpretación son fuerzas relacionadas con la tierra y el agua (tortugas); además, se han hallado pinturas representando falos, como motivo de fertilidad.

De otra parte, llaman la atención las figuras antropomorfas halladas en posición de cuclillas en chultunes de Sayil (Zapata, 1989). En nuestra interpretación las dos figuras reportadas son un hombre y una mujer. En ambos casos la posición de los personajes concuerda con algunas láminas del *Códice Madrid* (9, 30b, 31a), donde se muestra a Chac y a Ix Chebel Yax expulsando agua de entre sus piernas. Este tipo de escena se ha interpretado como dar a luz agua y se asocia con la fertilidad (Sotelo, 2002). Recordemos que en los códices la diosa anciana ha sido mostrada "con la serpiente de carácter femenino y ctónico, portada por Ix Chebel Yax, que habita las aguas marinas y primordiales que circundan la tierra" (Ruiz, 2007). Tiene un fuerte simbolismo el que estas figuras se encuentren en el interior de los chultunes y auguran mantenimiento, cuidado y abundancia de agua.

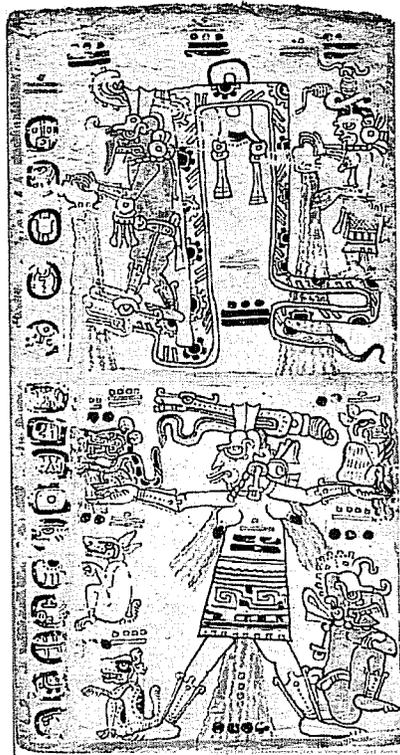
El lugar donde se encuentran los chultunes corresponde, además, a espacios definidos no sólo por la utilidad práctica, sino que, al igual que toda la infraestructura hidráulica en las ciudades mayas, tenía que ver con entorno natural y el trazado simbólico en el diseño arquitectónico urbano:

Los depósitos de agua son un importante ingrediente del urbanismo maya. Los hay de muchas clases: aguadas, aljibes, chultunes, cisternas, etcétera, pero todos se distinguen porque son obras típicamente ciudadanas, están al servicio de la ciudad y de sus habitantes y pasan a formar parte del diseño general y de las circunstancias simbólicas del espacio global (Rivera Dorado, 2001:168).

La infraestructura hidráulica como elemento simbólico

En la perspectiva de Rivera Dorado, entonces, la infraestructura hidráulica estaba puesta al servicio de la comunidad: si bien fue construida por



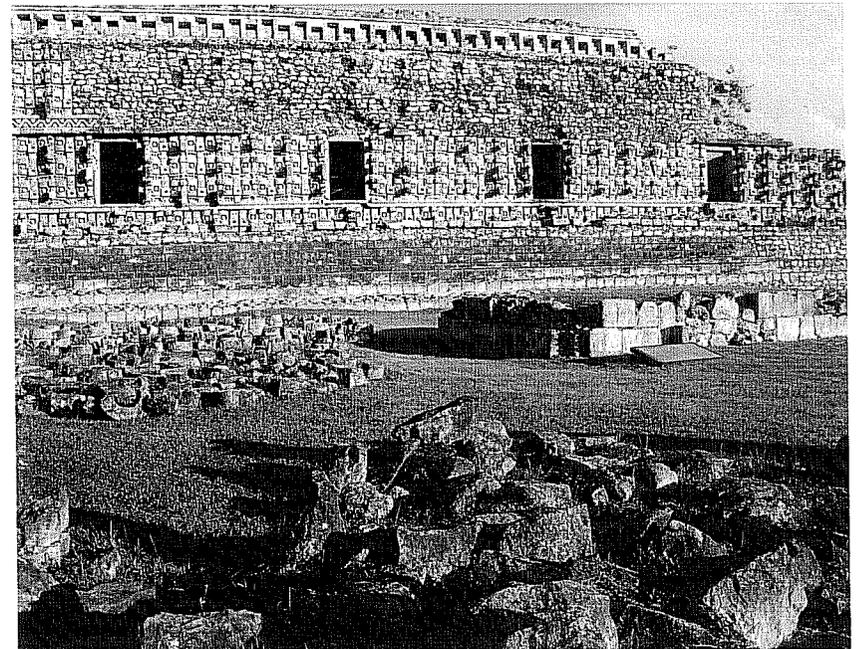


Ix Chebel Yax, *Códice Madrid*.

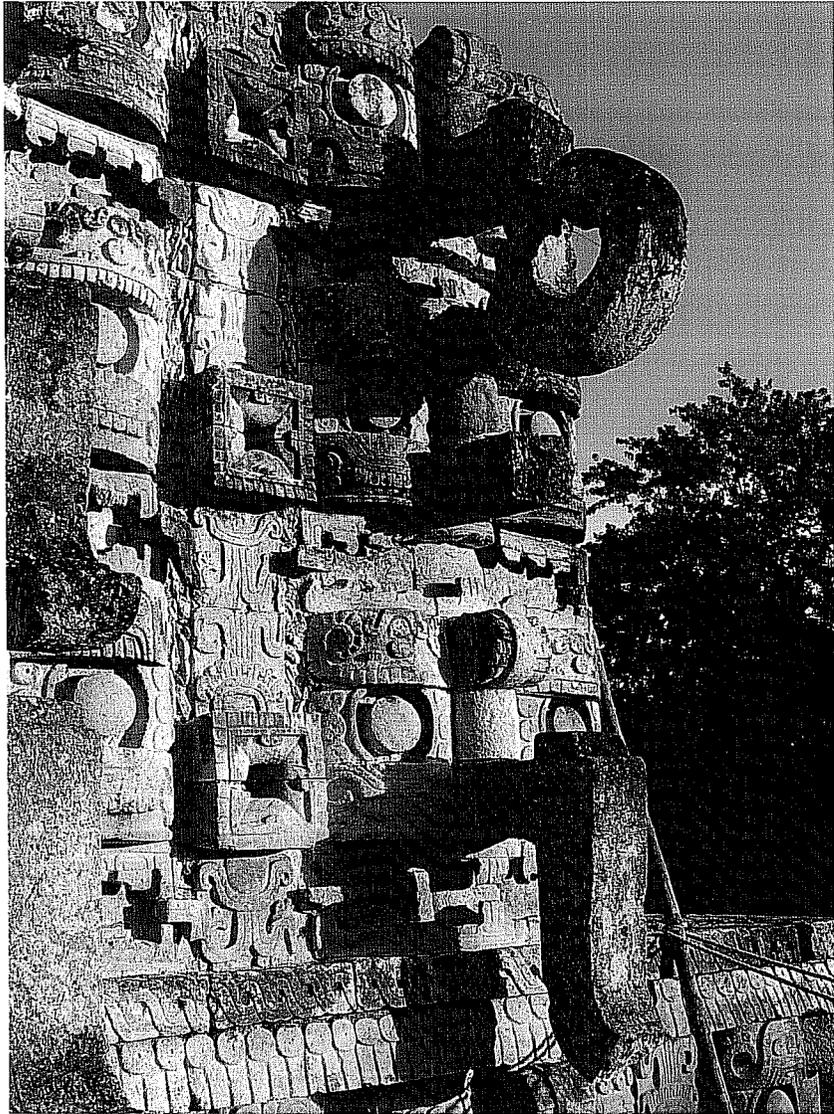


Representación de Chac. *Códice Madrid*.

gobernantes, ésta se hallaba también definida por un simbolismo específico que tenía conexiones con los dioses y con un espacio mágico-ritual. Es por ello que representaciones del dios Chac en las ciudades mayas están conectadas con el simbolismo de abundancia y se presentan en espacios particulares. Por ejemplo, en Kabah (cuyo esplendor se ubica entre 600-850 d. C.), existe (aunque lamentablemente con una tapa de cemento en la actualidad) un chultún denominado "de Chac", debido a que frente a él se alza una pirámide estilo Puuc, llamada Codz Poop, cuya pared frontal muestra una repetición de mascarones del dios de la lluvia. Obviamente, el lugar estaba dedicado a este dios: aun los escalones para acceder a este templo son mascarones del mismo Chac y en su interior, podemos colegir, se realizaban rituales donde este dios tenía un papel principal. El espacio de conjunto: Codz Poop, estructuras asociadas y el chultún, fue construido para pedir agua de lluvia en abundancia.



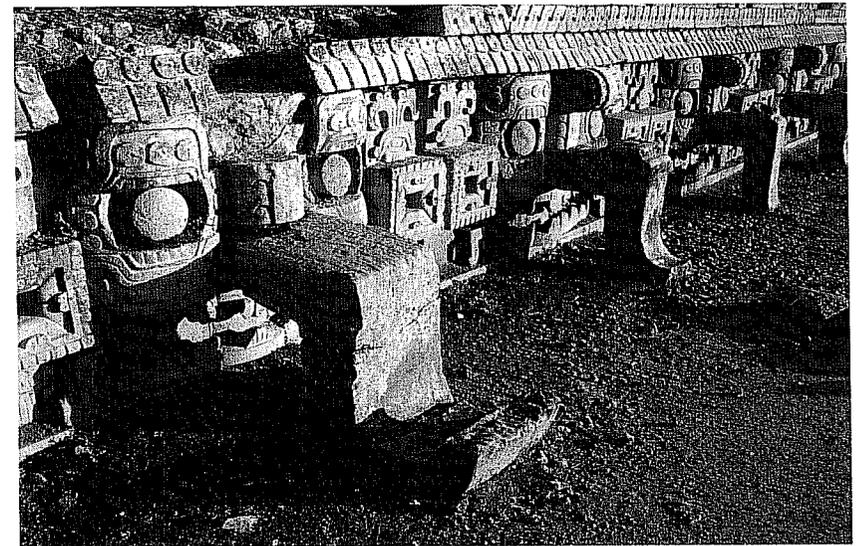
Pirámide Puuc llamada Codz Poop, en Kabah, esculpida con imágenes de Chac. Foto: Pablo Chávez, 2007.



Chac en Kabah, Foto: Daniel Murillo, 2007.



Nariz de Chac en Kabah. Foto: Daniel Murillo, 2007.



Chac en Kabah. Foto: Pablo Chávez, 2007.



Chultún y representación de Chac, en Kabah, Fotos: José Luis Martínez, 2007.

Varios edificios, sobre todo los de estilo Puuc, que muestran su entrada mediante un mascarón del monstruo de la tierra (en ciudades como Ek Balam, Hormiguero y Chicanná, entre otras), tienen que ver con un simbolismo asociado con aspectos rituales, tal y como lo describíamos a partir de los mosaicos encontrados en la ciudad olmeca de La Venta. Los espacios dedicados a ciertos númenes estaban representados por la escultura arquitectónica: existen varios mascarones de Chac también en Chichén Itzá. La ciudad y su trazado, sus sistemas hidráulicos y los templos, juegos de pelota y demás construcciones eran parte de una semiosis particular: acaso la representación de un microcosmos, o una metáfora de la creación del mundo y de los mitos asociados. Las estelas que aparecen en jambas, puertas y nichos en varias ciudades, tal como Palenque, Yaxchilán, Ek Balam y muchas otras cumplían, asimismo, esta función: las historias de entronización de reyes y su contexto cosmológico; los aspectos iconográficos plasmados eran parte de la semiosis de las urbes mayas.

Uno de los ejemplos más representativos de la arquitectura simbólica y su interrelación con el agua es la ciudad clásica de Palenque. No sólo existe un sistema hidráulico que incluye canales, cuatro acueductos, obras en sus nueve arroyos —principalmente el Otolum—, 56 manantiales (French, 2007) y baños rituales, sino que la planeación de la ciudad estuvo en función de estos afluentes. La obra hidráulica de Palenque corresponde a una visión de arquitectura simbólica en donde la ciudad convive con el agua: uno de los acueductos del Otolum fue construido a escasos metros del palacio y en uno de sus tramos descubiertos hay una cabeza de cocodrilo dibujada por Frans Blom, por cierto, y quien afirma (s/f [1922]):

El arroyo Otolum conduce hacia un acueducto, que corre por debajo de la esquina sureste del Palacio y llega hasta la esquina noreste del mismo edificio. La bóveda del acueducto está construida igual que las bóvedas de las galerías de los templos y del Palacio.

Un levantamiento arqueológico que actualiza los datos de Palenque al año 2000, menciona las siguientes estructuras que forman el sistema hidráulico de la ciudad: acueductos, drenajes, puentes, canales de piedra, estanques, cajas de agua y presas (French, 2007). El acueducto denominado como OT-C1 en el estudio de French, que pasa a un lado del Palacio, mide 96.5 metros y tiene una conexión con otro acueducto, que a su vez tiene una longitud de 58.5 metros; una muestra del tamaño e importancia de la obra hidráulica en esta ciudad.

Grandes navegantes y comerciantes con rutas marítimas, los mayas podían transportarse a grandes distancias a través de ríos y arroyos. Las rutas de navegación estaban marcadas por mar, pero también tierra adentro se daban estos viajes. Una representación de ello la encontramos en el fresco del



Cenote en un grabado de Catherwood, 1843, on Stephens (1963, t.I.). Cap. 7, p. 84).



Entrada a un acueducto en Palenque.

Fotografía por Linda Schele, © David Schele, cortesía de Foundation for the Advancement of Mesoamerican Studies, Inc. www.famsi.org



templo de los Guerreros, en Chichén Itzá, donde aparece la representación de un río por el que cruzan varias embarcaciones. Debido al sistema de ríos se podían tener rutas de navegación desde el estado de Tabasco hasta Campeche y Yucatán. Existen estructuras a la vega de ríos que sirvieron como marcadores geográficos y puntos de enlace para rutas comerciales, como las de Tupak y Cauchén, Quintana Roo.

En la ciudad de Edzná, como parte de un complejo sistema hidráulico que "tenía 13 canales principales de varios kilómetros de longitud, 31 canales alimentadores, 84 depósitos y un eficaz juego de desniveles que facilitaba la distribución de agua" (Benavides, 1996), existen algunos canales cuya función ha sido interpretada como de navegación ritual ("procesiones de embarcaciones"), para uso agrícola (Rivera Dorado, 2001) o como ruta marítima y desagüe de la ciudad (Zapata, comunicación personal, 2007).

Acrópolis y ritualidad

Uno de los centros sagrados por excelencia en las ciudades mayas fueron los edificios denominados palacios, generalmente construidos en las Acrópolis. Estos palacios tenían una función jerárquica, pero también ritual: Rivera Dorado (2001, 2001:168) indica que el nombre antiguo para los templos pudo ser *kul nah*, "casa sagrada" o "casa de dios", haciendo una extrapolación del poder divino de los gobernantes, y en cuanto al simbolismo, se conciben ciertas construcciones con características semejantes a un microcosmos y se aprecia una representación de los diferentes estratos del mundo en la cosmovisión maya prehispánica. De ahí se desprende el papel especial de los llamados "palacios" o templos principales en varias ciudades mayas: la conjunción del cielo, el inframundo (Xibalbá, como se le llama en el *Popol Vuh*) y el mundo de los hombres.

En la ciudad de Joy Chan, "Cielo anudado", mejor conocida como Comalcalco, cuyo esplendor arquitectónico reinó durante trescientos años (500-800 d. C.), los pobladores dieron muestra de su inventiva al fabricar ladrillos rojos a partir de una mezcla de barro y conchas de ostión para construir sus templos. Es reconocido el singular estilo en sus edificios, monumentos y piezas escultóricas.

En la cima de la Acrópolis, cerca de la estructura conocida como Popol Naah, destaca un patio con estanques, un recipiente para almacenar agua y un sistema de canales superficiales. Creemos que se trataba de un lugar donde se realizaban rituales relacionados con el agua.





Ciudad de Joy Chan, Comalcalco, Tabasco. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Zopilote con una cuenta de jade. Foto: Daniel Murillo, 2007.



Apoya esta hipótesis la presencia de una figura en estuco de un zopilote que tiene una cuenta de jade en la boca. Karl Taube (2007) ha señalado que tanto los olmecas como los mayas, para representar el aliento o respiración de los seres, utilizaban el jade dibujado como volutas o cuentas:

Los elementos florales de La Venta representan el aliento de jade. El aliento de las orejeras fue, para los antiguos mesoamericanos, ciertamente húmedo y aparece con gotas de lluvia y hasta corrientes de agua.

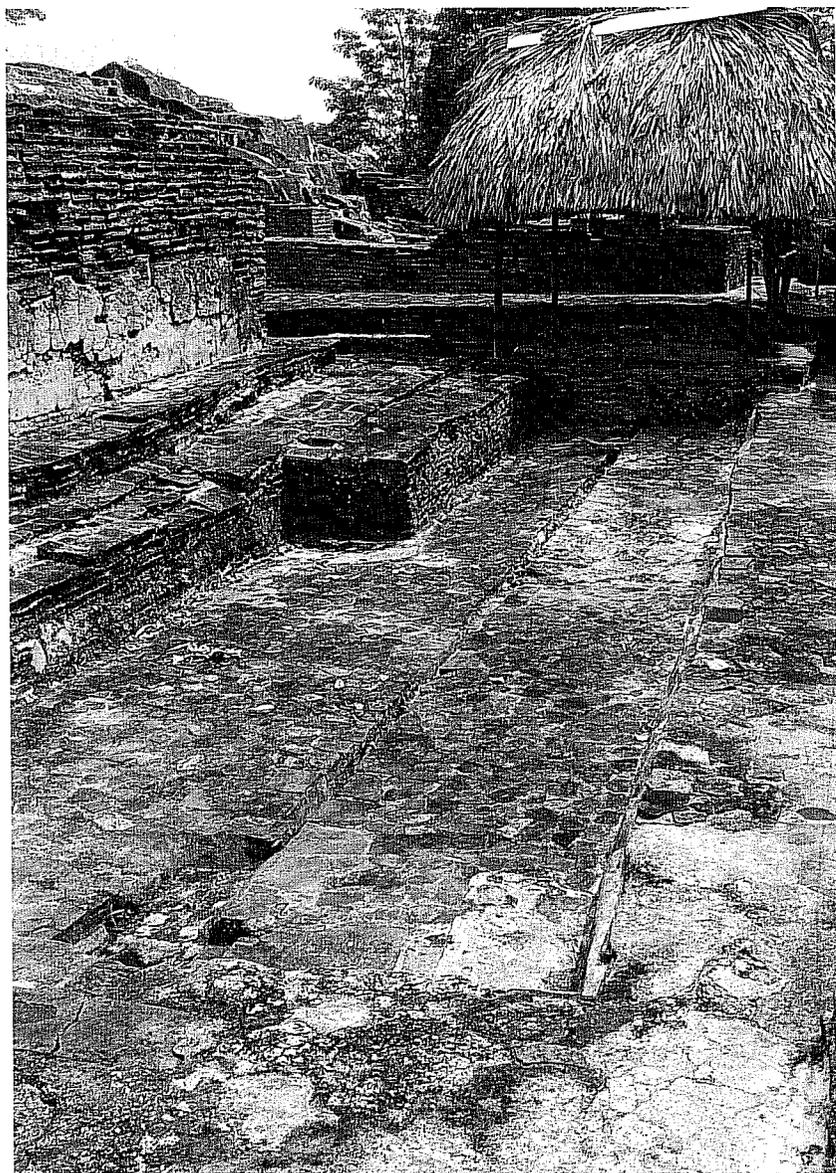
Las cuentas de jade representan el aliento que da la vida, por ellas respira el ser humano y respira el mundo, son gotas de agua que hacen que brote y se mantenga la vida en los hombres y en las plantas; permiten que el ciclo vegetativo continúe, sostienen el poder de los gobernantes. Cuando las portan los sacerdotes, los dioses o los hombres, no son simples adornos, constituyen la estructura del cosmos. Las ofrendas y rituales, esculturas y templos son un afán de orden y continuidad, voluntad de permanecer en contacto con la divinidad, comunión que busca trascender la muerte y el caos.

Los restos del rey Pakal, gobernante de Palenque, muestran que se le colocó una cuenta de jade en su boca, quizás con la esperanza de que la muerte retoñara y floreciera de nuevo la vida. En el *Chilam Balam de Chumayel* (2001:134) se anota: "Espera de él que hable la piedra que deje resbalar en tu boca, la sagrada piedra preciosa". El jade, en una de las representaciones más bellas del arte maya, la lápida de Pakal, aparece asociado con Itzamná (la Serpiente Celeste), con el agua, el maíz y el cinturón de cuentas del propio rey de Palenque.

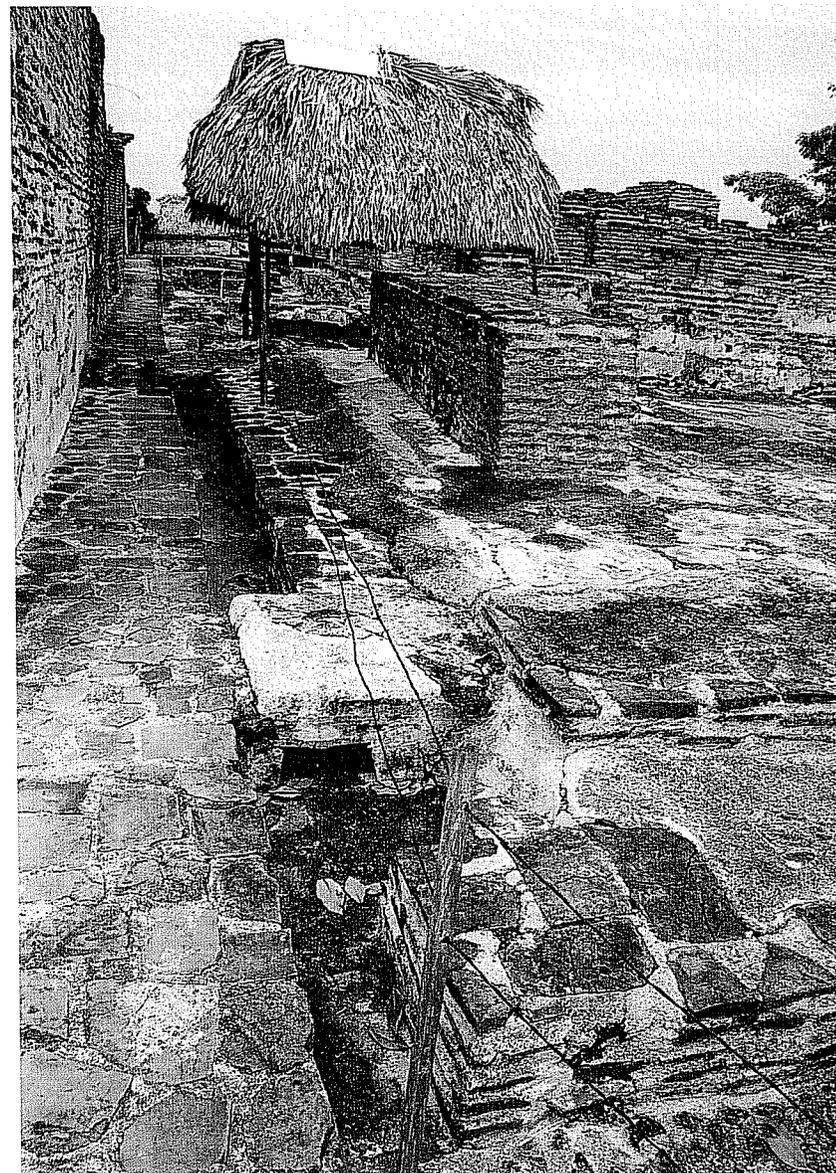
Regresando al palacio de Comalcalco, también se hallaron ahí huesos de animales que fueron usados en ornamentación y en la elaboración de instrumentos musicales (Armijo, 2006), que apoyan la explicación de un lugar donde se realizaban rituales. No negamos la posibilidad de que estos estanques de agua, canales y varios depósitos (uno circular y otro de forma cuadrangular) hayan sido utilizados para ritos de curación. El uso del agua en abundancia para curación de enfermedades, por ejemplo, la conocida como *kakob* (una especie de viruela), ha sido documentada en *El ritual de los Bacabes* (1987:346-347):

Con él llegaron
mi manantial rojo,
mi manantial blanco,
en donde le enfrié
la dolencia.
Con él llegaron
mi cenote rojo
mi cenote blanco
mi cenote negro
en donde le enfrié
la dolencia.



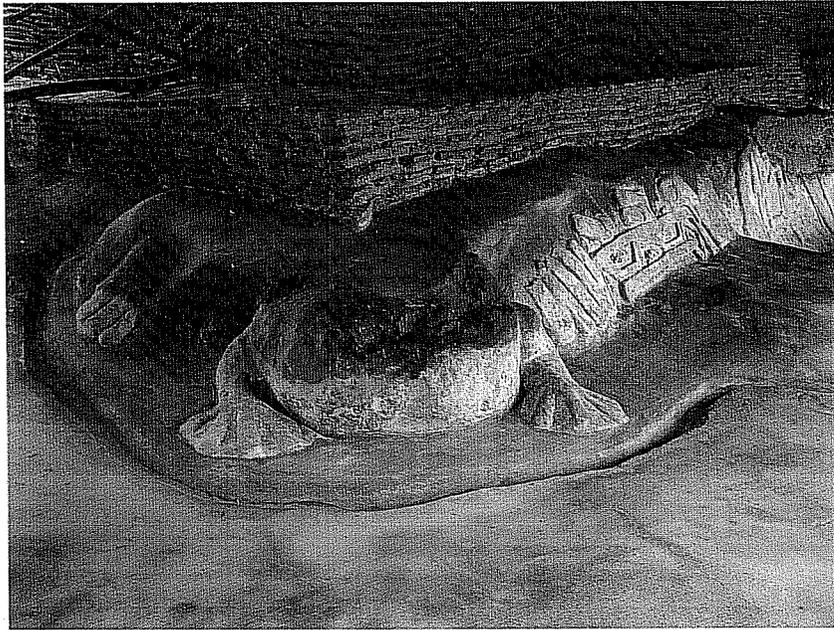


Patio y canal. Acrópolis de Comalcalco. Foto: Daniel Murillo, 2007.

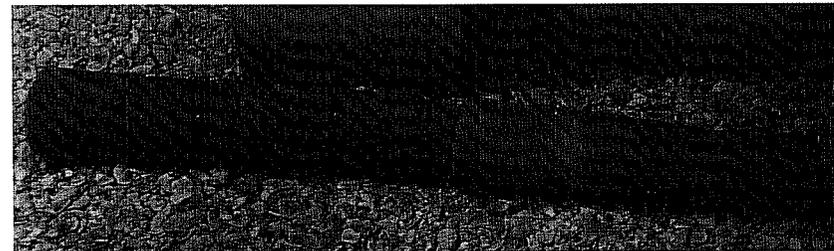


Canales en la Acrópolis de Joy Chan. Vista opuesta. Fotografía: Daniel Murillo, 2007.





Sapo alado soporta el Templo I en Comalcalco, Tabasco. Foto: Daniel Murillo, 2007.



Tubería de barro ensamblada para desagüe. Comalcalco, Tabasco. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Los canales que conectan los estanques pudieron ser tapados con piedras o pequeños pedazos de madera para mantener del agua y después desaguar. La inclinación del edificio hacia el sur ayuda al drenaje de estas aguas. Aunado a ello, bajo una terraza o patio de este mismo lugar se encontró, mediante excavaciones, evidencia de un peculiar drenaje con una doble originalidad: los ductos fueron hechos con barro rojo cocido, diseñados para embonarse entre sí, y terminaban en la figura de un cocodrilo.

Este sistema desalojaba las aguas pluviales y se usaba para saneamiento doméstico (Moll y Martínez, 2006). En este mismo patio existe una estructura que ha sido caracterizada como un depósito de agua. Todas estas evidencias demarcan que en lo alto de la Acrópolis de Comalcalco, en las estructuras cercanas al Popol Naah, el manejo y simbolismo del agua era muy importante.

En la misma ciudad aparecen otros animales asociados con estructuras: una cabeza colosal de una serpiente, y un sapo alado, en la orilla sureste del edificio conocido como Templo 1, en una escena en la que se incluían varios personajes hoy casi desaparecidos. Recordemos que la simbología de estos animales los une a la lluvia, a Chac y a la representación de la serpiente como ser numínico que se encontraba en el cielo, la tierra y el inframundo. En la lámina 31a del *Códice Madrid* aparece el dios de la lluvia, Chac, y cuatro ranas en los puntos cardinales, como ayudantes que vierten agua de sus bocas.

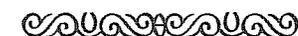
Por último, cabe mencionar también que en las ciudades mayas los estanques y cuerpos de agua funcionaban como espejos "que reflejaban templos y palacios, proyectados así al 'otro mundo', lugar en el que cristalizaban los rituales" (Rivera Dorado, 2001), y que los espejos de agua podrían haber sido utilizados también como parte de ritos de adivinación, ya que eran "recintos cargados de magia" (Rivera Dorado, 2001).



Capítulo 11



PAISAJES HIDRÁULICOS EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO



Teotihuacan

Teotihuacan es considerado como el principal centro hegemónico de poder en Mesoamérica durante el Periodo Clásico y es uno de los espacios en que se consolida con magnificencia el culto al agua. Su poderío se expresa en el monumental desarrollo arquitectónico de la ciudad con sus impresionantes pirámides del Sol y de la Luna. La importancia y significación del agua se representa en las pinturas del mural de Tepantitla, que simboliza el Tlalocan, según Alfonso Caso, lugar considerado como el paraíso del agua en la cosmovisión indígena. Dice López Austin (2000):

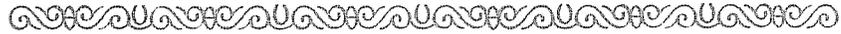
La interpretación de Caso se basó en un estudio de la multitud de pequeñas figurillas humanas que en la parte inferior de la escena se bañan, retozan en el agua, descansan, cortan flores, comen, cantan, danzan y juegan, muchas de ellas a la pelota, entre vegetación, agua, mariposas y libélulas.

Resalta, entre la obra hidráulica de Teotihuacan, la red de drenaje subterráneo que captaba el agua pluvial de los techos y calles, conduciéndola a pozos de absorción o desalojándola a las corrientes fluviales y estanques para el suministro de agua a la población urbana (Matos, 2000). Al respecto, Mario Pérez (2007) anota:

La edificación de las pirámides del Sol y de la Luna, así como la calzada de los Muertos, hacia finales del Preclásico, incorpora en un trazo perfectamente geométrico, un complejo sistema de drenaje y abastecimiento que parte de los manantiales al suroeste del Valle y que incluye a los ríos San Juan y San Lorenzo, el primero de los cuales contaba con una llanura aluvial propicia para el cultivo.

La población de este enclave en su momento de apogeo se calcula en 85 mil personas, por lo que uno de los factores de crecimiento tiene sus razones en la agricultura de humedad e intensiva por parte de los productores agrícolas sujetos al gobierno de Teotihuacan. Entre las obras de irrigación confirmadas se halla el sistema localizado en la planicie de Tlajinga (Nichols, 1982), consistente en un sistema de irrigación compuesto de varios canales; uno de ellos media unos 900 metros de longitud y Doolittle resalta como un logro hidráulico la





pendiente de 0.66 y el cambio de ésta a 0.88% más adelante, con el propósito de aminorar la intensidad del flujo y propiciar un riego controlado (Doolittle, 2004).

Otras formas de cultivo correspondientes al bagaje cultural fueron las terrazas agrícolas y que, es altamente probable, se cultivaran chinampas en las cercanías de los cuerpos lacustres. En esta misma área se identificaron, por parte de exploraciones de campo realizadas por William Sander y confirmadas por Palerm y Wolf, obras prehispánicas —posteriores al periodo tolteca— que consistían en canales, diques semicirculares y, próximo a un canal, el hallazgo de un muro de contención en la parte baja de un cerro perteneciente al sistema denominado por Palerm como "Malinalco II":

En nuestra opinión, estamos ahí frente a un sistema relativamente complicado para captar agua de lluvia procedente del escurrimiento del cerro. Otra serie de paredes de piedra, en otras partes del cerro y en el lado opuesto de la cañada, parecen haber cumplido con el mismo propósito (Palerm y Wolf, 1972).

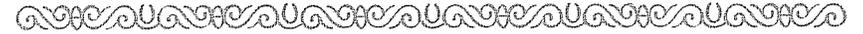
La razón constructiva de esta obra de captación radica en la irregular distribución del régimen pluvial, incluso en la temporada de lluvias, y en una misma unidad topográfica. Continúan estos investigadores:

... Es muy común la experiencia de lluvias intensas en las sierras y sobre el valle, con completa sequía en el somontano y en las faldas de los cerros (Palerm y Wolf, 1972).

La particularidad de esta práctica de captación revela el conocimiento climatológico y el ingenio hidráulico para provisionarse del preciado líquido.

Las chinampas y las obras hidráulicas: parte de la estructura del gobierno confederado de la Triple Alianza

La cumbre de la tecnología hidráulica y de la irrigación tiene su mayor auge y apogeo con las obras realizadas en la zona lacustre del valle de México y en el reino de Texcoco, durante el último periodo del Posclásico. En la cuenca de México, los diferentes grupos que se asentaron después de la caída de Tula en el siglo XII desarrollaron una serie de tecnologías hidráulicas e impulsaron la agricultura de riego a través —entre otras alternativas— de la chinampa. Este sistema lacustre de cultivo encuentra su máxima expresión al establecerse



la unión entre Tenochtitlan, Tlacopan y Texcoco, conocida como la Triple Alianza. Bajo la hegemonía de los mexicas se conformó un sistema hidráulico, consolidándose la rica tradición de cultura lacustre y de agricultura intensiva de riego. Si a ello sumamos los otros tipos de sistemas agrícolas, como el terracedo, secano y sistemas de riego por canales, da como resultado la formación de una sociedad cuyo funcionamiento dependía en sumo grado del agua.

Todo este desarrollo constituye, en su conjunto, una infraestructura hidráulica con base en la cual se controlaba el agua para hacer de Tenochtitlan y sus ciudades adyacentes una gran civilización lacustre. Es de subrayarse que, paralelamente a la obra hidráulica de la que hablaremos más adelante, se impulsaron los cultivos chinamperos, generándose un sistema intensivo de producción de alimentos al servicio de la tributación. Al dominar la tecnología de ganarle suelo al lago era posible planificar y ordenar las sementeras en unidades de explotación agrícola, creándose una arquitectura de paisaje que transformó la zona lacustre en un entorno moldeado antropogénicamente.



Chinampa, San Gregorio Atlapulco. Foto: José Luis Martínez, 2007.





Chinampero de San Gregorio Atlapulco. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Fuente: Archivo General de la Nación, Propiedad Artística y Literaria, C.B. Waite, La Viga. El Paseo de las Flores en el canal de La Viga, 1905.

La chinampa en tiempo de los mexicas no solamente se construyó aprovechando las condiciones naturales lacustres, sino que, con las obras hidráulicas, el gobierno mexica y sus aliados confederados ejercían cierto control sobre las crecidas y la salinización de las aguas, creando así un entorno favorable para la edificación planificada de chinampas.

En este sentido se construyó un distrito o sistema chinampero de agricultura intensiva, jamás visto en la historia mesoamericana. Para el siglo XVI, Parsons calculó que la productividad del conjunto chinampero de Chalco-Xochimilco, cuya superficie se estimó en 9 500 hectáreas, podía mantener a una población de alrededor de doscientas mil personas (Parsons, citado por Rojas, 1993:284).

Resulta claro que las chinampas constituían un bastión fundamental para el sostén económico del gobierno mexica, por lo que el control político del sistema hidráulico y de las fuentes hídricas de la cuenca resultaban una prioridad para el pueblo que quisiera tener la hegemonía del Valle de México.

Ejercer este dominio del agua implicaba, por una parte, el control, uso y su manejo físico, y por otra, el manejo del aparato simbólico desarrollado en la cosmovisión indígena para mediar y comprender los designios de los dioses del agua, de la agricultura y de la fertilidad, expresados o manifiestos en la geografía ritual de la cuenca. El papel destacado de la lluvia y del cultivo del maíz, particularmente, se refleja con intensidad en la cosmovisión indígena, en especial en las múltiples ceremonias y rituales plasmados en sus calendarios que regían actividades agrícolas, sociales y religiosas (Broda, 2001a).

Sin embargo, no es posible caracterizar a la Triple Alianza sólo como un estado hidráulico, esto a causa de que la organización social tenía otros pilares aparte de la hidráulica para su sostenimiento, tal como la tributación, el comercio y la sujeción de los poblados. No obstante, tampoco puede soslayarse la importancia de la tecnología hidráulica en la composición de la sociedad mexica, sus aliados y sus vasallos.

Al igual que los cronistas de la Conquista, como Cortés o Bernal Díaz del Castillo, otros españoles han descrito las diferentes obras hidráulicas, y si a éstas se suman las fuentes de origen prehispánico, es posible reconstruir la infraestructura hidráulica del llamado Valle de México. Ángel Palerm y otros autores como Teresa Rojas, Rafael Strauss y José Lameiras, han mostrado la complejidad del sistema hidráulico que operaba en los cuerpos lacustres de la cuenca (Palerm, 1973, 1974).

Dentro de las principales obras y sistemas hidráulicos que funcionaban antes de la culminación de la conquista, podemos resaltar las siguientes: el albaradón de Nezahualcōyotl y el de Ahuizotl; las calzadas-diques de



...Viendo el rey Ahuizotl que toda la hermosura de México y su fertilidad consistía en tener la ciudad abundancia de agua, a causa de que los mexicanos habían hecho algunos camellones, cada uno en sus pertenencias y huertos para gozar de algunas frescuras, en los cuales por su recreación sembraban maíz, chía, calabazas y chile, bledos, tomates, rosas de todos los géneros que podían, las cuales hermozeaban las pertenencias y la ciudad con su frescura, lo cual con la falta de agua se secaban y marchitan. Para conservación de esta frescura quiso el Rey traer el agua de Acuecuexco... (Durán, 1995:428).

Ahuizotl, irritado por la advertencia del tlahtoani Tzotzoma, quien regía sobre Coyoacán, de que no era fácil el control de estas aguas impetuosas y podría anegarse la ciudad, la negativa, mandó matar a este gobernante y ordenó la construcción de un nuevo acueducto. De inmediato se trajeron a trabajadores (macehuals) de Texcoco, Xochimilco y Chalco, así como de los otros pueblos dominados por los mexicas para la construcción de una represa y de un acueducto con técnicas semejantes a las de la chinampa. Es de mencionarse que los xochimilcas acudieron "con instrumentos para sacar céspedes y con muchas canoas de tierra para cegar el agua", y los chalcas contribuyeron con troncos y piedras (Durán, 1995:432).

Esta magna obra hidráulica fue concluida en un tiempo relativamente corto, pues participaron numerosos trabajadores y se dispuso de una gran cantidad de materiales, lo que revela el dominio mexica sobre los pueblos tributarios y el interés por controlar el agua (y el bosque) de la cuenca. Está claro que al construir las obras hidráulicas los mexicas afianzaban su hegemonía política-militar en la cuenca. Por ello, era significativo que al terminar una magna obra hidráulica fuera avalada por los dioses. En la puesta en operación del acueducto de Acuecuécatl se hizo una gran ceremonia y sacrificios dedicados a Chalchiuhtlicue y a Tláloc:

Mandó el Rey Ahuizotl se soltase el agua y se cerrasen todos los desagüeros, y que para la venida del agua se aparejasen los niños para sacrificar en cada alcantarilla, y se vistiesen y aderezasen los sacerdotes para las ofrendas y sacrificios, y para las ceremonias a la diosa del agua se habían de hacer, lo cual fue con mucha diligencia aparejado y puesto a punto, de lo cual fue avisado el Rey Ahuizotl, el cual con gran deseo que tenía de ver aquella obra acabada y el agua en México, creyendo con aquello ennoblecía su ciudad y la engrandecía, hizo gracias a los dioses y mandó que uno de los grandes de su corte se vistiese, a la forma y manera que representase a la diosa del agua, el cual desde que el agua se soltase por el caño donde había de venir encañada, viniese delante de ella, en cuya presencia se hiciesen las ceremonias y sacrificios (Durán, 1995:432-433).

Al realizar rituales en los sistemas hidráulicos, éstos se volvían una extensión de las obras de las deidades del agua y merecían las mismas atenciones dispuestas para los rituales en cerros, cuevas, manantiales y



templos consagrados a los númenes, tales como el honrar a los dioses del agua con la muerte de niños. El sacrificio de infantes, de acuerdo con Johanna Broda, era un ritual para propiciar la lluvia que se hacía en honor a las deidades agropluviales.

Estos sacrificios se relacionaban de manera especial con los lugares de culto en los cerros. Los niños eran seres pequeños al igual que los tloaque o servidores del dios de la lluvia, personificación de los cerros mismos; pero también guardaban una relación especial con el maíz y con los ancestros. Se hacían desde el mes XVI Atemoztli hasta IV Huey Tozotli para provocar la caída de la lluvia y fortalecer el crecimiento del maíz (Broda, 2001b:297).

Sin embargo, también se hacían ceremonias fuera del calendario: para este acueducto, construido por Ahupitzotl, Durán refiere que se llevaron a cabo cuatro sacrificios de niños de alrededor de seis años de edad. Sus cuerpos fueron pintados de negro y de azul la frente, ataviados de papel y sartas de piedras. Los lugares escogidos fueron una alcantarilla —probablemente un surtidor de agua— en un lugar llamado Acahinanco; otro en lo que ahora se conoce como San Antonio y en donde desembocaba un canal a otra caja de agua, y dos más en Huitizlan y Pahuacan, hoy barrio de Tepito (Bribiesca, 1958). Cuando se inauguró dicho sistema de abastecimiento de agua dulce —comenta Durán—, al paso de la corriente por el acueducto iba una procesión que tocaba música y ofrecía cánticos a los dioses del agua. Los sacerdotes ofrendaban peces, culebras y ranas vivas; echaban objetos con forma de peces y ranas, diversas joyas y piedras preciosas; al mismo tiempo en reverencia a sus deidades mataban codornices para que con su sangre alimentaran la "lengua" de la diosa del agua. También como una acción de magia simpática, vertían harina de maíz azul, seguramente con la finalidad de asegurar que las chinampas dieran maíz en abundancia. Al llegar el agua al centro de la ciudad de Tenochtitlan, Ahuizotl y su séquito real recibieron con gran pompa y respeto sacro la llegada del agua a la capital, transfigurada en la diosa Chalchiuhtlicue:

Oh diosa poderosa del agua: seas muy bienvenida a tu ciudad cuyo protector y abogado es el dios Huizilopochtli, prodigioso y admirable en sus hazañas y hechos: mira, señora y diosa poderosa, que vienes a ser favorable a los mexicanos tus siervos y a suplir sus miserias y necesidades en esta vida temporal que vivimos, lo uno para que beban de ti, pues sin ti ninguno podría vivir; y lo otro para que en ti hallen remedio de sus granjerías [cultivos de chinampas] y sustento ordinario, con el género de sabandijas que tú con tu supremo poder crías, lo cual te es ya muy anexo y ordinario, y también para que esos mismos peces y animales que tu criases guarden el lugar del agua; por tanto empieza desde hoy hacer tu oficio (Durán, 1995:437).

En ese sentido, al efectuar estos ritos oficiales fuera del ámbito del calendario agrícola y al realizar sacrificios de niños y ofrendas en las obras hidráulicas, se





daba constancia de la función ideológica de la religión del Estado confederado mexica, que disponía para su servicio de un complejo aparato simbólico, en que los dioses servían al poder hidráulico y político de los gobernantes.

Desde el principio de la fundación de Tenochtitlan (al igual que los colhuas, xochimilcas y chalcos hicieron anteriormente), los mexicas optaron por extender su territorio a través de la tecnología chinampera para construir basamentos de tierra y piedra y parcelas agrícolas, para luego iniciar un control de los manantiales como el de Chapultepec o el de Tlatelolco, construir albarradas sobre el lago de Texcoco e imponer a los pueblos sometidos militarmente el tener que trabajar y edificar obras hidráulicas. Así sucedió en Xochimilco y en Chalco, los principales pueblos chinamperos.

El uso ritual de los dioses del agua para la inauguración de las obras hidráulicas, pone de manifiesto la importancia de controlar el aparato religioso y aplicar el modelo de la cosmovisión desde una plataforma de Estado que diera legitimidad simbólica con objeto de ejercer el dominio hídrico amparado en las deidades mesoamericanas. Incluso en la veintena de Ochpaniztli estaba instituido sanear y limpiar las acequias, canales, ríos, fuentes, calzadas y avenidas reales (Durán, 1995:275). En buena medida las obras hidráulicas, como el acueducto de Acuecuécatl, apuntaban a fortalecer y ampliar el sistema chinampero de la laguna de México, que por su capacidad productiva podría contribuir a la expansión y sostenimiento de la capital lacustre mexica. La conquista del lago y su desalinización no podía hacerse a espaldas de los dioses del agua, de la agricultura y de la fertilidad.

En varias ocasiones, los mexicas —al igual que otros pueblos de la cuenca— enfrentaron situaciones adversas ante la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos, especialmente sequías intensas e inundaciones, que hacían ver el poderío de los dioses del agua y ello justificaba con creces su extendido culto en la cuenca. En este sentido, el acueducto de Acuecuécatl ejemplifica la situación. Aparentemente, y de acuerdo con los estudios hechos por el reconocido ingeniero José Luis Bribiesca (1958), a causa de adelantadas precipitaciones intensas en las montañas del este (justo en una de las cúspides de esta sierra se hallaba uno de los principales adoratorios de Tláloc, por donde atraviesan vientos del sur cargados de humedad y nubes de agua) se provocó una situación catastrófica, al grado que la fuerza del agua contenida en las represas se desbordó, inundando en el año 1500 la ciudad de Tenochtitlan y sus cultivos, como bien lo advirtió el tlatoani Tzotzoma. No obstante este tipo de avatares, la inundación formaba parte del aprendizaje para el control hidráulico de los cuerpos lacustres.



Los sistemas hidráulicos de la cuenca de México, a partir de las crónicas y documentos del siglo XVI

Cortés y sus hombres, después de atravesar el paso entre el Popocatepetl y el Iztaccihuatl, los legendarios volcanes que se alzan como guardianes de la cuenca, pasaron por Amecameca y luego se internaron por la provincia de Chalco. A su paso por la zona lacustre, quedaron impresionados al encontrar poblados enclavados en las lagunas. Dice Cortés:

E todavía seguía el camino por la costa de aquella gran laguna e a una legua del aposento donde partí vi dentro de ella, casi dos tiros de ballesta, una ciudad pequeña que podría ser hasta de mil o dos mil vecinos [probablemente Mixquic] toda armada sobre el agua, sin haber para ella ninguna entrada, y muy torreada, según que de lo fuera parecía. E otra legua adelante entramos por una calzada tan ancha como una lanza jineta, por la laguna adentro, de dos tercios de legua, y por ella fuimos a dar a una ciudad, la más hermosa, aunque pequeña, que hasta entonces habíamos visto, así de muy bien obradas casas y torres como de la buena orden que en el fundamento della había, por ser armada toda sobre agua (Cortés, 1961:58-59).

Pero donde quedaron más maravillados aún fue al internarse a la ciudad de Tenochtitlan. Después de atravesar una calzada en medio del agua, asombrado, Cortés describe su llegada a Iztapalapa:

Tenia esta ciudad de Iztapalapa doce o quince mil vecinos; la cual está en la costa de una laguna salada grande, la mitad dentro del agua y la otra mitad en la tierra firme... Tienen en muchos cuartos altos y bajos jardines muy frescos, de muchos árboles y flores olorosas; asimismo albercas de agua dulce muy labradas, con sus escaleras hasta lo fondo. Tiene una muy grande huerta junto a la casa, y sobre ella un mirador de muy hermosos corredores y salas, y dentro de la huerta una muy grande alberca de agua dulce, muy cuadrada, y las paredes della de gentil cantería, e alrededor della un andén de muy buen suelo ladrillado, tan ancho que pueden ir por él cuatro paseándose... (Cortés, 1961:59).

Con una escritura más sensible, Díaz del Castillo describe así el paisaje de la cuenca:

Y otro día por la mañana llegamos a la calzada ancha y vamos camino a Estapalapa, (Iztapalapa). Y desde que vimos tantas ciudades y villas pobladas en el agua, y en tierra firme otras grandes poblaciones, y aquella calzada tan derecha y por nivel cómo iba a México, nos





Depósito de agua del manantial de Chapultepec. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Acueducto de Chapultepec. Foto: José Luis Martínez, 2007.



quedamos admirados, y decíamos que parecía a las cosas de encantamiento que cuentan en el libro de Amadís, por las grandes torres y cuevas y edificios que todos tenían dentro en el agua, y todos de calicanto, y aun algunos de nuestros soldados decían que si aquello que veían si era entre sueños... Después de bien visto todo aquello fuimos a la huerta y jardín, que fue cosa muy admirable verlo y pasearlo, que no me hartaba de mirar la diversidad de árboles y los olores que cada uno tenía, y andenes llenos de rosas y flores, y muchos frutales y rosales de la tierra, y un estanque de agua dulce, y otra cosa de ver: que podían entrar en el vergel grandes canoas desde la laguna por una abertura que tenían hecha, sin saltar en tierra... (Díaz del Castillo, 1970:159).

Y más adelante, estando en Xochimilco, señala Díaz del Castillo:

Quiero decir ahora que están muchas ciudades las unas de las otras cerca de la gran ciudad de México obra de dos leguas, porque Xochimilco, y Coyoacán y Huichilubusco e Iztapalapa y Cuclavaca (Cuitláhuac) y Mezquique y otros tres o cuatro pueblos que están poblados los más de ellos en el agua... (Díaz del Castillo, 1970:322).

Desde un principio, los españoles observan poblados y ciudades lacustres comunicados tanto por calzadas que sirven al mismo tiempo de diques y caminos, como a través de una red de canales (acalotes y zanjas) que se entrelazan y conectan entre los diferentes pueblos ribereños y el sistema chinampero entre sí. A tal grado que desde de Ayotzingo, un verdadero puerto comercial situado al extremo del lago de Chalco, podía arribarse al centro de Tenochtitlan. Por esta entrada era posible transportar mercancías provenientes de la tierra caliente de Morelos y de Guerrero, como la de los valles de Puebla y Tlaxcala.

Los conquistadores observan depósitos de agua dulce en medio de lagunas saladas; asimismo un conjunto ordenado de andenes y huertos cultivados (evidentemente chinampas) tanto en tierra firme como sobre el propio lago. No menos sorpresa causó a los españoles encontrarse con obras como el albarradón de Nezahualcóyotl que dividía de norte a sur, en dos cuerpos lacustres, el lago de Texcoco, formando hacia el occidente la llamada laguna de México que circundaba Tenochtitlan. Esta obra se construyó con la finalidad de ejercer un mayor control sobre las crecientes del lago de Texcoco y contener el flujo del agua salada; no menos impresionante fue conocer el doble acueducto de Chapultepec y los embalses o "cajas" que proporcionaban agua dulce a la capital mexicana, así como el control de avenidas tan impresionante como la desviación del río Cuautitlan hacia el norte de la cuenca, que se hizo para protección de inundaciones y utilización de agua para riego agrícola.





El Baño de la Reina. Tetzcotzinco. Foto: José Luis Martínez, 2006.



Baño del Rey Nezahualcóyotl. Foto: José Luis Martínez, 2006.



Dicho sea de paso, la caída de Tenochtitlan se debe en buena medida a que Hernán Cortés, para lograr la conquista de la capital mexicana, dispuso de una estrategia acuática que incluía el combate naval y, por supuesto, el control de la infraestructura hidráulica.

El Señorío Hidráulico o *Altépetl* de Nezahualcóyotl

Habéis hecho una pintura del agua celeste,
la tierra del Anáhuac habéis matizado,
¡oh vosotros señores!
A ti, Nezahualcóyotl,
a ti, Motecuhzoma,
el dador de la vida os ha inventado,
os ha forjado,
nuestro padre, el Dios,
en el interior mismo del agua.

Nezahualcóyotl

Una de las áreas que rivalizaban con Tenochtitlan en desarrollo hidráulico y sistemas de irrigación fue el reino de Acolhuacan, localizado al oriente de la cuenca de México, donde su gobernante, Nezahualcóyotl, hábil en las artes de la guerra y de los versos, ejercía el mando con fuerza y sabiduría. Él fue creador de leyes y reglamentos sobre derechos de agua y tierra, reconocido y querido por su pueblo, que elogiaba sus dotes de buen gobernante. En su tiempo fue admirado como poeta por sus cantos profundos, cuyos versos como una gota de agua han trascendido el tiempo.

A todas esas virtudes, a Nezahualcóyotl hay que agregarle la de ser, quizá, el ingeniero hidráulico más sobresaliente del Posclásico. Fue responsable, como hemos ya señalado, de la construcción del albardón que separó el agua salada de la dulce en la zona lacustre de Tenochtitlan y el doble acueducto que conducía agua dulce del manantial de Chapultepec a la capital mexicana. En su territorio, Texcoco, fue responsable del diseño y ejecución de uno de los sistemas hidráulicos más complejos del mundo prehispánico, conocido en la actualidad como los baños de Nezahualcóyotl o el Tetzcotzinco.

El sistema consistía en traer agua de un manantial mediante dos acueductos que cruzaban de un cerro a otro, repartir el agua a través de la periferia del segundo cerro, derivar agua para el riego de éste, tener canales y





Cerros Metécatl y Tetzcotzinco. Foto: José Luis Martínez, 2006.



Acueducto de Tetzcotzinco, remodelado. Foto: José Luis Martínez, 2006.



pozas en donde, se supone, el *tlahtoani* y su consorte podían bañarse, teniendo una vista impresionante del Valle de México. Por último, el sistema desaguaba hacia terrazas agrícolas y pueblos cercanos.

Dichos trabajos de ingeniería se llevaron a cabo próximos a la capital de su reino, Texcoco, entre los cerros de El Tetzcotzinco y Metécatl, colindantes con los pueblos de San Dieguito Xochimanca y San Nicolás Tlaminca. La fuente principal de abastecimiento era un manantial que brotaba seis kilómetros atrás del cerro de Metécatl. Para conducirla, se hizo un canal y levantaron acueductos cimentados en plataformas de tierra que transportaban el líquido hasta una caja de agua localizada en la parte baja del cerro de Metécatl.

De acuerdo con María Teresa García (2002), de aquí se desprendía un canal que derivaba hasta una fuente que contenía dos pozas (una cuadrangular y otra circular) desde donde se controlaba el golpe de agua. Luego, el agua se distribuía por un acueducto cuya longitud era de 180 metros, cuatro de ancho en la corona y siete de altura en la parte central. A través de este acueducto el agua llegaba al pie del cerro, a un estanque en la base de una plataforma templaria conocida como El Trono; de ahí se distribuía hacia una canal perimetral que rodeaba el cerro y alimentaba diversas pozas circulares que funcionaban como piscinas recreativas. Este mismo circuito, por el lado sur, tenía una red canales adyacentes que servían para dotar de agua a las terrazas del lado sur del cerro, conservadas hasta el día de hoy.

Miguel A. Medina ha realizado un estudio detallado del sitio (1997) y hace mención a que hubo un equilibrio entre los elementos que componen la obra: entre los elementos naturales y los elementos arquitectónicos introducidos. La obra hidráulica en este lugar no sólo puede medirse por el ingenio constructivo, sino por sus elementos estéticos:

Las caídas de agua son también muy significativas en el Tezcotzinco, formaban parte integral del diseño del paisaje interior y exterior y, de ellas, las más representativas con la "umbrella" y la "lluvia": el efecto de umbrella se lograba al dejar caer el chorro del desagüe del baño del rey sobre una pulida roca esférica, se formaba así un hongo al cual los conquistadores españoles llamaron umbrella. El efecto de lluvia se daba sobre la ladera sur del cerro: en esta ladera estaban los jardines de plantas tropicales y flores odoríferas; para irrigarlos, el agua del canal que iba en la calzada perimetral se almacenaba en pequeños depósitos, de éstos se vertía sobre las rocas y al ir chocando con ellas se pulverizaba recreando el microclima húmedo del que provenía la vegetación (Medina, 1997: 93-94).

Además de un alto conocimiento de ingeniería hidráulica, Nezahualcóyotl tenía un conocimiento de la geomorfología del sitio de El Tetzcotzinco, un conocimiento de la estética y de los distintos tipos de plantas. El sitio de El Tetzcotzinco es una muestra de una integración entre la intervención





Sistema hidráulico del acueducto de Tetzcozinco, remodelado. Foto, José Luis Martínez, 2006.



humana y las características naturales, la convivencia de la obra hidráulica con los elementos estéticos, la irrigación y un espacio recreativo. En el lugar hubo elementos escultóricos de animales, por ejemplo: la serpiente de cascabel y un mono (García, 2002). Tetzcozinco no fue solamente una obra hidráulica; el *tlahtoani* Nezahualcōyotl quiso que esta montaña alimentada de agua fuera una recreación del Tlalocan, en el que la abundancia y belleza reinara como si formara parte del paraíso de Tláloc en la tierra de los hombres. Por eso, el diseño para incluir plantas frutales, jardines, vida animal y fuentes de agua fue acuciosamente trabajado.

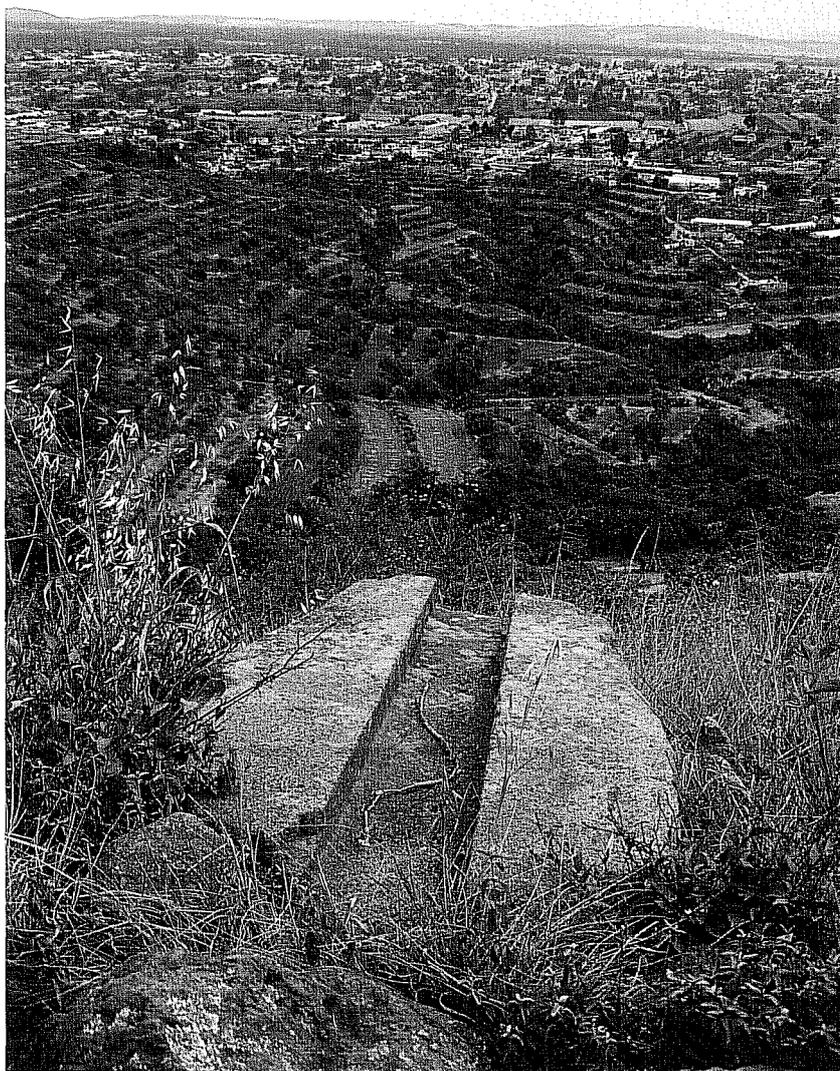
Algunos autores hacen énfasis en que esta obra hidráulica refleja un lugar de retiro para Nezahualcōyotl. Sin embargo, en un documento titulado *Los títulos de Tezcozingo* (MacAfee y Barlow, 1946), se hace patente que el agua en este sistema hidráulico era otorgada a personas y poblaciones para uso particular. Este hecho parecería contraponerse al control hidráulico centralizado, para demarcar un esquema diferente, en el que la población adquiriría derechos a las aguas que pasaban por sus lugares de asentamiento. Se menciona, en el documento citado, por ejemplo:

Aquí trabajará siempre. [El agua] Seguirá el acueducto que bordea el cerro. La dejo, la concedo a Tlalopopcatzin (¿de?) Tezontla. Sus hijos la beberán, será auxiliada, será procurada. Ninguno la tomará de allí en absoluto, pues es de ellos, pues con su esfuerzo la trajeron (MacAfee y Barlow, 1946, citados por Parsons, 2002; Tlalocan TII, 1946).

Como muestra representativa del manejo hidráulico a escala podemos tomar El Tetzcozinco, donde queda clara la tradición hidráulica mesoamericana, el cúmulo de conocimientos hidráulicos y su aplicación, las representaciones simbólicas y rituales, el reconocimiento de la biodiversidad, la importancia de la irrigación y el abasto de agua y la organización que mediaba entre la estatización de los recursos, predominantemente el agua, así como su reparto, custodia y usufructo.

Con las obras hidráulicas del Valle de México y las realizadas en el reino de Acolhuacan, concluye un ciclo milenario de conocimiento y aplicación hidráulica, que inicia con la cultura olmeca y termina en la fecha de 1521 cuando Tenochtitlan es finalmente conquistada por los españoles y sus aliados indígenas.





Canal y terrazas. Tetzcotzinco. Foto: José Luis Martínez, 2007.



Canal y terrazas. Tetzcotzinco. Foto: José Luis Martínez, 2007.

Capítulo 12



Mesoamérica como
un patrón civilizatorio
particular



El modelo mesoamericano civilizatorio, tanto en su origen como en su desarrollo, muestra que los grandes centros urbanos se forman de una conjunción de sistemas, y que la tecnología hidráulica y el manejo del agua son parte de éste. El rasgo característico es la articulación de sistemas de producción donde la irrigación hidráulica constituyó un sistema que, indudablemente, fortaleció los procesos de civilización.

En Mesoamérica, el nacimiento de centros urbanos se funda a partir de una articulación de sistemas agrícolas —incluidos los asociados con el manejo y el control del agua—, prácticas de colección de plantas y frutos silvestres, actividades de caza y pesca, intercambio comercial y tributación.

Además, hay que tomar en cuenta la riqueza y biodiversidad de los ecosistemas, ya que condicionan el desarrollo de tecnologías adaptadas a los diferentes entornos y requieren de formas de preservación y difusión del conocimiento, de las artes técnicas y de los saberes generados socialmente para su aprovechamiento. Así, es posible que no teniendo la irrigación una posición predominante, las sociedades agrícolas primigenias pudieron tener una producción de excedentes y con ello propiciar el surgimiento de procesos civilizatorios y de urbanización. De otra manera no es comprensible el surgimiento de la cultura olmeca o la maya peninsular. Los olmecas arqueológicos son un ejemplo de este modo de articulación de sistemas para obtener sustentos y contar con excedentes —bajo esta óptica— sin dejar actividades de caza, pesca y recolección de plantas y frutas, y la práctica de roza, tumba y quema; obtuvieron cosechas mediante el aprovechamiento de tierra de humedal, camellones ribereños y métodos de colección de agua pluvial y fluvial, además de técnicas de drenaje y riego complementario y procesos de intercambio mercantil acordados o por sometimiento. Es pues, a partir de esta base productiva múltiple, que los olmecas gestaron sus centros cívicos-ceremoniales y crearon una civilización equiparable a la de los sumerios.

Retomando los estudios de autores como Ángel Palerm, Eric Wolf y Teresa Rojas, entre otros, sostenemos que las civilizaciones mesoamericanas se desarrollaron bajo un modelo agrícola original con técnicas de irrigación y obras hidráulicas de invención americana, por lo que, aunque existan similitudes, nos encontramos con otro patrón civilizatorio distinto al del viejo





mundo, lo que ciertamente implicó una organización social del riego y formas distintas de captación y control de agua que difieren del modelo asiático, egipcio o hindú. Las prácticas agrícolas, junto con las técnicas de irrigación y obras hidráulicas de invención mesoamericana, fueron determinantes en la gestación y grandeza de las civilizaciones precolombinas.

Por último, sostenemos que el conjunto de obras aquí mostradas dan cuenta del alto conocimiento y tecnología del agua, de la ingeniería prehispánica desarrollada durante tres mil años de tradición hidráulica mesoamericana, una tradición cargada de invención e innovación; un invaluable patrimonio cognitivo de México para el mundo.



BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, René (ed.), *Relaciones geográficas del siglo XVI: México*, 8 t., México, Universidad Nacional de México, 'Serie Antropológica', 63, 1985.
- Albores Zárate, Beatriz A., *Tules y sirenas: el impacto ecológico y cultural de la industrialización en el Alto Lerma*, México, El Colegio Mexiquense/Gobierno del Estado de México-Secretaría de Ecología, 1995.
- Alva Ixtlilxóchitl, Fernando de, *Obras históricas*, edición, estudios, introducción y apéndice documental por Edmundo O'Gorman, 2 Vols., México, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, 'Serie de Historiadores y Cronistas de Indias, 4', 1977.
- Alvarado Tezozómoc, Fernando, *Crónica Mexicana*, México, Editorial Leyenda S.A., 1944.
- Alzate y Ramírez, José Antonio de, *Gacetas Literarias de México*, 4 t., Puebla, reimpresas en la Oficina del Hospital de San Pedro, 1831.
- Amo, R. Silvia del; R. Aguilar y M. A. Delgado, 'The Tecalis: A Traditional Water Management System', en *Global Perspectives on Agroecology and Sustainable Agriculture*, VI Conferencia Científica Internacional de la Federación Internacional de Movimientos Orgánicos (IFOAM), California, University of California, 1988.
- Anales de Cuauhtitlan, en *Códice Chimalpopoca*, México, Instituto de UNAM-Investigaciones Históricas, 1975.
- Angulo Villaseñor, Jorge, 'El axayotl: un sistema de drenaje-aljibe localizado en Chacaltzingo', en T. Rojas Rabiela (coord.), *Agricultura indígena: pasado y presente*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 1990, pp. 89-108.
- _____, 'Water control and Communal Labor during the Formative and Classic Periods in Central Mexico (ca. 1000 B.C.-A.D. 650)', *Research in Economic Anthropology, Suppl. 7*, 1993, pp. 151-220.
- _____, 'El sistema de Otl-Apantli dentro del área urbana', en E. McClung de Tapia y E. Childs Rattray (eds.), *Teotihuacan. Nuevos datos, nuevas síntesis, nuevos problemas*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Antropológicas, 1987, pp. 399-415.
- Armijo, Ricardo, 'Comalcalco, la antigua ciudad maya de ladrillos', *Grandes culturas de Tabasco, Arqueología Mexicana*, México, 2006.
- Armillas, Pedro, 'Jardines en los pantanos' (1971), en T. Rojas Rabiela (comp.), *La agricultura chinampera. Compilación histórica*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1993, pp. 179-201.
- _____, 'Tecnología, formaciones socio-económicas y religión en Mesoamérica', en T. Rojas Rabiela (ed.), *Pedro Armillas: Vida y obra*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1991b, t. I, pp. 251-268.
- _____, 'Notas sobre sistemas de cultivo en Mesoamérica. Cultivos de riego y humedad en la cuenca del río Balsas', en T. Rojas Rabiela (ed.), *Pedro Armillas: Vida y obra*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1991a, t. I, pp. 159-192.





- Ávila López, Raúl, *Mexicaltzingo. Arqueología de un reino colhua-mexica*. 2 t., México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2006.
- Barnhart, Edwin, *El proyecto de mapeo de Palenque, 1998-2000, reporte final*, FAMSI, 2004, <http://www.famsi.org/reports/99101es/section05.htm>.
- Barrett, Ward, *The Sugar Hacienda of the Marqueses del Valle 1535-1910*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1970.
- Beckmann, Jennifer and Charles S. Spencer, *Sustainable Development through Water Management and Agricultural Intensification in Latin America*, American Museum of Natural History. <http://anthro.amnh.org/anthropology/research/water.htm>
- Beekman, Christopher S., Phil C. Weigand y John J. Pint, 'El qanat de La Venta: sistemas hidráulicos de la época colonial en el centro de Jalisco', *Relaciones* Vol. XVI, núm. 63/64, 1995, pp. 139-195.
- Benavides, Antonio, 'Edzná, Campeche', *Arqueología Mexicana*, núm. 18, vol. III, marzo-abril, México, 1996.
- Benson, Elizabeth (ed.), *Dumbarton Oaks Conference on The Olmec*, Washington, D. C., Dumbarton Oaks Research Library and Collection, 1968.
- Bernal, Ignacio, *El mundo olmeca*, Porrúa, México, 1991.
- Blanton, Richard E., *Monte Albán: Settlement Patterns at the Ancient Zapotec Capital*, Nueva York, Academic Press, Inc., 1978.
- Blom, Franz, *En el lugar de los grandes bosques*, Conaculta-INAH-Gobierno del estado de Chiapas, s/f, México.
- Boehm de Lameiras, Brigitte, *Formación del Estado en el México prehispánico*. México, El Colegio de Michoacán, 1986.
- Bonfil Batalla, Guillermo, 'Los que trabajan con el tiempo. Notas etnográficas sobre los graniceros de la Sierra Nevada, México', en *Anales de Antropología*, UNAM-Instituto de Investigaciones Antropológicas, Vol. V, 1968, pp. 99-128.
- Boone, Elizabeth Hill, *Stories in Red and Black. Pictorial Histories of the Aztecs and Mixtecs*, University of Texas Press, 2000.
- Bribiesca, José Luis, 'El agua potable en la República Mexicana', *Ingeniería Hidráulica en México*, México, 1960.
- Broda, Johanna y Félix Báez, Jorge, 'La etnografía de la fiesta de la Santa Cruz. Una perspectiva histórica', *Cosmovisión, ritual e identidad de los pueblos indígenas de México*, Conaculta-Fondo de Cultura Económica, México, 2001ª.
- Broda, Johanna, 'Algunas notas sobre crítica de fuentes del México antiguo', separata de *Revista de Indias*, Madrid, 1973.
- _____, 'Calendarios, cosmovisión y observación de la naturaleza', Sonia Lombardo y Enrique Nalda (eds.), *Temas Mesoamericanos*, INAH-Conaculta, México, 1996.
- _____, 'Ciclos de fiestas y calendario solar mexicana', *Arqueología Mexicana*, vol. VII, núm. 41, México, 2000, pp. 48-55.
- _____, 'Cosmovisión y observación de la naturaleza: el ejemplo del culto de los cerros en Mesoamérica', en Johanna Broda, Stanislaw Iwaniszewsky y Lucrecia Maupomé (eds.), *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*, UNAM, México, 1991.
- _____, 'Las fiestas aztecas de los dioses de la lluvia', *Revista española de antropología americana*, Madrid, vol. 6, 1971.
- _____, 'Lenguaje visual del paisaje ritual de la cuenca de México', *Códices y documentos sobre México. Volumen II*, en Salvador Rueda, Constanza Vega y Rodrigo Martínez (eds.), INAH-Conaculta, México, 1997, pp. 129-161.
- Broda, Johanna; Stanislaw Iwaniszewski y Arturo Montero (coords.), 'Astronomía y paisaje ritual: el calendario de horizonte de Cuicuilco-Zacatepetl', *La montaña en el paisaje ritual*, Conaculta-INAH, México, 2001b.



- Brüggemann (coord.), *Proyecto Tajín*, tomo I, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Dirección de Arqueología, 1991.
- Brüggemann, Jürgen Kurt et al., *Tajín*, México, Gobierno del Estado de Veracruz, Pemex, 1992.
- Brüggemann, Jürgen Kurt et al., *Zempoala: el estudio de una ciudad prehispánica*. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 'Serie Arqueología', 1991.
- Brüggemann, Jürgen Kurt, *El Tajín, Veracruz*; México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1993.
- Byers, Douglas S. 'Climate and Hydrology', in D. S. Byers (ed), *The Prehistory of the Tehuacan Valley*, Vol. 1, Austin and London, University of Texas Press, 1967, pp. 48-65.
- _____, (ed.), *The Prehistory of the Tehuacan Valley*, 5 Vols., Austin and London, University of Texas Press, 1967.
- Caran, S. Christopher and James A. Neely, 'Engineering in Prehistoric Mexico', in *Scientific America*, octubre 2006, pp. 80-86.
- Carrasco, Pedro, *Estructura político-territorial del Imperio tenochca. La Triple Alianza de Tenochtitlan, Tetzcoco y Tlacopan*, México, El Colegio de México-Fideicomiso Historia de las Américas/Fondo de Cultura Económica, 1996.
- Catálogo de ilustraciones*, Centro de Información Gráfica del Archivo General de la Nación, II t., México, Archivo General de la Nación, 1979.
- Catherwood, Frederick, *Visión del mundo maya-1844*, Introducción Alberto Ruz Lhuillier, México, Edición privada de Cartón y Papel de México, S.A., 1978.
- _____, *The Lost Cities of the Mayas. The life, art, and discoveries of Frederick Catherwood*, Text by Fabio Bourbon, Nueva York, Londres, Abbeville Press Publishers, 1999.
- Cepeda, Fernando de; Alfonso Carrillo y Juan Albares Serrano, *Relación universal legítima y verdadera del sitio en que está fundada la... ciudad de México...*, México, Imprenta de Francisco Salbago, 1637.
- Charlton, Thomas H., 'Contemporary Agriculture of the Valley', en *Natural Environment, Contemporary Occupation and 16th Century Population of the Valley*, The Teotihuacan Valley project, Final report, number 3; The Pennsylvania State University, 1970, pp. 253-384.
- Child, Gordon. *What happened in history*. Penguins Books Inc. New York, 1946.
- Chimal Balam de Chumayel*, 'Cien de México', Conaculta, 1ª reimpression, México, 2001.
- Chimalpahin (Cuauhtlehuanitzin), Domingo Francisco de San Antón Muñón, *Relaciones originales de Chalco Amaquemecan*, paleografiadas y traducidas del náhuatl con una introducción por S. Rendón, México, Fondo de Cultura Económica, 1965.
- Ciudad Real, Antonio de, *Tratado curioso y docto de las grandezas de la Nueva España* [1548], 2 t., México, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, 1976.
- Codex Azcatitlan. Códice Azcatitlan*, Paris, Biblioteque Nationales de France/Societé des Americanistes, 1995.
- Códice Badiano, *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*, edición facsimilar, México, Instituto Mexicano del Seguro Social, 1964.
- Códice Cozcatzin*, Estudio y paleografía de Ana Rita Valero de García Lascuráin, Paleografía y traducción de los textos nahuas de Rafael Tena, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia/Benemérita Universidad Autónoma de Puebla 'Códices Mesoamericanos IV', 1994.
- Códice Durán*, Proyecto y textos Electra y Tonatiuh Gutiérrez, México, Arrendadora Internacional, 1990.
- Códice Florentino*, edición facsimil del manuscrito 218-20 de la Colección Palatina de la Biblioteca Medicea Laurenziana, 3 t., México, Gobierno de la República (Mexicana), 1980.
- Códice Madrid*.
- Códice Mendocino*, México, San Ángel Ediciones, S. A., 1979.
- Códice Mexicanus*, 'Comentaire du Codex Mexicanus Núm. 23-24 de la Biblioteque Nationale de Paris', en: Ernest Mengin (ed.), *Journal de la Societé des Americanistes*, Vol. XLI, 1952, pp. 387-498.





- Códice Ramírez, Manuscrito del siglo XVI intitulado: *Relación del origen de los indios que habitan esta Nueva España según su historia*, José María Vigil (ed.), México, Imprenta y litografía de Ireneo Paz, 1878.
- Códices indígenas de algunos pueblos del Marquesado del Valle de Oaxaca publicados por el Archivo General de la Nación para el Primer Congreso Mexicano de Historia celebrado en la ciudad de Oaxaca, México, Editorial Innovación, S.A., 1983.
- Coe, Michael and Richard, A. Diehl, 'In the Land of the Olmec', vol. 1, *Archaeology of San Lorenzo Tenochtitlan*, University of Texas Press, Austin, 1980.
- Coe, Michael D., 'San Lorenzo and The Olmec Civilization', en E. Benson (ed.), *Dumbarton Oaks Conference on The Olmec*, Washington, D. C., Dumbarton Oaks Research Library and Collection, 1968, pp. 41-67.
- Córdova, Carlos, *Landscape Transformation in Aztec and Spanish Colonial Texcoco*, Mexico. Ann Arbor, P.D. Dissertation, University of Texas at Austin, Austin, 1997.
- Cortés Hernández, Jaime, 'El sistema hidráulico en la Zempoala prehispánica', en J. K. Brüggemann, et al., *Zempoala: el estudio de una ciudad prehispánica*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 'Serie Arqueología', 1991, pp. 269-292.
- Cortés, Hernán, *Cartas de Relación*, Austral, Madrid, 1961.
- Covarrubias, Sebastián de, *Tesoro de la lengua castellano o española. Primer Diccionario de la Lengua* (1611), Madrid, Ediciones Turner, 1984.
- Cuevas Aguirre, José Francisco, *Extracto de los autos...*, México, Imprenta de la viuda de D. José Bernardo de Hegal, 1748.
- Cyphers, Ann (coord.), *Población, subsistencia y medio ambiente en San Lorenzo Tenochtitlan*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Antropológicas, 1997.
- _____, *Escultura olmeca de San Lorenzo Tenochtitlan*, Coordinación de Humanidades de la UNAM-Instituto de Investigaciones Antropológicas, México, 2004.
- De la Fuente, Beatriz, *Las cabezas colosales olmecas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1975.
- De Landa, Diego, *Relación de las cosas de Yucatán*, Conaculta, México, 1994.
- Denevan, William, M., 'Aboriginal Drained-field Cultivation in the Americas', *Science*, Vol. 169, núm. 3946, 1970, pp. 647-654.
- _____, 'Hydraulic Agriculture in the American Tropics. Forms, Measures, and Recent Research', en Kent V. Flannery (ed.), *Maya Subsistence. Studies in Memory of Dennis E. Puleston*, Nueva York, Academic Press, 1982, pp. 181-204.
- _____, 'Investigaciones recientes sobre agricultura precolombina de campos elevados en América Latina', *Biótica*, Vol. 5, núm. 2, 1980, pp. 57-62.
- Díaz del Castillo, Bernal, *Historia de la Conquista de la Nueva España*, Porrúa, México, 1970.
- Diccionario de Autoridades*, Real Academia Española, edición facsimilar (de la de 1726), 3 tomos, Madrid, Editorial Gredos, 1976.
- Diccionario de la Lengua Española*, Madrid, Real Academia Española, 1970.
- Doolittle, William E., *Canal Irrigation in Prehistory Mexico. The Sequence of Technological Change*, Austin, University of Texas Press, 1990.
- Durán, fray Diego, *Historia de las Indias de Nueva España e islas de la Tierra Firme*, 3 Vols., México, Editorial Porrúa, S.A., 1967.
- Educación Pública-Instituto Nacional de Antropología e Historia (comp.), *La agricultura chinampera. Compilación histórica*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1993.
- _____, (coord.), *Agricultura indígena: pasado y presente*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 'Ediciones de la Casa Chata' 27, 1990.
- _____, (ed.), *Pedro Armillas: Vida y obra*, 2 vols., México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1991.
- _____, 'Obras hidráulicas coloniales en el norte de la Cuenca de México (1540-1556) y la reconstrucción de la albarrada de San Lázaro (1555)', *Revista Ingeniería*, México, UNAM, Vol. LI, núm. 2, 1981, pp. 98-115.

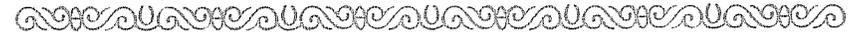


- _____, 'El tributo en trabajo en la construcción de las obras públicas de México-Tenochtitlan', en A. Barrera Rubio (ed.), *El modo de producción tributario en Mesoamérica*, Mérida, Yucatán, Escuela de Ciencias Antropológicas, Ediciones de la Universidad de Yucatán, 1984, pp. 51-75.
- _____, 'La tecnología indígena de construcción de chinampas en la Cuenca de México', en T. Rojas Rabiela (comp.), *La agricultura chinampera. Compilación histórica*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1993, pp. 301-327.
- _____, 'La tecnología agrícola', L. Manzanilla y L. López Luján (coords.), *Historia antigua de México. Vol. IV. Aspectos fundamentales de la tradición cultural mesoamericana*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Nacional Autónoma de México, Miguel Ángel Porrúa, 2001, pp. 13-68.
- _____, 'La agricultura y el riego mesoamericanos', en Lorenzo Ochoa (coord.), *Gran historia de México ilustrada*, Vol. 1, núm. 53 México, Editorial Planeta Mexicana, 2001, pp. 241-260.
- _____, 'De ciénega a chinampa y de chinampa a ciénega: tenencia y uso del suelo y el agua en Xochimilco. De la Independencia a la Reforma Agraria.' Conferencia Magistral en Coautoría con Juan Matamala Vivanco, presentada en el III Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. Parque Ecológico de Xochimilco, D.F., 1988.
- _____, 'Las cuencas lacustres del Altiplano Central', en *Arqueología Mexicana*, Vol. XII, núm. 6, julio-agosto 2004, pp. 20-27.
- _____, *Las siembras de ayer. La agricultura indígena del siglo XVI*, México, D. F., CIESAS-Secretaría de Educación Pública, 1988.
- El ritual de los Bacabes*, UNAM, México, 1987.
- Eling McIntosh, Tomás Martínez Saldaña y Cristina Martínez, 'Las galerías filtrantes. Una historia de éxito en Santa María de las Parras'. *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, año 10, núm. 31, pp. 7-16, México, 2005.
- Evans, Susan Toby y David L. Webster (eds.), *Archaeology of Ancient Mexico and Central America. An Encyclopedia*, Nueva York-Londres, Garland Publishing, Inc., 2001.
- Flannery, K. V., Anne T. Kirkby; Michael J. Kirkby, y Aubrey W. Williams Jr., 'Farming Systems and Political Growth in Ancient Oaxaca', *Science*, 158, 1976, pp. 445-454.
- Flannery, Kent V. y Joyce Marcus (eds.), *The Cloud People. Divergent Evolution of the Zapotec and Mixtec Civilizations*, Nueva York, Academic Press, Inc., 1983.
- Flannery, Kent V. (ed.), *Guila Naquitz. Archaic Foraging and Early Agriculture in Oaxaca, Mexico*, Orlando, Florida, Academic Press, Inc., 1986.
- _____, 'Los orígenes de la agricultura en México: las teorías y las evidencias', en T. Rojas Rabiela y W. T. Sanders (eds.), *Historia de la agricultura. Época prehispánica-Siglo XVI*, 2 t. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, t. 1, 1985, pp. 237-266.
- Florescano, Enrique, *Memoria indígena*, Taurus, México, 1999.
- French, Kirk, *The Waters of Lakam Ha. A Survey of Palenques Water Management*, FAMSI, 2007. <http://www.famsi.org/reports/05076es/index.html>
- Galindo Escamilla, Emmanuel, *Organización social para el uso y manejo de jagüeyes. El caso de la zona norte de los Llanos de Apan en el estado de Hidalgo, México*, tesis para obtener el grado de maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México, 2007.
- Gallereta, Tomás, 'Cenotes y asentamientos humanos en Yucatán', *Arqueología Mexicana* Vol. XIV, núm. 83, 2007, México.
- Gamio, Manuel, *La población del valle de Teotihuacán*, edición facsimilar, 5 t., México, Instituto Nacional Indigenista, 1979.
- García Castro, René, 'Historia de la tecnología agrícola en el altiplano central desde el principio de la agricultura hasta el siglo XIII', en T. Rojas Rabiela y W. T. Sanders (eds.), *Historia de la agricultura. Época prehispánica-Siglo XVI*, 2 t., México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, t. 2, 1985, pp. 7-75.





- _____. "Cultivos indígenas en el Valle de Cuernavaca, siglo XVI", en T. Rojas Rabiela (coord.), *Agricultura indígena: pasado y presente*, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social 'Ediciones de la Casa Chata' 27, 1990, pp. 165-175.
- _____. "The Historical Importance of Tlaxcala in the Cultural Development of the Central Highlands", Victoria Reifler Bricker y Jeremy A. Sabloff (eds.), *Supplement to the Handbook of Middle American Indians, Volume One. Archaeology*, Austin, University of Texas Press, 1981, pp. 244-295.
- García Cook, Ángel y B. Leonor Merino Carrión, "Agricultura intensiva en el área maya: algunos cuestionamientos", en T. Rojas Rabiela (coord.), *Agricultura indígena: pasado y presente*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 1990, pp. 69-87.
- García Martínez, Bernardo, *El Marquesado del Valle: tres siglos de régimen señorial en Nueva España*, México, Colegio de México 'Centro de Estudios Históricos, Nueva Serie' 5, 1969.
- _____. *Las regiones de México. Breviario geográfico e histórico*, El Colegio de México, 'Seminario de Textos Universitarios', México, 2008.
- García Sánchez, Magdalena y José A. Aguirre Anaya, *El modo de vida lacustre en la cuenca del Alto Lerma: un estudio etnoarqueológico*, tesis de Licenciatura en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México, 1994.
- García Villanueva, Nahúm Hamed, *Panorama histórico y evolución de las zonas de riego*, Conagua-IMTA-CEDEX, México, 2000.
- García, García, María Teresa, "El señorío de Acolhuacan", *Arqueología Mexicana*, Vol. X, núm. 58, noviembre-diciembre, 2002, México.
- Gibson, Charles, *Los aztecas bajo el dominio español (1539-1810)*, Siglo XXI, México, 1967.
- González Aparicio, Luis, *Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlan*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1973.
- González Lauck, Rebeca, "La Venta, la gran ciudad olmeca", *Arqueología Mexicana* Vol. II, núm. 12, 1995, México.
- Good Eshelman, Catherine, "Traditional Gardening Techniques among Nahuatl Indians: 'Huertos de humedad' in the Balsas River Valley, Mexico", *Anales de Antropología*, Vol. 39-1, UNAM-Instituto de Investigaciones Antropológicas, 2005, pp. 119-129.
- Grove, David, "Cerros sagrados olmecas", *Arqueología Mexicana*, Vol. II, núm. 12, 1995.
- Gutiérrez, Gerardo, "The Trompezon Irrigation System of Eastern Guerrero", Ponencia, Society for American Archaeology, 73rd Annual Meeting, Vancouver, British Columbia, Canadá, marzo 2008.
- _____. *The Expanding Polity: Patterns of the Territorial Expansion of the Post-Classic Señorío of Tlapa-Tlachinollan in the Mixteca-Nahuatl-Tlapaneca Region of Guerrero*, Ph. D. Dissertation, Department of Anthropology, The Graduate School, The Pennsylvania State University, 2002.
- Guzmán Puente, M. A. Alicia y Jacinta Palerm Viqueira, "Los jagüeyes en la región de los Altos Centrales de Morelos", en *Boletín de Archivo Histórico del Agua*, México, Archivo Histórico del Agua, Año 10, núm. 29, 2005, pp. 21-26.
- Harrison, P. D. and B. L. Turner II, *Pre-Hispanic Maya Agriculture*, Albuquerque, University of New Mexico Press, 1978.
- Heizer, Robert, "New Observations en La Venta", en E. Benson (ed.), *Dumbarton Oaks Conference on the Olmec*, Washington, D. C., Dumbarton Oaks Research Library and Collection, 1968, pp. 9-26.
- Henao, Luis Emilio, *Tehuacán: campesinado e irrigación*, México, Edicol, 1980.
- Hernández Garciadiego, Raúl y Grisela Herrerías Guerra, *Evolución de la tecnología hidro-agroecológica mesoamericana desde su origen prehistórico. El valle de Tehuacán, Pue. México*, Alternativas y procesos de Participación Social A.C., Tehuacan, Pue., México, 2004.
- Hernández Garciadiego, Raúl, "Secretos de los ingenieros mesoamericanos", *Vertientes*, núm. 114, octubre, Conagua, México, 2005.
- Hernández Pons, Elsa Cristina, *La Acequia Real: historia de un canal de navegación*, tesis para obtener el grado de doctor, UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, 2002.



- Hopkins, Joseph W. III, "Irrigation and the Cuicatec Ecosystem: A Study of Agriculture and Civilization in North Central Oaxaca, México", Ph. D. Dissertation, University of Chicago, Department of Anthropology, 1974.
- Hunt, Eva V., "Irrigation and the Socio-Political Organization of the Cuicatec Cacicazgos", *The Prehistory of the Valley of Tehuacán Valley*, Vol. 4, Chronology and Irrigation, Austin, University of Texas Press, 1972, pp. 162-248.
- _____. *Investigación y Ciencia*, diciembre, 2006.
- Jiménez Salas, Óscar, "Geomorfología de la región de La Venta, Tabasco: un sistema fluvio-lagunar costero del Cuaternario", Vol. 3, revista *Arqueología*, Coordinación Nacional de Arqueología. INAH, 1990.
- Kelly, Isabel y Ángel Palerm, *The Tajin Totonac. Part I: History, Subsistence, Shelter and Technology*, Washington, D. C., Smithsonian Institution of Washington, Institute of Social Anthropology, Publication 13, 1952.
- Kirchhoff, Paul, *Mesoamérica. Sus límites geográficos, composición étnica y caracteres culturales*, México, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Sociedad de Alumnos, suplemento de la Revista *Tlatoani*, 1960.
- Kirkby, Anne V. T., *The Use of Land and Water Resources in the Past and Present Valley of Oaxaca, México*, Ann Arbor, University of Michigan, Memoirs of the Museum of Anthropology, num. 5, 1973.
- Kroeber, Alfred Louis, *Cultural and natural Areas of Native*, University of California, Berkeley, 1939.
- Lameiras, Brigitte B. de y Armando Pereyra, *Terminología agrohidráulica prehispánica nahua*, México Instituto Nacional de Antropología e Historia 'Colección Científica' 13, 1974.
- Lameiras, José, "Relaciones en torno a la posesión de tierras y aguas: un pleito entre indios principales de Teotihuacan y Acolman en el siglo XVI", en T. Rojas Rabiela, R. A. Strauss K. y J. Lameiras, *Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el valle de México*, México, Secretaría de Educación Pública-Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1974, pp. 177-214.
- Lebrón de Quiñones, Lorenzo, *Relación sumaria de la visita que hizo en Nueva España el licenciado Lebrón de Quiñones a doscientos pueblos. Trae las descripciones de ellos, sus usos y costumbres. Fecha en Taximaro a 10 de setiembre de 1554*, Colima, Gobierno del Estado de Colima "Biblioteca Básica de Colima", 1988.
- Levi, Enzo, *El agua según la ciencia*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1989.
- Linné, Sigvald, *El Valle y la ciudad de México en 1550. (Relación histórica fundada sobre un mapa geográfico que se conserva en la Biblioteca de la Universidad de Upsala, Suecia)*, Estocolmo, Suecia, Staten Etnografiska Museum, "New Series", Publication núm. 9, 1948.
- López Austin y Leonardo López Luján, *El pasado indígena*, Fondo de Cultura de México-Colegio de México, 2001.
- López Austin, Alfredo, 1988.
- _____. *Breve historia de la tradición religiosa de Mesoamérica*, Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas, "Colección Textos", Serie Antropología e Historia Antigua: 2, México, 1999.
- _____. *Tamoanchan y Tlalocan*, FCE, México, 2000.
- López Wario, Luis Alberto (coord.), *Ciudad excavada. Veinte años de arqueología de salvamento en la ciudad de México y área metropolitana*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, "Colección Científica", 510, 2007.
- Lorenzo, José Luis, "Agroecosistemas prehistóricos", en E. Hernández X. (ed. y coord.), *Agroecosistemas de México*, Chapingo, Colegio de Postgraduados, 1977, pp. 1-20.
- Lowe, W. Gareth, *Mesoamérica olmeca: diez preguntas*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 1ª reimpression, 2002.
- Lucero, Lisa J. and Barbara W. Fash (eds.), *Pre-Columbian Water Management. Ideology, Ritual, and Power*, Tucson, The University of Arizona Press, 2006.





- MacAfee y Barlow, 1946 MacAfee, Byron, y R.H. Barlow. *The Titles of Tezcotzincó (Santa María Nativitas)*. En Revista Tlalocan, TII, 2, 1946, 110-127, DOCSXIX, Náhuatl, Texcoco.
- MacNeish, Richard S. 'Un Summary of the Subsistence', D.S. Byers (eds.), *The Prehistory of the Tehuacan Valley*, 5 vols, Austin and London, University of Texas Press, Vol. 1, 1967, pp. 290-309.
- Maler, Teobert. *Monumental Americana V. Península Yucatán*, Von Teobert, Maler, Editor Hanss J. Prem, Berlin, Mann Verlag, 1997.
- Manzanilla, Linda y Leonardo López Luján (coords.), *Historia antigua de México. Vol. IV: Aspectos fundamentales de la tradición cultural mesoamericana*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia/UNAM-Coordinación de Humanidades-Instituto de Investigaciones Antropológicas, 2001.
- Manzanilla, Linda, 'Indicadores arqueológicos de obras hidráulicas: problemas de interpretación', en T. Rojas Rabiela (coord.), *Agricultura indígena: pasado y presente*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 1990, pp. 43-57.
- Marcus, Joyce y Charles Stanish (eds.), *Agricultural Strategies*, Los Angeles, Institute of Archaeology-University of California, Los Angeles, 'Cotsen Advanced Seminar', 2006.
- Marcus, Joyce, 'The Roles of Ritual and Technology in Mesoamerica Water Management', J. Marcus y C. Stanish (eds.), *Agricultural Strategies*, Los Angeles, Cotsen Institute of Archaeology-University of California, 'Cotsen Advanced Seminar', 2006, pp. 221-254.
- Martínez Donjuan, Guadalupe, 'El sitio olmeca de Teopantecuanitlan en Guerrero', *Anales de Antropología*, Vol. XXII, 1986, pp. 215-226.
- _____. 'Teopantecuanitlan, Guerrero. Un sitio olmeca', en *Revista Mexicana de Antropología*, Vol. XXVIII, 1982, pp. 122-132.
- _____. 'Teopantecuanitlan', *Arqueología Mexicana*, Vol. II, núm. 12, marzo-abril 1995, pp. 58-62.
- _____. 'Teopantecuanitlan', en *The Oxford Encyclopedia of American Cultures. The Civilizations of Mexico and Central America*, David Carrasco (ed.), Nueva York, Oxford University Press, Vol. 3, 2001, pp. 200-201.
- Martínez García, Cristina, *Aportaciones para el estudio de la obra hidráulica del pequeño riego, Parras de la Fuente, Coahuila, México*, tesis de maestra en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México, 2005.
- Martínez García, Cristina; Eling Jr., Herbert H., 'Cambios, innovaciones y discontinuidades por galería filtrante en Parras de la Fuente, Coahuila, México', en Antonio Escobar, Martín Sánchez y Ana María Gutiérrez (Coords.), *Agua y Tierra en México, siglos XIX y XX*, 2 t., México, CIESAS/El Colegio de San Luis Potosí y El Colegio de Michoacán, 2008; T. I, pp. 125-150.
- Martínez, José Luis, *Cosmovisión, rituales y simbolismo del agua en Xochimilco*, tesis doctoral, INAH, 2006 (en edición).
- Mason, R., et al., *An Archaeological Survey on the Xoxocotlan Piedmont, Oaxaca, Mexico*, Vol. 42, No. 4, 1977, pp. 567-575.
- Matos, Eduardo, 'Mesoamérica', *Historia Antigua de México, V-I: El México Antiguo, sus áreas culturales, los orígenes y el horizonte Preclásico*, Conaculta-INAH-Instituto de Investigaciones Antropológicas UNAM, México, 2000.
- Matricula de Tributos, *Códice de Moctezuma*, Museo de Antropología, México (Cod. 35-52), Austria, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Graz, 1980.
- McClung de Tapia, Emily y Evelyn Childs Rattray (eds.), *Teotihuacan. Nuevos datos, Nuevas síntesis, Nuevos problemas*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Antropológicas, 1987.
- McClung de Tapia, Emily, 'La domesticación del maíz', *Arqueología Mexicana*, Vol. V, núm. 25, mayo-junio, 1997.
- Medina, Miguel A., *Arte y estética de El Tezcotzincó. Arquitectura de paisaje en la época de Nezahualcóyotl*, UNAM, México, 1997.



- Méndez, Diego Granados, 'El agua entre los mayas de la península de Yucatán', en *El agua en la cosmovisión y terapéutica de los pueblos indígenas de México*, Instituto Nacional Indigenista, México, 1999.
- Millon, René y Clara Hall and May Diaz, 'Conflict in the modern Teotihuacan irrigation system', in *Comparative studies in society and history*, Vol. IV, núm. 4, 1962, pp. 494-524.
- Millon, René, 'Irrigation at Teotihuacan', in *American Antiquity*, Vol. 20, núm. 2, 1954, pp. 177-180.
- _____. 'Irrigation Systems in the Valley of Teotihuacan', *American Antiquity*, Vol. 23, 1957, pp. 160-166.
- _____. *The Teotihuacan Map*, 2 Vols., Austin and Londres, University of Texas Press, 1973.
- Molina, fray Alonso de, *Vocabulario en lengua castellana y mexicana*, México, Editorial Porrúa, S.A., 'Biblioteca Porrúa' 44, 1970.
- Moliner, María, *Diccionario de uso del español*, Madrid, Editorial Gredos, 1981.
- Moll, García Roberto, 'La cuenca de México Preclásico Temprano y Medio (2500-400 a. C.)', *Arqueología Mexicana*, Vol. XV, núm. 86, México, 2007.
- Moll, García y Martínez Regina, *Olmecas y mayas*, Conaculta-Grupo Azabache, México, 2006.
- Muñoz Camargo, Diego, *Descripción de la ciudad y provincia de Tlaxcala de las Indias y del Mar Océano para el buen gobierno y ennoblecimiento de las*, edición facsimil del Manuscrito de Glasgow con un estudio preliminar de René Acuña, México, UNAM, 1981.
- Navas, fray Francisco de las, *Calendario indico de los indios del mar océano y de las partes deste Nuevo Mundo, ¿1557?*, reproducido en la *Descripción* de Muñoz Camargo, ff. 167v-172v (original en Biblioteca Nacional de Antropología e Historia, Archivo Histórico, Col. Ramírez, *Opúsculos históricos*, t. 21, 'Colección Antigua' 210, pp. 93-220).
- Neely, James A., 'Organización hidráulica y sistemas de irrigación prehistóricos en el Valle de Oaxaca', *Boletín Instituto Nacional de Antropología e Historia*, 27, 1967, pp. 15-17.
- Nichols, Deborah L., 'A Middle Formative Irrigation System near Santa Clara Coatlitan in the Basin of Mexico', *American Antiquity*, Vol. 47, No. 1, pp. 133-144, Jan., 1982.
- _____. 'Infrared Aerial Photography and Prehispanic Irrigation at Teotihuacan: The Tlajinga Canals', *Journal of Field Archaeology*, Vol. 15, No. 1, pp. 17-27, Spring, 1988.
- Niederberger, Christine, 'Las sociedades mesoamericanas: las civilizaciones antiguas y su nacimiento', en T. Rojas Rabiela y John V. Murra (dir.), *Las sociedades originarias. Historia general de América Latina*, Vol. I, *Historia general de América Latina*, Paris, Francia, Editorial Trotta, S. A./UNESCO, 1999, pp. 116-159.
- _____. *Cinco milenios de ocupación humana en un sitio lacustre de la Cuenca de México*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 'Colección Científica' 30, 1976.
- _____. *Paleopaysages et Archeologie Pre-Urbaine du Basin de Mexic (Mexique)*, t. I, México, Centre d'Etudes Mexicaines et Centramericaines, 'Etudes Mesoamericaines, Vol. XI', 1987.
- Nuevos documentos relativos a los bienes de Hernán Cortés*, México, Archivo General de la Nación/UNAM, 1946.
- O'Brien, Michael J.; Roger D. Mason; Dennis E. Lewarch y James A. Neely, *A Late Formative Irrigation Settlement below Monte Albán. Survey and excavation on the Xoxocotlán piedmonte, Oaxaca, México*, Austin, Texas, Institute of Latin American Studies, The University of Texas at Austin, 1982.
- Obras de irrigación en el México prehispánico. Antología*, México, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social/ICID-Comisión Internacional de Irrigación y Drenaje/Fideicomiso de Riesgo Compartido, 1999.
- Obras hidráulicas en América Colonial*, Madrid, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo/Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 1993.
- Olay Barrientos, María de los Ángeles, *Volcán de fuego. Cuna del agua, morada del viento. Desarrollo social y procesos de cambio en el valle de Colima. Una propuesta de interpretación*, tesis para obtener el grado de doctora en Antropología Social, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 2005.





- Ortiz Pérez y Cyphers, *Población, subsistencia y medio ambiente en San Lorenzo Tenochtitlán*, Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Investigaciones Antropológicas, México, 1997.
- Palerm, Ángel y Wolf, Eric, *Agricultura y sociedad en Mesoamérica*, Gernika, México, 1992.
- _____, *Agricultura y civilización en Mesoamérica*, Gernika, México, 1972.
- Palerm, Ángel, "Distribución geográfica de los regadíos prehispánicos en el área central de Mesoamérica", en A. Palerm y E. Wolf, *Agricultura y civilización en Mesoamérica*, México, Setenta y tres 32, 1972, pp. 30-64.
- _____, "La base agrícola de la civilización mesoamericana", en A. Palerm y E. Wolf, *Agricultura y civilización en Mesoamérica*, México, Setenta y tres 32, 1972, pp. 65-64.
- _____, "Potencial ecológico y desarrollo cultural de Mesoamérica" (1957), en A. Palerm y E. Wolf, *Agricultura y civilización en Mesoamérica*, México, Setenta y tres 32, 1972, pp. 149-212.
- _____, "Sistemas de riego prehispánico en Teotihuacán y en el Pedregal de San Ángel" (1961), en A. Palerm y E. Wolf, *Agricultura y civilización en Mesoamérica*, México, Setenta y tres 32, 1972, pp. 95-108.
- _____, *Agricultura y sociedad en Mesoamérica*, México, Setenta y tres 55, 1972b.
- _____, *Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México*, México, Secretaría de Educación Pública-Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1973.
- Papeles de Nueva España*, Publicados por Francisco del Paso Troncoso, "Segunda Serie", Geografía y Estadística, 6 Vols., Madrid, 1905-1906.
- Paredes Martínez, Carlos Salvador, "La agricultura en la provincia de Coatlalpan durante los siglos XVI y XVII", en Teresa Rojas Rabiela (coord.), *Agricultura indígena: pasado y presente*, México, CIESAS, "Ediciones de la Casa Chata" 27, 1990, pp. 177-186.
- _____, *La región de Atlixco, Huaquechula y Tochimilco. La sociedad y su agricultura en el siglo XVI*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/Fondo de Cultura Económica/Gobierno de Estado de Puebla, "Colección Puebla", 1991.
- Parsons, Jeffrey, "El papel de la agricultura chinampera en el abastecimiento de alimentos de la Tenochtitlan Azteca", en T. Rojas Rabiela (comp.), *La agricultura chinampera. Compilación histórica*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1993, pp. 271-300.
- _____, "Ingeniería hidráulica prehispánica en Acolhuacán", *Arqueología Mexicana*, Vol. X, núm. 58, noviembre-diciembre, México, México, 2002.
- Paso y Troncoso, Francisco del, *Papeles de Nueva España*, "Segunda Serie", Geografía y Estadística, 6 Vols., Madrid, 1905-1906.
- Peña, Efrén, "Irrigación e infraestructura en Oaxaca. Periodo prehispánico", *Obra hidráulica en Oaxaca*, IMTA, México, 1998.
- Pérez Rocha, Emma, *La tierra y el hombre en la villa de Tacuba durante la época colonial*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, "Colección Científica" 115, Etnohistoria, 1982.
- Pérez, Campo Mario, "La cuenca de México, Preclásico tardío (400 a. C.-200 d. C.)", *Arqueología Mexicana*, Vol. XV, núm. 86, México, 2007.
- Piña Chan, Román, *Chichén Itzá. La ciudad de los brujos del agua*, FCE, 9ª reimpresión, México, 2003.
- Pomar, Juan Bautista, "Relación de Tezcoco", en *Relaciones de Texcoco y de la Nueva España*, México, Editorial Salvador Chávez Hayhoe, 1941.
- Ponce, Alonso, véase Ciudad Real, A. de.
- Precourt, Prudence, *Settlements, Systems and patterns: an ecological system analysis of settlements systems near Amozoc de Mota, Puebla, Mexico*, Phd. Dissertation, Department of Anthropology, University of Wisconsin-Milwaukee, 1983.
- Raynaud, Georges, *El Libro del Consejo*, Popol Vuh, UNAM, México, 1964.
- "Relación de Teccitlan y su partido" por Francisco de Castañeda, *Papeles de la Nueva España*, t. VI, pp. 209-259.
- Reyes García, Cayetano, *Altépetl, ciudad indígena. Cholula en el siglo XVI*, tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México, 1976.
- Rivera Dorado, Miguel, *La ciudad maya, un escenario sagrado*, Editorial Complutense, Madrid, 2001.



- Rojas Rabiela, Teresa (ed.), *Pedro Armillas y obra*, Vol. I, INAH-CIESAS-Conaculta, México, 1991.
- _____, "Aspectos tecnológicos de las obras hidráulicas coloniales", en T. Rojas R., R. A. Strauss K. y J. Lameiras, *Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el valle de México*, México, Secretaría de Educación Pública-Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1974, pp. 21-133.
- _____, "La agricultura chinampera, compilación histórica, Universidad Autónoma Chapingo", México, 1993.
- _____, *Las siembras de ayer. La agricultura indígena del siglo XVI*, SEP-CIESAS, México, 1988.
- Rojas Rabiela y Regina Olmedo, *Altepeámatl: el código y la historia agraria de Apasco*, CIESAS/RAN, en prensa.
- Rojas Rabiela, Teresa y John V. Murra (dir.), *Las sociedades originarias. Historia general de América Latina*, Vol. I, Paris, Francia, Editorial Trotta, S. A./UNESCO, 1999.
- _____, *Historia General de América Latina, Volumen I: Sociedades Originarias*, UNESCO-Trotta, 1999.
- Rojas Rabiela, Teresa y William T. Sanders (eds.), *Historia de la agricultura. Época prehispánica- Siglo XVI*, 2 t., México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1985.
- Rojas Rabiela, Teresa, Rafael A. Strauss K. y José Lameiras, *Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el valle de México*, México, Secretaría de Educación Pública-Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1974, pp. 177-214.
- Ruiz Pulido, Ortitia, *Tiempo de hilo. El hilado tradicional y su simbólica*, tesis de licenciatura en Artes Visuales, Centro Morelense de las Artes, México, 2007.
- Ruvalcaba Mercado, Jesús, *Agricultura india en Cempoala, Tepeapulco y Tulancingo. Siglo XVI*, México, Unión de Ciudades Capitales Iberoamericanas/Departamento del Distrito Federal, 1985.
- Sahagún, fray Bernardino de, *Historia general de las cosas de la Nueva España*, México, Editorial Porrúa, S.A., "Colección Sepan Cuántos..." 300, 1975.
- Sanders, William T., "El lago y el volcán: la chinampa (1957)", en T. Rojas Rabiela, Teresa (comp.), *La agricultura chinampera. Compilación histórica*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1993, pp. 111-178.
- _____, "Cultural Ecology of Nuclear Mesoamérica", *American Anthropologist*, Vol. 64, núm. 1, Part 1, 1962, pp. 34-44.
- _____, "The Agricultural History of the Basin of Mexico", en E.R. Wolf (ed.), *The Valley of Mexico*, Albuquerque, University of New Mexico Press, A School of American Research Book, 1976, pp. 101-159.
- _____, *Tierra y agua. A Study of the Ecological Factors in the Development of Mesoamerican Civilizations*, Ph. D. Dissertation, Department of Anthropology, Harvard University, 1957.
- Sandoval, Fernando B., *La industria del azúcar en Nueva España*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1951.
- Santamaría, Francisco J. *Diccionario de Mejicanismos*, México, Editorial Porrúa, S.A., 1974.
- Scarborough, Vernon, "An Overview of Mesoamerican Water Systems", en L. J. Lucero y B. W. Fash (eds.), *Precolumbian Water Management. Ideology, Ritual, and Power*, Tucson, The University of Arizona Press, 2006, pp. 223-235.
- _____, *The Flow of Power. Ancient Water and Landscape*, Santa Fe, New Mexico, A School of America Research Resident Scholar Book, 2003.
- Schmidt, Peter J., "Un sistema de cultivo intensivo en la cuenca del río Nautla, Veracruz", en *Boletín del INAH*, época III, núm. 2, 1977, pp. 50-60.
- Serra Puche, Mari Carmen, *Los recursos lacustres de la cuenca de México durante el Formativo*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Antropológicas, 1988.
- Siemens, Alfred H. y Dennis E. Puleston, "Ridged Fields and Associated Features in Southern Campeche: New Perspectives on the Lowland Maya", *American Antiquity*, Vol. 37, núm. 2, 1972, pp. 228-239.





- Siemens, Alfred, 'Prehispanic Agricultural Use of the Wetlands of Northern Belice', en Kent V. Flannery, *Maya Subsistence. Studies in Memory of Dennis E. Puleston*, Nueva York, Academic Press, 1982, pp. 205-226.
- _____, *A Favored Place: San Juan River Lowlands, Central Veracruz, A.D. 500 to the Present*, Austin, University of Texas Press, 1998.
- _____, *Tierra configurada. Investigaciones de los vestigios de agricultura precolombina en tierras inundables costeras desde el Norte de Veracruz hasta Belice*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1989.
- Simonds, Stacey, Ann Ciphers y Roberto Lunagómez, *Asentamiento prehispánico en San Lorenzo Tenochtitlan*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Antropológicas-Dirección General de Asuntos Académicos, 'Serie San Lorenzo', 2002.
- Sistemas hidráulicos de Coahuila de Zaragoza*, manuscrito inédito.
- Sluyster, Andrew, 'Intensive Wetland Agriculture in Mesoamérica: Space, Time, and Form', *Annals of the Association of American Geographers*, 84 (4), 1994, pp. 557-584.
- Smith, Mary Elizabeth, *Picture Writing from Ancient Southern Mexico, Mixtec Place Signs and Maps*, Norman, University of Oklahoma Press, 1973.
- Solis Olguin, Felipe, 'Chapultepec, espacio ritual y secular de los tlatoani azteca', en *Arqueología Mexicana*, Vol. X, núm. 57, 2002, pp. 36-40.
- Sotelo Santos, Laura Elena, *Los dioses del Códice Madrid*, UNAM, México, 2002.
- Soustelle, Jacques, *Les Olmèques, le plus ancienne civilization du Mexique*, Edición Arthaud, Paris, France, 1979.
- Stephens, John L. *Incidents of Travel in Yucatán*, Illustrated by 120 engravings, 2 t., Nueva York, Dover Publications, Inc., 1963.
- Steward, Julian H., *Theory of Culture Change. The Methodology of Multilinear Evolution*, Urbana, University of Illinois Press, 1955.
- _____, 'Cultural Causality and Law: A Trial Formulation of the Development of Early Civilizations', *American Anthropologist*, Vol. 51, 1949, pp. 1-27.
- _____, 'The Irrigation Civilizations: A Symposium on Method and Result in Cross-Cultural regularities', en *Irrigation Civilizations: A Comparative Study*, Washington, D. C., Panamerican Union, Social Science Monographs, 1, 1960, pp. 1-6.
- Stirling, Matthew, *Stone monuments of the Rio Chiquito, Veracruz, México*, Smithsonian Institution, Washington, 1955.
- Strauss K., Rafael A., 'El área septentrional del valle de México: problemas agrohidráulicos, prehispánicos y coloniales', T. Rojas R., R.A. Strauss K. y J. Lameiras, *Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el valle de México*, México, Secretaría de Educación Pública-Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1974, pp. 137-174.
- Suma de visitas de pueblos por orden alfabético*, véase Del Paso y Troncoso, *Papeles de Nueva España*, t. 1.
- Simonds Stacey, Ciphers Ann y Lunagómez Roberto, *Asentamiento prehispánico en San Lorenzo Tenochtitlan*, Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas, México, 1ª reimpresión, 2006.
- Tapia y Zurita, 'Las primeras sociedades sedentarias en Historia Antigua de México', V-1: *El México Antiguo, sus áreas culturales, los orígenes y el horizonte Preclásico*, Conaculta-INAH-Instituto de Investigaciones Antropológicas UNAM, México, 2000.
- Taube, Karl 2007 La jadeita y la cosmovisión de los olmecas en la revista: *Arqueología Mexicana*, Vol. XV, núm. 87, México, 2007.
- The Oxford Encyclopedia of American Cultures. The Civilizations of Mexico and Central America*, 3 Vols., David Carrasco (ed.), Nueva York, Oxford University Press, 2001.
- Thompson, Eric H., 'The Chultunes of Labná, Yucatán, Cambridge, Massachusetts, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, 1897.



- Torquemada, fray Juan de, *Monarquía Indiana*, edición facsimilar de la de 1723, 3 t., México, Editorial Porrúa, S.A., 1975.
- Turner II, B.L. Peter D. Harrison, (eds.), *Pultrouser Swamp: Ancient Maya Habitat, Agriculture, and Settlement in Northern Belize*, Texas, University of Texas Press, 1983.
- Vetancurt, fray Agustin de, *Teatro Mexicano. Descripción breve de los sucesos ejemplares, históricos y religiosos del Nuevo Mundo de las Indias*, edición facsimilar, México, Editorial Porrúa, S. A., 'Biblioteca Porrúa', 45, 1971.
- Warman, Arturo, ... *Y venimos a contradecir: Los campesinos de Morelos y el Estado nacional*, México, Centro de Investigaciones Superiores del Instituto Nacional de Antropología e Historia, 'Ediciones de la Casa Chata' 2, 1978.
- Weigand, Phil C., *Historia de una civilización prehispánica: arqueología de Jalisco, Nayarit y Zactecas*, El Colegio de Michoacán, Zamora, 1993.
- _____, 'Obras hidráulicas a gran escala en el Occidente de Mesoamérica', E. Williams (ed.), *Contribuciones a la arqueología y etnohistoria del Occidente de México*, Zamora, El Colegio de Michoacán, 1994.
- _____, *Las chinampas prehispánicas del Occidente de Jalisco...*, México, Gobierno del Estado de Jalisco, 1996.
- West, Robert C. y John P. Augelli, *Middle America: Its Lands and Peoples*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1989.
- West, Robert C. y Pedro Armillas, 'Las chinampas de México. Poesía y realidad de los jardines flotantes', *Cuadernos Americanos*, núm. 50, 1950, pp. 165-182.
- Wilken, Gene C., 'Drained Field Agriculture: An Intensive Farming System in Tlaxcala, México', *The Geographical Review*, Vol. 59, núm. 2, 1969, pp. 215-241.
- _____, 'Las galerías filtrantes de México', M. Suárez (ed.), *Historia, antropología y política. Homenaje a Angel Palerm*, México, Alianza Editorial Mexicana, 1990, t. I, pp. 275-305.
- Williams, Barbara J. y H. R. Harvey, *The Codice de Santa María Asunción*, Facsimile and Cometary, Households and Lands in Sixteenth-Century Tepetlaoztoc, Utah, University of Utah Press, 1997.
- Williams, Eduardo (ed.), *Contribuciones a la arqueología y etnohistoria del Occidente de México*, Zamora, El Colegio de Michoacán, 1994.
- Withmore, Thomas M. and B. L. Turner II, 'Landscapes of Cultivation in Mesoamerica in the Eve of Conquest', in *Annals of Association of American Geographers*, Vol. 82, núm. 3, september 1992, pp. 402-425.
- _____, *Cultivated Landscapes of Middle America on the Eve of Conquest*, Nueva York, Oxford University Press, 2001.
- Wittfogel, Karl A., 'Developmental Aspects of Hydraulic Societies', *Irrigation Civilizations: A Comparative Study*, Washington, D. C., Pan American Union, 1960, pp. 43-52.
- _____, 'The Hydraulic Approach to Pre-Spanish Mesoamérica', in D. S. Byers (ed), *The Prehistory of the Tehuacan Valley, Volumen IV, Chronology and Irrigation*, Austin and London, University of Texas Press, 1972, pp. 59-80.
- _____, *Despotismo oriental*, Madrid, Ediciones Guadarrama, 1960.
- Wolf, Eric R. *Pueblos y culturas de Mesoamérica*, México, Ediciones Era, 1967.
- Woodbury, Richard, B., and J.A. Neely, 'Water control systems of the Tehuacan Valley', *The Prehistory of the Tehuacan Valley, 4: Chronology and Irrigation*, University of Texas Press, Austin, 1972.
- Yapa, Kashyapa, A.S., 'La ingeniería prehispánica americana y sus lecciones para hoy', manuscrito sin publicar, ponencia XLIX Congreso Internacional de Americanistas, Universidad Católica, Quito, julio, 1997.
- Zapata Peraza, Renée Lorelei, *Los chultunes. Sistemas de captación y almacenamiento de agua pluvial*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 'Colección Científica' 182, 1982.





ÍNDICE TEMÁTICO

A

Abasolo III, 211
Acahinanco 257
Acatetelco 71, 79
Acatlán 92, 95, 104
Acequia 39, 52, 70, 71, 73, 79, 80, 88, 89, 99, 100, 107, 119, 141, 255, 258
Acolhuacan 35, 71, 73, 263
Acolman 79, 80
Acuecuéxcatl 38, 43, 256, 258
Acuecuexco 35, 38, 39, 256
Acueducto 10, 35, 36, 37, 38, 53, 57, 58, 69, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 87, 113, 119, 121, 123, 151, 152, 177, 178, 181, 186, 203, 206, 237, 238, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 263, 264, 265, 266
Acuífero 221, 223
Aculhuacan 35, 71, 73, 263
Aguada 27, 28, 41, 45, 46, 221, 223, 224, 225, 231
Agua dulce 15, 18, 37, 82, 129, 131, 133, 139, 161, 164, 181, 257, 259, 261, 263, 255
Agua pluvial 19, 29, 51, 121, 206, 249, 273
Agua subterránea 29, 107, 181, 211
Ajálpán 64, 67
Ajusco 85
Albarrada 40, 136, 258
Albarradón 40, 53, 75, 136, 253, 261, 263
Alberca 10, 37, 53, 177, 206, 255, 259
Alcantarilla 10, 39, 118, 119, 121, 151, 194, 211, 256
Aljibes 26, 152, 231
Altepexi 63
Aluvión 65, 211
Amanalco 86, 106, 107, 109
Amayuca 90
Anáhuac 191, 263
Apasco 81, 82, 83, 108
Arroyo 19, 29, 52, 53, 55, 56, 59, 63, 64, 67, 69, 73, 77, 78, 81, 82, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 95, 100, 113, 152, 163, 173, 191, 205, 237
Arroyo Otolum 237
Atarjeas 71
Atenco 40, 71, 76, 143
Atlacomulco 87
Atlatlauca 77
Atlixco 88
Atotomilapan 82
Avenida 10, 11, 52, 53, 61, 63, 65, 69, 91, 98, 100, 107, 121, 124, 135, 206, 258, 261
Axomulco 86





Ayotzinco 40
 Ayotzingo 263
 Azcapotzalco 255
 Azud 90, 91
 Azulá 26

B

Baños 75, 195, 196, 197, 223, 237, 262, 263, 265
 Bolonchén 44, 45
 Bordos 19, 25, 27, 29, 53, 61, 69, 90, 91, 92, 102, 104, 106, 145, 152, 206

C

Cacahuatenco 31, 32, 33, 34, 41, 43
 Caja 53, 100, 103, 152, 237, 257, 261, 263, 265, 267
 Caja de agua 237, 257, 265
 Calceotl 225
 Calpolanpan 71
 Caltengo 86
 Camellón 38, 39, 106, 139, 141, 143, 145, 152, 164, 173, 256, 273
 Campeche 143, 222, 239
 Canal 11, 15, 19, 25, 31, 35, 37, 38, 39, 53, 54, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71, 73, 75, 77, 80, 81, 86, 87, 89, 90, 91, 95, 96, 97, 98, 99,
 104, 105, 106, 107, 111, 113, 119, 123, 131, 132, 135, 136, 138, 139, 140, 143, 144, 151, 152, 156, 157, 164, 167, 169, 170, 171, 175,
 177, 181, 186, 191, 193, 195, 201, 203, 206, 211, 212, 213, 215, 216, 217, 229, 237, 239, 241, 242, 243, 245, 249, 250, 251, 252,
 255, 257, 258, 261, 263, 265, 268, 269
 Canaletas 229, 230
 Canjilones 25, 26, 53, 77
 Caño 36, 37, 38, 39, 52, 53, 73, 74, 76, 134, 256, 261
 Canoa 25, 37, 38, 39, 40, 53, 77, 111, 134, 151, 256, 261
 Cántaros 34, 41, 45, 46, 109, 110, 111, 112, 221
 Capuchén 239
 Cenote 221, 222, 223, 238, 241
 Chac 233, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 245
 Chacmultún 24, 26, 230
 Chalco 35, 38, 39, 40, 63, 76, 83, 133, 139, 144, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261,
 Chapultepec 35, 36, 37, 85, 86, 87, 258, 260, 261, 263
 Chiapas 45
 Chichén Itzá 26, 27, 223, 225, 230, 237
 Chichimecas 98
 Chicomoztoc 106
 Chinampa 79, 134, 141, 143, 252, 255, 258, 281, 287
 Chinampas 16, 38, 53, 79, 107, 111, 132, 134, 135, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 173, 250, 251, 253, 255, 256, 257, 261
 Chinamperia 132, 136, 139, 140, 254
 Cholula 83, 93, 143
 Chultún 24, 26, 27, 29, 41, 45, 46, 220, 223, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 233, 236
 Chuncanab 26
 Ciénega 131, 133, 139, 141, 145, 146
 Cisterna 5, 10, 19, 25, 26, 27, 34, 41, 152, 229, 231, 233
 Citlaltepec 98, 99, 100, 135
 Citlaltépetl 133
 Coahuila 113, 115
 Colhuas 260



Colima 55
 Comalcalco 195, 239, 240, 241, 242, 244, 245
 Compuerta 10, 56, 57, 59, 61, 100, 137, 151, 152, 212, 255
 Coxcatlán 70, 203
 Coyoacan 35, 38, 40, 255, 256, 261
 Cozcaquauhco 71
 Cuauhtlalpa 39
 Cuenca del Nexapa 87
 Cuenca de México 16, 35, 36, 38, 54, 55, 57, 61, 71, 78, 81, 91, 93, 98, 106, 111, 131, 133, 135, 139, 141, 143, 144, 145, 149, 193, 250, 259, 263
 Cuernavaca 83, 85, 86
 Cuetlachtitlan 71
 Cuicatlán 77, 95, 150
 Cuicuilco 191, 193, 195, 196

D

Derramadero 100, 101, 152
 Desaguaderos 39, 89, 256
 Desagüe 9, 10, 19, 71, 78, 93, 119, 120, 121, 123, 161, 164, 167, 177, 186, 192, 194, 211, 226
 Deshielo 55, 83, 87
 Dique 10, 40, 53, 65, 80, 87, 136, 151, 157, 171, 173, 193, 203, 205, 250, 253, 261
 Drenaje 10, 18, 19, 25, 53, 106, 119, 123, 131, 136, 138, 143, 149, 181, 194, 211, 237, 239, 245, 249, 255, 257, 273, 275, 277
 Ducto 123, 167, 171, 175, 176, 177, 180, 181, 186, 187, 245
 Dzibilchaltún 195, 225, 226, 227
 Dzibilnocac 41

E

Edzná 41, 220, 225, 230, 239
 Ek balam 42, 237
 El Petén 143
 Embalse 31, 63, 64, 65, 67, 106, 169, 206, 211, 223, 225, 261
 Estado de México 61, 70, 78, 98, 100, 106, 107, 108, 109, 131, 143, 145, 146, 158
 Estanque 19, 34, 41, 71, 73, 237, 239, 245, 249, 255, 261, 265
 Estiaje 29, 34, 90, 91, 133

F

Fuente 10, 17, 18, 19, 20, 21, 27, 29, 35, 39, 45, 51, 52, 54, 55, 57, 71, 73, 79, 81, 82, 85, 87, 89, 91, 98, 164, 177, 181, 187, 213, 218, 225, 253,
 258, 265, 267

G

Galería filtrante 53, 113, 152
 Golfo de México 58, 119, 131, 149, 163, 187, 221
 Guatemala 143, 175
 Guerrero 54, 55, 58, 60, 62, 91, 92, 93, 94, 95, 102, 104, 105, 162, 163, 166, 167, 168, 172, 194, 261

H

Heladas 51, 63, 81, 83, 87, 90, 91
 Hidalgo 30, 31, 55, 81, 106, 108
 Hierve el agua 18, 77, 156, 162, 213, 214, 215
 Honduras 143, 221





Hormiguero 237
 Huaquechula 83, 88, 89
 Hueitecpan 71
 Huexotla 76
 Hueyapan 88, 89
 Huitzilán 257
 Huitzilopochtli 106, 107, 255
 Humedal 10, 19, 51, 106, 139, 143, 149, 150, 151, 164, 173, 273

I

Ichpich 26
 Infiltración 53, 104, 133
 Inundación 10, 15, 19, 38, 52, 53, 61, 63, 101, 105, 119, 123, 131, 135, 141, 149, 161, 164, 173, 206, 211, 258, 261
 Irrigación 9, 10, 11, 12, 16, 17, 19, 35, 51, 53, 54, 55, 56, 61, 63, 64, 67, 85, 100, 107, 110, 121, 123, 157, 158, 159, 164, 169, 181, 193, 194, 201, 203, 205, 206, 207, 211, 212, 213, 218, 249, 250, 263, 267, 273, 274

Itzamná 241
 Ix Chebel Yax 231, 232
 Ixtayuca 85, 86
 Iztapalapa 135, 255, 259, 261
 Izúcar 83, 88, 89

J

Jagüey 10, 19, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 79, 206
 Jalal 28, 45
 Jalisco 55, 115, 143, 159
 Joy Chan 239, 240, 243

K

Kabah 225, 230, 233, 234, 235, 236
 Kom 26
 Komchén 225

L

Labná 26
 Lacustre 11, 19, 53, 55, 57, 133, 135, 137, 138, 139, 141, 143, 145, 151, 191, 252, 253, 255, 261, 263,
 Lago 78, 114, 133, 135, 136, 139, 150, 151, 193, 223, 251, 255, 258, 261
 Lago de México 136
 Lago de Texcoco 135, 193, 258, 261
 Laguna 19, 39, 40, 52, 53, 71, 73, 78, 79, 80, 89, 98, 99, 100, 102, 106, 107, 108, 129, 131, 137, 135, 141, 145, 150, 151, 175, 177, 223, 254, 258,
 259, 261
 Laguna de Amanalco 107
 Laguna de Texcoco 78, 79, 98
 Laguna de Totoltepec 100
 Laguna de Zumpango 99
 La Organera-Xochipala 194, 195, 196
 La Venta 119, 167, 173, 174, 175, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 237, 241
 Lluvia 10, 19, 22, 25, 26, 27, 31, 34, 35, 51, 56, 59, 61, 63, 64, 69, 78, 80, 81, 83, 85, 87, 93, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 119, 122, 124,
 133, 145, 159, 161, 169, 171, 175, 181, 183, 185, 201, 212, 218, 221, 223, 225, 229, 233, 241, 245, 250, 253, 257, 265
 Los Tuxtlas 85, 183

M

Manantial 19, 29, 35, 37, 38, 39, 43, 52, 53, 55, 56, 59, 63, 67, 69, 70, 71, 75, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 107, 131, 133, 152, 191,
 201, 206, 213, 214, 218, 219, 237, 241, 249, 255, 256, 258, 260, 263, 265



Maquitongo 61, 62, 63, 66
 Maya 9, 16, 21, 26, 27, 29, 41, 42, 45, 151, 195, 221, 223, 225, 230, 231, 233, 237, 239, 241, 245, 273
 Mazapán 71
 Mesa de Cacahuatenco 31, 41
 Mesa de Metlaltoyuca 41
 Mexica 9, 11, 34, 35, 36, 38, 52, 106, 135, 251, 253, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 263
 México 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 21, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 54, 55, 57, 58, 61, 70, 71, 78, 79, 81, 91, 93, 98, 100, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 119,
 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 149, 151, 157, 158, 159, 161, 163, 187, 191, 193, 206, 212, 221, 250,
 253, 256, 258, 259, 261, 263, 265, 267
 Mezcala 58, 103, 104, 167, 194
 Miahuatlán 67, 68
 Mitla III, 213
 Mixquic 259
 Mixteca 55, 95
 Monte Albán 34, 59, 211
 Morelos 29, 30, 31, 55, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 95, 163, 261

N

Navegación 15, 51, 106, 107, 136, 138, 149, 151, 187, 237, 239, 255
 Necoxtla 41, 63, 68

O

Oaxaca 17, 18, 25, 34, 35, 55, 59, 63, 64, 77, 83, 93, 95, 96, 97, 102, 109, 111, 112, 156, 159, 162, 197, 211, 213, 214,
 Ojo de agua 38, 40, 212, 213
 Ollas 29, 34
 Olmeca 9, 11, 15, 58, 119, 161, 162, 163, 167, 168, 171, 173, 174, 175, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 185, 187, 188, 191, 193
 Otumba 57, 78

P

Pahuacan 39, 257
 Palenque 237, 238, 241
 Pantano 19, 130, 133, 137, 138, 139, 143, 150,
 Papalotlán 71
 Pátzcuaro 55, 111, 114
 Perú 16, 64, 143
 Pílancones 29, 34
 Pilas 29, 34
 Popocatepetl 87, 259
 Pozas 152, 176, 181, 195, 217, 225, 265
 Pozo 10, 19, 27, 29, 34, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 109, 52, 53, 55, 63, 64, 79, 102, 104, 107, 111, 112, 113, 119, 123, 175, 193, 211, 223, 225, 249
 Presa 10, 19, 38, 39, 53, 54, 56, 57, 59, 61, 62, 63, 66, 67, 80, 82, 83, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 108,
 109, 137, 151, 152, 153, 169, 171, 191, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 211, 212, 237, *Derivadora* 53, 57, 80, 90, 92, 94, 95, 97,
 100, 104, 105, 137, 137, 152, *Efímera* 53, 80, 80, 91, 92, 93, 104, 151, *Temporal* 98, 151, 90, 91, *Presita* 53, 59, 64, 80,
 100, 101
 Presa Purrón 61, 62, 63, 66, 67, 202, 203, 204, 205, 206
 Puebla 28, 41, 55, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 87, 88, 93, 115, 158, 159, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 261

Q

Quauhíyacac 71
 Quetzalcóatl 255
 Quintana Roo 143, 239





R

Regadio 21, 52, 54, 55, 59, 69, 79, 82, 85, 88, 90, 113, 157, 158, 203,
 Rejolladas 27, 221, 223
 Represa 57, 86, 98, 99, 100, 106, 107, 164, 169, 201, 211, 256, 260, 258
 Riego 6, 9, 12, 16, 17, 21, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 63, 64, 68, 69, 70, 71, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 99,
 102, 103, 104, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 119, 121, 123, 136, 139, 141, 149, 150, 157, 158, 161, 177, 186, 191, 203, 211, 212,
 213, 218, 250, 251, 261, 263, 273, 274
 Río 14, 19, 24, 41, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 63, 64, 69, 73, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99,
 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 119, 121, 123, 131, 133, 135, 139, 143, 150, 152, 173, 205, 237, 239, 258, 261
 Río Actopan (Chachalacas) 119, 121, 123
 Río Agüisoc 88
 Río Ahuehuello 88
 Río Amarillo (Hoang- Ho) 157
 Río Amatzinac 88, 89
 Río Apitzactli 103
 Río Atilac 92
 Río Ayocuaac 88
 Río Balsas 16, 55, 58, 88, 94, 95, 102, 103, 104, 166, 167, 173
 Río Bec 143
 Río Candelaria 143
 Río Cantarranas 88
 Río Chachalacas. Ver Río Actopan.
 Río Chiquito 174
 Río Coatzacoalcos 173
 Río Cuautitlán 97, 98, 100, 135, 261, 263
 Río Éufrates 157
 Río Ganges 157
 Río Hitzilac 88
 Río Hueyatli 103
 Río Indo 157
 Río Jajalpa 143
 Río Lerma 143
 Río Los Remedios. Ver Río Tacuba.
 Río Matadero 88
 Río Mezcala 58, 103, 167
 Río Motagua 143
 Río Nautla 143, 287
 Río Nexapa 87
 Río Nilo 157
 Río Salado 55, 63, 64, 69, 81, 83, 205
 Río de San Juan 80
 Río San Juan 249
 Río San Lorenzo 249
 Río Santa María 85, 86
 Río Suchil 94
 Río Tacuba (Los Remedios) 91, 93
 Río Techuchulco 143
 Río Teotihuacan 78, 79
 Río Tigris 157
 Río Tlapaneco 91, 104, 105
 Río Tula 81, 131
 Río Verde 98
 Río Xiquila 69, 93
 Rito 150, 225, 243, 247, 259
 Ritual 18, 37, 38, 39, 71, 150, 161, 167, 169, 173, 175, 181, 185, 186, 195, 221, 223, 233, 237, 239, 241, 245, 253, 255, 256, 257, 258, 267



S

Sabaché 45, 46
 San José Mogote 25, 34, 111
 San Juan de Teotihuacan 78
 San Lázaro Etla 111
 San Lorenzo (Puebla) 67
 San Lorenzo (Tenochtitlan, Veracruz) 119, 167, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 186, 188, 225, 249
 San Luis Potosí 102
 San Martín Pajapan 183, 185
 Santa Clara Coatitlan 57, 61, 193
 Sartenejas 218, 227
 Sayil 26, 231, 226
 Sequia 15, 22, 71, 88, 102, 106, 133, 139, 149, 250, 258
 Sierra de Quetzalapa 71, 75
 Surco 53, 141, 152

T

Tabasco 119, 130, 163, 167, 173, 174, 181, 182, 184, 186, 187, 188, 239, 240, 244
 Tacuba 38, 40, 93, 135, 255
 Tajín 54, 119, 123, 125, 126, 158
 Tajones 139
 Tamaulipas 102, 159
 Tarjea 73
 Tecalis 104
 Tecamachalco 63
 Tecoatl 68, 200, 201, 202
 Tecomatepec 158
 Tehuacán 17, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 115, 150, 151, 159, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 211
 Temazcal 195, 196, 197, 223
 Temextitlan 37
 Temoac 88, 89
 Tenochtitlan 11, 35, 37, 38, 40, 57, 73, 106, 119, 135, 139, 251, 255, 257, 258, 259, 261, 263, 267
 Teopantecuanitlan 6, 7, 54, 58, 60, 62, 162, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 175, 284
 Teotihuacan 6, 8, 76, 78, 79, 119, 135, 143, 191, 251, 277, 279, 283, 284, 285, 286
 Teotitlán del camino 63
 Teotlalpan 81, 82
 Tepantitla 249
 Tepecuacuilco 103
 Tepetlaoztoc 76, 100, 101
 Tepetzinco 71
 Tepexpan 79, 80
 Tepeyac 255
 Tepito 257
 Tequisistlan 79, 80
 Terraceo 173, 191, 211, 213, 251
 Terraza 25, 35, 61, 64, 69, 70, 71, 75, 77, 89, 90, 104, 152, 193, 206, 212, 213, 215, 217, 218, 245, 250, 257, 265, 268, 269
 Tetela 86, 87, 88, 89, 102
 Tetzcotzinco 35, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 195, 262, 263, 264, 265, 267, 268, 269
 Tierras largas 25
 Tinajas 29, 34
 Tlacoachcalco 40
 Tlalhucias 84, 85
 Tlalocan 249, 267
 Tlaloque 257





Tlaltenango 86
Tlapacoya 131
Tlatétec 71
Tlatelolco 135, 258
Tlatilco 34
Tlaxcala 55, 57, 115, 143, 261
Tochimilco 88, 89
Tolteca 252
Tolteca 79
Toluca 107, 143
Totoltepec 100, 106, 107
Totonaca 119, 124
Triple alianza 34, 71, 139, 250, 251, 253, 255
Tulum 225
Tupak 239
Tzicoac 31, 34, 43
Tzinacanóztoc 71

U

Ulúa 143
Umán 26
Uxmal 26, 27, 225, 230

V

Valle de Anáhuac 191
Valle de Oaxaca 17, 64, 111
Valle de Tehuacán 17, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 159, 200, 201, 202, 211
Venta Salada 68, 69
Veracruz 31, 32, 33, 41, 42, 43, 85, 118, 119, 120, 122, 123, 125, 126, 143, 158, 163, 167, 173, 176, 181
Vertedero 65, 67, 125
Vertedor 59, 152, 206

X

Xaltocan 76, 100, 135
Xcanalcruz 26
Xcanalheleb 26
Xilotepec 39
Xkichmook 26
Xochimilcas 39, 138, 256, 258
Xochimilco 40, 57, 110, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 140, 142, 253, 254, 255, 256, 258, 261
Xoxocotlan 57, 59, 61, 211, 212, 284
Xuchimilco 38, 138

Y

Yahualihcan 71, 76
Yakaxiú 26
Yaxchilán 237
Yucatán 24, 26, 42, 45, 46, 221, 223, 224, 225, 226, 227, 239

Z

Zaachila 111
Zacatepec 95, 96, 97, 193



Zacualpan 88, 89, 90
Zanja 19, 25, 51, 53, 111, 131, 139, 141, 143, 145, 152, 193, 255, 261
Zapoteca 9, 213, 218
Zempoala 76, 118, 119, 120, 121, 122, 123.
Zempoalteca 121
Zinacantepec 63, 68
Zumpango 99, 100, 133, 135



Autores



Teresa Rojas Rabiela es investigadora del CIESAS desde 1973. Recibió el premio Francisco Javier Clavijero en las áreas de Historia y Etnohistoria en 1985, el Premio de Ciencias Sociales de la Academia Mexicana de Ciencias en 1987, la Medalla Manuel Rodríguez Lapuente en 2003 y la Medalla Académica de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología en 2004. Es autora, editora y coordinadora de numerosas publicaciones; pionera de los estudios históricos sobre sismos históricos en México; codirectora de varias colecciones editoriales sobre antropología e historia; y responsable del proyecto *El mundo indígena y su iconografía: 1826-1947*.

José Luis Martínez Ruiz es antropólogo y director de documentales etnográficos, de temas sociales y ecológicos. Investigador del IMTA, sus líneas de investigación versan sobre antropología social, simbolismo del agua, conocimiento prehispánico y la problemática sociocultural de los recursos hídricos. Es miembro fundador de la Cátedra UNESCO-IMTA; *El agua en la Sociedad del Conocimiento*.

Daniel Murillo Licea es doctor en ciencias sociales; sus líneas de investigación son: pueblos indígenas y agua; gobernanza y conflictos por el agua; sistemas hidráulicos prehispánicos; agua y sociedad del conocimiento. Perteneció a la Asociación Mexicana de Historia Oral, a la International Water History Association, a la Plataforma de Comunicación para el Desarrollo en Centroamérica y México; y es miembro fundador de la Cátedra UNESCO-IMTA *El agua en la sociedad del conocimiento*.

El libro *Cultura hidráulica y simbolismo Mesoamericano del agua en el México prehispánico* se terminó de imprimir en el mes de noviembre de 2009, en los talleres de LC imagen, Calle Suiza No. 23 bis, Col. Portales, C.P. 03300, México, D.F. La edición consta de 1000 ejemplares.