

LOS SISTEMAS DE FLUJOS DE AGUAS SUBTERRÁNEA Y SUPERFICIAL EN LOS PROCESOS DE IRRIGACIÓN DE LA CUENCA ALTO ATOYAC. SUBCUENCA SAN MARTÍN TEXMELUCAN, 1930-2000¹

**Esther Galicia Hernández
Noviembre 2008*

Introducción

Cambios en los procesos de irrigación en la cuenca² Alto Atoyac, cambios en las formas de apropiación del agua superficial y subterránea para uso agrícola, permite comprender que la transformación de los espacios naturales, en este caso específico los relacionados con el funcionamiento del sistema hidrológico³ y los agrosistemas asociados, solo es posible a partir considerar la interacción existente entre estos sistemas y las relaciones sociales y económicas de los pueblos asentados en la cuenca, es decir, bajo la condición de interdependencia sociedad-naturaleza. No se trata solamente de describir algunos hechos sociales a través de su historia y/o caracterizar los procesos naturales que coinciden en tiempo y espacio con ellos, se trata de entender la interdependencia de estos sistemas en los procesos de construcción social del hombre y el territorio (producido y natural).

En dicha comprensión los conceptos de sistema y de apropiación serán las categorías utilizadas para analizar la relación sociedad-naturaleza. El concepto de sistema permite visualizar a un “todo” heterogéneo de factores (naturales y sociales), un conjunto de elementos que guardan un cierto orden y que están en interacción recurrente porque se articulan con un propósito común, es decir, constituyen una unidad (un sistema general). La apropiación es el proceso a través del cual la relación entre sistema social y natural se concreta. Inicia cuando el hombre como ente social interactúa con el medio natural, transformándolo a través del trabajo y transformándose a si mismo⁴. Comprende procesos de transformación, circulación-

¹ El presente trabajo deriva de la investigación realizada para la tesis de doctorado en Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

* B. Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades. Cuerpo Académico: Sociedad, ciudad y territorio en Puebla (XVI-XXI). Av. Juan de Palafox y Mendoza 208, Puebla, Puebla, CP 72000, Tel. (222) 2295500, ext.3131. Correls: esther.galicia@icsyh.buap.mx y ednadia1210@yahoo.com

² Cuenca Hidrológica. “Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas –aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de causes que convergen en uno principal, es decir, el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y éstas últimas están integradas por microcuencas (CONAGUA, 2004: 3).

³ El Ciclo Hidrológico (CH) y el Sistema Hidrológico o Hídrico (SH), en términos generales, constituyen la misma unidad natural. El Ciclo da cuenta, en general, del movimiento constante del agua entre los océanos, la atmósfera y los continentes, en tanto que el Sistema Hidrológico se refiere al conjunto de factores que interactúan, bajo condiciones concretas (tiempo y espacio determinados), con una organización y propósito definidos. En el sistema hidrológico se conjugan partes de la naturaleza que interactúan como unidad: el agua (superficial, subterránea), la tierra (topografía, geología, edafología) y el clima (lluvia, evaporación, temperatura). Dicha interacción, propiedades y dinámicas de estos elementos, determinados por diferentes factores y leyes naturales particulares, define el funcionamiento del sistema hidrológico.

⁴ Cuando interactúa con el medio natural fundamentalmente como consumidor, por ejemplo, oxígeno para respirar, agua para beber (tomándola de alguna fuente natural sin alterarla para poder hacerlo), comer algún fruto silvestre, etc., se trata de una apropiación individual básica, a través de una relación de intercambio material y energético primario entre elementos de la naturaleza, esto es, sin que medie un proceso de trabajo-transformación, para que se de la apropiación.

distribución, consumo y desecho de diversos elementos naturales (entre ellos el suelo y el agua). La apropiación material y energética de los componentes de la naturaleza es una parte fundamental de los procesos de producción del territorio construido.

En la unidad sociedad-naturaleza, los dos sistemas ejes que la integran (o subsistemas): sociedad y naturaleza, también se desarrollan sobre la base de leyes, jerarquías y dinámicas específicas que les confieren una función, un lugar, características propias como sistemas particulares, en un tiempo y espacio determinado. La relación sociedad-naturaleza es dialéctica y no se da unilateralmente, es decir, la apropiación social de los medios naturales implica una interacción constante que conlleva a una transformación de la naturaleza, pero también del hombre como ente social. El hombre se ha apropiado y seguirá apropiarse de la naturaleza, que constituye el principal soporte material-natural de su desarrollo (como parte de éste, el suelo y agua), pero, las propiedades y características de estos elementos naturales, su existencia o inexistencia, han condicionado y condicionarán las formas de apropiación, e incluso, su presencia misma.

La configuración de una red fluvial (ríos superficiales, perennes e intermitentes) y la presencia de un sistema de flujos de agua subterránea (cuyas manifestaciones predominantes en este periodo son los manantiales, humedales y algunos lagos) no ha definido solamente ambientes característicos, paisajes naturales específicos, su presencia ha condicionado las formas de apropiación social del suelo, agua, vegetación, etc., es decir, ha condicionado los procesos de apropiación que forman parte del proceso general de construcción del territorio de la cuenca Alto Atoyac (ver mapa de ubicación de la cuenca).

En este trabajo se analizará como las características de los elementos y funcionamiento del sistema hídrico, parte medular de los soportes materiales-naturales que han sustentado el desarrollo de la subcuenca San Martín Texmelucan, han condicionado notablemente las formas de apropiación del agua y la configuración de su territorio (natural y construido). La primera parte del trabajo tratará de los cambios socioeconómicos generales determinantes en los procesos de irrigación del México posrevolucionario y que tuvieron un impacto importante en la cuenca Alto Atoyac. En una segunda parte se describirán algunos de los principales rasgos generales que caracterizan y definen el funcionamiento de los sistemas de flujos de agua subterránea en la cuenca: el clima, la topografía y la geología. En el siguiente apartado se tratará fundamentalmente la relación entre sistemas de irrigación y sistemas de flujos de aguas superficiales y subterráneas en la subcuenca San Martín Texmelucan; diferenciando formas y momentos característicos de apropiación del agua, cambios en la extensión y distribución de los regadíos por municipio (usos del suelo) y, fundamentalmente, su relación con las zonas de recarga, tránsito y descarga de los sistemas de flujos de agua subterránea circunscritos a la subcuenca; para lo cual se estudiarán en particular dos municipios: Tlahuapan y San Martín Texmelucan.

Cambios generales en los procesos de irrigación del México posrevolucionario

Diversas condiciones histórico-sociales y naturales existentes a lo largo de todo el territorio Mexicano, determinaron que los grupos humanos asentados en diferentes lugares, implementaran diversas estrategias para la apropiación-aprovechamiento de los recursos naturales. En el caso del recurso hídrico, asociado a la apropiación social del suelo para la producción agrícola, se ha conformando una estructura de irrigación a través de la historia de los pueblos, en la que se utilizaron, en primera instancia, corrientes superficiales perennes e intermitentes, así como algunos manantiales, lagos y humedales. En períodos más recientes, especialmente en las últimas décadas del siglo XIX y el principio del XX, el desarrollo capitalista

produjo un conjunto de cambios tecnológicos y socio-económicos⁵ que generaron profundas transformaciones en la estructura de irrigación, las más significativas: la construcción de grandes presas y sistemas de irrigación (aprovechando corrientes importantes de agua superficial) y perforación de pozos profundos (aprovechando flujos de agua subterránea).

Fueron años en los que la tecnología en general y en particular la hidráulica, tuvieron grandes innovaciones. La aplicación de las nuevas técnicas para la apropiación del agua ha sido denominada por algunos estudiosos como la “la gran hidráulica” (Aboites, 1999: 174; Herin, 1990). Término que además de referirse a las grandes obras de almacenamiento y distribución del agua para uso agrícola (“gran irrigación”), daba cuenta de importantes redes de distribución de agua para uso urbano, grandes sistemas de drenaje para el desalojo de las mismas (aguas negras) y de la producción a gran escala de energía eléctrica (“gran hidroléctrica”).

Este escenario descrito no es el mismo en todos los lugares, ni se presenta bajo las mismas características y al mismo tiempo. Hubo zonas en el territorio mexicano que quedaron al margen de ese cambio y por lo tanto prevalecieron las formas de apropiación sustentadas en conocimientos empíricos en materia hidráulica y agrícola, a dicha forma de apropiación se le ha denominado, la “pequeña irrigación”.⁶

Una de las características que los hace sustancialmente diferentes, es la superficie agrícola que riegan. Algunos especialistas han propuesto que la pequeña irrigación abarca una superficie menor de 2500 Has., mientras que la gran irrigación comprende una extensión de más de 2500 Has. (Escobedo, 1989: 22). En otros estudios se coincide en denominar como “gran irrigación” a obras hidráulicas cuya área de riego es mucho mayor que la señalada anteriormente, algunos ejemplos son los siguientes: Compañía Tlahualilo proyectó irrigar 40,000 hectáreas en la Comarca Lagunera, la compañía Richardson planeó irrigar 200,000 hectáreas en el valle del Yaqui, etc. (Aboites, 1999: 181)

En enero de 1926 se expidió la ley sobre irrigación con aguas federales, esta ley marcó un giro fundamental en la forma de intervención estatal en materia hidrológica, que respondía a los cambios trascendentales que en política económica agraria se llevaban acabo en México posrevolucionario. En el gobierno del presidente Calles se crea la Comisión Nacional de Irrigación (CNI), organismo federal creado para construir grandes obras de irrigación a nivel nacional. El Estado Mexicano se constituía ya no solo como regulador y promotor, a partir de dicha ley tenía la tarea de construir directamente las grandes obras de riego que posibilitaran la modernización de la agricultura y la eliminación de la gran propiedad, en cumplimiento a las demandas surgidas de la Revolución de 1910 (Aboites, 1998: 109). La “gran irrigación revolucionaria” se constituyó en uno de los ejes centrales de la política de desarrollo agrario del Estado Mexicano que por su magnitud e impactos económicos y sociales, estas grandes obras de irrigación quedaron esencialmente en sus manos.⁷

⁵ El final del siglo XIX y principios del XX, constituyó una etapa histórica trascendental por la importancia de las innovaciones tecnológicas desarrolladas y los giros drásticos en lo económico, social y político, tanto en el contexto internacional como en el nacional; aunque no necesariamente en el mismo tiempo, con las mismas características en todos los lugares, ni con la misma magnitud. Durante el siglo XIX, a nivel mundial el desarrollo capitalista generó un conjunto de cambios tecnológicos: el ferrocarril, la máquina de vapor, el uso del acero, la electricidad, el concreto (antes el cemento), el petróleo y el motor de combustión interna. De 1890 en adelante muchos de los flujos y circuitos económicos tuvieron que ver con la incorporación generalizada de estas innovaciones que posibilitaron el desarrollo de nuevos negocios privados en la extracción de materia prima y en la explotación de bosques y aguas (Aboites, 1999: 174).

⁶ La pequeña irrigación se ha sustentando en: pozos someros, humedales, galerías filtrantes rústicas, jagüeyes, sistema de canales para conducción o desalojo, “sangrados de río” o presas derivadoras hechas a base de palos, ramas y piedras (Aboites, 1999:).

⁷ “Mientras en el Porfiriato se impulsó la irrigación como forma de consolidar el sistema latifundista, los gobiernos surgidos de la Revolución concebían a la irrigación en un sentido opuesto, como una forma (quizá la mejor) de acabar con el latifundismo...”. La convulsión revolucionaria de 1910 comportó el cuestionamiento y la pérdida de legitimidad de esa vía de modernización del agro “desde arriba” ensayada a finales del Porfiriato (modelo agroexportador implementado en México entre 1877 y 1930). De todas

A finales del siglo XIX, gracias a los grandes avances científicos y tecnológicos, como se señaló párrafos arriba, se aceleró la penetración de las relaciones capitalistas en el campo, inició la consolidación de la propiedad privada como forma esencial de organización social y, como parte del mismo proceso, empezó a materializarse la subordinación de la agricultura a otros sectores económicos (Mateu, 2006: 2). Bajo esta tendencia y en un marco histórico de posguerra (Revolución de 1910) adquirió sentido la mayor participación del Estado en todos los sectores de la economía, convirtiéndose en un agente central en la generación de las condiciones materiales para la consolidación del capitalismo en México.

La Pequeña Irrigación, en contraste, quedó al margen de apoyos institucionales importantes, por lo menos hasta finales de la década de los cuarentas, período en el que se crea la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SARH, 1946)⁸, siendo preponderantemente los campesinos o pequeños grupos de productores (ejidatarios, comunidades, etc.) los que con sus propios recursos, construyeron, dieron mantenimiento y administraron las obras de pequeña irrigación (Escobedo, 1989: 24). Esto es comprensible si se considera que uno de los principales objetivos de la política de irrigación del presidente Calles era el auspiciar el desarrollo de una nueva clase de agricultores medios, dentro de la cual, no figuraban los ejidatarios⁹.

Durante el período Cardenista (1934-1940), la presión social y política provocó que se redefiniera el carácter de los mecanismos de distribución del agua para irrigación establecidos durante el gobierno del presidente Calles; aunque su manejo centralizado, no cambió. Se desmanteló el proyecto de formación de colonias a partir de la selección clasista de agricultores y se abandonó el fraccionamiento gradual de latifundios para dar paso a una política de Reparto Agrario de mayor alcance, esto es, incluyendo a los ejidatarios. Para ello se intentó modificar los términos de la colonización impulsada por Calles reduciendo la parcela de los distritos de riego a un máximo de 10 hectáreas, con el fin de beneficiar a un mayor número de solicitantes (Aboites, 1998: 116).

Sin embargo, la distribución de las obras de irrigación en el territorio Mexicano no solo ha estado marcada por profundas desigualdades sociales, también se ha dado de manera diferenciada entre regiones. Las diferencias en la aplicación de los altos subsidios provenientes de las arcas públicas para el funcionamiento de los distritos de riego, se combinaron (y continuaron) con la apropiación diferenciada de las tierras más productivas por reducidos grupos de agricultores, generando, por un lado, verdaderas zonas de privilegio¹⁰ y, por otro lado, profundizando la segregación social y territorial heredada del Porfiriato.¹¹

formas, la liquidación del modelo oligárquico no fue algo inmediato sino que este se prolongó hasta que el Estado posrevolucionario pudo armar un proyecto alternativo, la denominada “irrigación revolucionaria”, articulada a partir de la Ley sobre Irrigación con aguas Federales y la creación de la CNI en 1926 (Aboites, 1998: 109, Mateu González, 2006: 22)

⁸ “El proceso de Centralización/“Federalización” del manejo de las aguas tuvo su culminación formal en diciembre de 1946 cuando el Congreso de la Unión aprobó la iniciativa del ejecutivo nacional para crear la SRH...” (Aboites, 1998: 179); desapareciendo la Comisión Nacional de Irrigación (CNI), organismo que la precedió.

⁹ La irrigación gubernamental estaba destinada para los colonos de los Sistemas de Riego (que después se convirtieron en Distritos de Riego), seleccionados estrictamente por la CNI. El objetivo era formar un selecto grupo de agricultores mexicanos cuyo papel sería modernizar la agricultura mediante la adopción de innovaciones tecnológicas y convertirlos en un polo de influencia sobre terratenientes y ejidatarios. Además constituirían la base social para mediar en el conflicto agrario entre propietarios y campesinos sin tierra (Aboites, 1998: 114).

¹⁰ “La apropiación desigual de la tierra en los distritos de riego era un asunto crucial debido a la alta productividad de esas tierras. Según datos de 1950, los distritos de riego representaban apenas el 10% de la superficie cultivada del país (estimada en 10.8 millones de hectáreas), pero en cambio aportaban casi el 29% del valor de las cosechas...” (Aboites, 1998: 119).

¹¹ El modelo global de crecimiento adoptado en el México porfiriano, generó profundas contradicciones internas: polarización extrema de la riqueza y enormes disparidades regionales y sectoriales, que confluyeron en el proceso revolucionario de década de 1910 (Mateu, 2006: 6).

Ejemplo de dicha situación es el impulso al modelo de desarrollo agrícola surgido de la llamada “revolución verde”, el cual fue impulsado fundamentalmente en las áreas de la “gran irrigación”. A mediados de la década de los cincuenta, en las zonas de riego del noreste del país, dio inicio la llamada “revolución verde”¹², cuyo objetivo específico fue aumentar la producción de alimentos básicos, con miras a disminuir las importaciones y satisfacer las crecientes demandas internas (Volke, Víctor e Ibis Sepúlveda, 2004: 5). Durante este período y en el contexto de los países subdesarrollados (incluido México), el propósito general fue ampliar el sector agro-exportador y conseguir mayores rendimientos mediante una política de “modernización” de las explotaciones tradicionales; constituyó una de las formas de financiar el modelo de sustitución de importaciones y solventar la crisis alimentaria (González de Molina, 2004: 134). Se difundió principalmente entre los grandes agricultores, empresarios agrícolas poseedores de grandes regadíos, pero no entre la mayoría de los campesinos, los que producían para subsistir y cuya producción se sustentaba en tierras de temporal, herramientas y técnicas de cultivo rudimentarias (Volke, Víctor e Ibis Sepúlveda, 2004: 6).

Hasta finales de la década de los ochentas, las áreas de la gran irrigación (y por consiguiente, de impulso a la revolución verde), se ubicaban preponderantemente en el norte y noreste de México. Por su parte, la pequeña irrigación, se distribuía en mayor proporción, desde la época prehispánica, en el sur y centro de México, en las áreas más densamente pobladas (Escobedo, 1989: 23 y 28). Es precisamente en una porción del Altiplano Central, en donde se ubica la cuenca Alto Atoyac y subcuenca San Martín Texmelucan, territorio que se extiende en municipios de los estados de Puebla y Tlaxcala (ver croquis 1_c de ubicación de la cuenca en Anexos).

En fin, son diversos los contextos físico-geográficos, socioeconómicos y políticos en los que se han desarrollado los procesos de irrigación, pero su existencia, formas de implementación e impactos a nivel social, económico y ambiental particulares, han estado ligados a la presencia o ausencia de agua superficial y subterránea. Es en esta relación en la que a continuación se profundizará.

Los sistemas de flujos de agua subterránea en la subcuenca San Martín Texmelucan de la cuenca Alto Atoyac

Dada la importancia del agua subterránea en prácticamente todas las actividades de la sociedad actual, es necesario profundizar en su conocimiento y particularmente en el de su funcionamiento. Para tal fin se revisará, de manera muy general, la teoría de Sistemas de Flujos que ubica al agua como un importante agente geológico a partir de considerar su movimiento a través de formaciones rocosas.¹³

¹² El modelo de la revolución verde consistió en introducción de cultivos de alto rendimiento, duplicando o triplicando la producción por hectárea, esto es, utilizando semillas “mejoradas” (semillas “milagrosas”), aplicando fertilizantes industrializados y pesticidas, canalizando servicios (asesoría técnica para la aplicación de la nueva tecnología), impulsando propuestas de organización productiva, abriendo programas de financiamiento para obtención de nueva maquinaria e insumos agrícolas. En la década de 1970, el término “revolución verde” estaba bien establecido en México, la irrigación fue parte central en la concepción y puesta en marcha de dicho modelo, favoreciendo el reemplazo de prácticas agrícolas tradicionales de diversos agricultores poseedores de importantes extensiones de regadíos (Rosset P., Collins J. y Moore F., 2004 :3).

¹³ Un sistema hidrogeológico se desarrolla sobre la base de dos fenómenos fundamentales, condiciones responsables del comportamiento de las aguas subterráneas como agente geológico:

- 1) *La interacción agua - medio natural (ambiente hidrogeológico)*. Esta interacción genera procesos naturales diversos que tienen resultados y expresiones, en tiempo y espacio, también diversos. En dicha interacción el *medio natural* es la parte que define el comportamiento del agua subterránea. Al conjunto de condiciones naturales y sus características se le ha denominado “ambiente hidrogeológico” (Tóth, 1970). Este concepto está relacionado fundamentalmente con las condiciones naturales existentes en el subsuelo, sin embargo, el sistema hidrogeológico no funciona aisladamente, por el

De acuerdo con los postulados de esta teoría, los parámetros de un régimen de agua subterránea están controlados esencialmente por tres componentes del ambiente hidrogeológico: Topografía, geología y clima. No es el objetivo de este trabajo profundizar en los rasgos característicos de estos tres componentes, pero si será necesario mencionar algunos de los más relevantes para entender el funcionamiento de los sistemas de flujos de agua subterránea: Local, intermedio y regional, en la cuenca Alto Atoyac y su impacto en las formas de apropiación del recurso hídrico.

La Topografía y geología en el funcionamiento de los sistemas de flujo de la cuenca Alto Atoyac

La cuenca Alto Atoyac está delimitada por importantes elevaciones ubicadas dentro de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, definida por Raisz (1959). Destacan, al poniente los volcanes Iztaccíhuatl (5,230 msnm), Popocatepetl (5,465 msnm), cerro Mirador (4,120 msnm) y cerro Telapón (4,000 msnm) -Sierra Nevada- y, al oriente, el volcán llamado Malinche (4,461 msnm). La parte norte está delimitada por la Sierra de Tlaxco, lugar de nacimiento del río Zahuapan, importante afluente del río Atoyac y, en el área centro-norte, el denominado Bloque Tlaxcala (ver mapa de rasgos topográficos y geológicos de la subcuenca San Martín).

Es una cuenca exorréica cuya diversidad de relieves topográficos y formaciones geológicas asociadas, definen en general un sistema jerarquizado de flujos de agua subterránea: Local, Intermedio y Regional. Es importante destacar que los magnos estratovolcanes mencionados, son los que han determinado preponderantemente el régimen de funcionamiento de agua subterránea en la cuenca.

Cada uno de los sistemas de flujos de agua subterránea tienen tres zonas características: Zona de recarga, zona de tránsito y zona de descarga. Estas tres zonas se dan en función de diferentes jerarquías y bajo diferentes regímenes, según el tipo de sistema de flujo del que se trate, es decir, estas tres zonas se presentan tanto en un sistema local, como en un intermedio o en un regional, pero las diferencias específicas en las condiciones hidrogeológicas que determinan su funcionamiento (diferencias topográficas y geológicas, especialmente), definen rasgos y parámetros diferentes para cada uno de los sistemas.

Las formas del relieve superficial de tierra están estrechamente vinculadas con la conformación geológica de éstas. El conocer la o las formaciones que conforman el marco geológico por donde circula el agua subterránea, permiten delimitar variables importantes en el funcionamiento de los sistemas de flujos: espesor saturado, conductividad hidráulica, fronteras de flujo, etc. (Tóth, 1962)

Un elemento geológico característico de la Sierra Nevada y del volcán Malinche lo constituyen los abanicos volcánicos que los rodean. Se conforman de los productos derivados de erupciones volcánicas y depositadas en sus flancos, en algunos casos, conformando lomas en las partes bajas. Estos abanicos volcánicos son los que en la cuenca de México se llaman Formación Tarango (T), constituidos por extensos depósitos estratificados granulares, que contiene también suelos y gravas fluviales (Geotecnología, 1997: 31 y 60). En general este

contrario, el impacto de las condiciones ambientales de la superficie terrestre (clima) y, recientemente el factor antropogénico, se han convertido en factores cada vez más importantes en el funcionamiento del agua subterránea.

- 2) *La naturaleza jerárquica y sistematizada de las líneas de corriente.* Los sistemas de flujos de agua subterránea son mecanismos de transporte y distribución de los efectos producidos por la interacción agua-ambiente hidrogeológico. Existen tres sistemas principales de flujo de agua subterránea: Local, intermedio y regional (Tóth, 1962).

conjunto de volcanes conforman las zonas de recarga de agua subterránea más importantes en la cuenca, tanto por la altura del nivel piezométrico, como por su composición geológica permeable que permite una infiltración del agua de lluvia y su movimiento hacia los estratos rocosos inferiores. Por otra parte, las planicies o llanuras que se extienden principalmente entre la Sierra Nevada y el volcán Malinche, constituyen en términos generales las zonas de descarga y tránsito de los sistemas de flujos local, intermedio y regional de la cuenca (ver mapa –1- rasgos geológicos e hidrográficos de la subcuenca en Anexos).

Los flujos locales de agua subterránea circulan y descargan fundamentalmente en la Unidad Acuífera denominada Superior o Libre¹⁴, conformada por aluviones recientes (Qal) y antiguos (Qial). Tales llanuras aluviales conforman la unidad acuífera que soporta fundamentalmente el tránsito y descarga de flujos locales. Comprende formaciones sedimentarias granulares y también contiene formaciones rocosas fracturadas, es decir, dominan en estos estratos superficiales, la presencia de una gran cantidad de materiales con alta porosidad y conductividad hidráulica (Geotecnología, 1997).

No son todas las variables que determinan la distribución de los sistemas flujos de agua subterránea, pero permiten describir en general los procesos naturales (hídricos) que han condicionado la distribución de los sistemas de irrigación en la cuenca Alto Atoyac, esto es, las diferentes formas de apropiación del agua.

Procesos de irrigación en las zonas de recarga, tránsito y descarga de agua subterránea de la subcuenca San Martín Texmelucan de la cuenca Alto Atoyac

La unidad territorial de análisis general, la cuenca, no es homogénea. Además de su diversidad socioeconómica, cultural, política, etc., es un territorio conformado por diversos agrosistemas asociados a una presencia diferenciada de agua subterránea y superficial. La distribución del agua en la cuenca ha estado determinada fundamentalmente por el funcionamiento de los sistemas de flujos de agua subterránea, ya descritos anteriormente, la cual tiene una expresión concreta en la dimensión espacio-territorial. La distribución diferenciada de flujos de agua, tanto superficial como subterránea, ha influido de manera importante en la configuración territorial de la cuenca, en una distribución diferenciada de usos del suelo y particularmente en la distribución de regadíos, es decir, la presencia diferenciada de agua en la cuenca a sido factor fundamental para entender los cambios en la distribución y apropiación de los agrosistemas de la subcuenca.

En las décadas posrevolucionarias las actividades agrícolas constituyeron uno de los ejes primordiales (el principal, en los primeros años) de la política económica del gobierno Mexicano, en este contexto histórico descrito anteriormente, destaca la existencia de un grupo de municipios con una relevante actividad agrícola a nivel de cuenca, a los cuales se les denomina en este trabajo, subcuenca San Martín Texmelucan. La importancia de esta subcuenca se derivó de la existencia de sistemas de riego basados primordialmente en el aprovechamiento de agua superficial y algunas formas de agua subterránea (manantiales y humedales). Aunque había una presencia predominante de tierras de temporal en la cuenca Alto Atoyac, esta subcuenca en particular, destacó por contar con importantes zonas de irrigación, prácticamente el 60 % de la superficie de regadíos de la cuenca se concentraba en los diez municipios que la conforman (ver mapa –2- de riego 1930 en Anexos). La extensión y distribución de los regadíos

¹⁴ La unidad acuífera funciona como libre debido a su ubicación con respecto a la superficie del suelo, es decir, el manto freático carece de un estrato impermeable que lo limite en la parte superior; aunque en este caso, en la parte inferior existen depósitos lacustres del Plioceno (T_{PL}) que forman una barrera que impide la circulación vertical del agua subterránea.

a nivel municipal, así como la evolución de su población económicamente activa, serán indicadores importantes para tener un panorama general de los cambios en el modelo de desarrollo socio-económico durante el período estudiado. Para visualizar en general la relación entre formas de apropiación del agua y funcionamiento del sistema hídrico, es decir, como ha impactado y condicionado la presencia diferenciada de flujos de agua superficial y subterránea los usos de suelo y agua en la subcuenca, se estudiarán con mayor detalle dos zonas representativas de recarga y descarga de agua subterránea. En el primer caso los cambios en el proceso de irrigación del municipio denominado Tlahuapan (recarga) y en el segundo caso, los cambios registrados en el municipio de San Martín Texmelucan (descarga).

A la subcuenca la integraron fundamentalmente el municipio de San Martín Texmelucan y los municipios colindantes: Tlahuapan, San Matías Tlalancalca, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tepetitla de Lardizábal, Huejotzingo, San Felipe Teotlalcingo, Chiautzingo, San Salvador El Verde y Nativitas; municipios ubicados tanto en la planicie Puebla-Tlaxcala, como en laderas de la parte norte de la Sierra Nevada (ver croquis 1 en Anexos). En general la subcuenca se caracterizó por su gama de paisajes naturales asociados con la presencia de abundantes manantiales, diversos ríos de importantes caudales y extensos humedales (ver mapa -1- rasgos geológicos e hidrográficos de la subcuenca en Anexos). Todos estos municipios destacaron por su actividad agrícola, a través de sus importantes extensiones regadíos y también en relación al perfil socio-económico de su población, pues la mayoría de sus habitantes se dedicaba y sostenía de la agricultura (en 1930, más del 80% de su población económicamente activa PEA realizaba trabajos agrícolas); solamente San Martín Texmelucan tenía una población con actividades más diversificadas y a pesar de ello, el 68% de su PEA se dedicaba a la agricultura. Sin embargo, esta situación no era exclusiva de los municipios de la zona de riego mencionada, en la década de los treinta la gran mayoría de la población de la cuenca se dedicaba a labores relacionadas con el campo (Galicia, 2007)

Diferente panorama se dibuja en las décadas de los cincuenta y principios de los sesenta. Por un lado se presenta una mayor y rápida disminución de caudales de las principales fuentes de agua, que se manifestó en la disminución significativa de la superficie de riego en la subcuenca San Martín Texmelucan y, por otro lado, inicia una reducción progresiva de la población dedicada a la agricultura (aunque en el caso de la población total, se daba la tendencia contraria, es decir, rápido incremento demográfico: tendencias que se presentaron fundamentalmente a partir del Censo de 1970). En los años cincuentas ya había diversas manifestaciones de reducción de caudales en la zona, situación que se plasmó en el Censo Agrícola de 1960, en donde la mayoría de municipios registraron una notable baja de las hectáreas regadas. San Martín Texmelucan y Nativitas, municipios con las superficies de regadíos más importantes de la subcuenca en los primeros años posrevolucionarios (incluido Puebla a nivel de cuenca, pero con una historia aparte), no fueron la excepción, en el caso de San Martín, de haber registrado en 1930, 3,052 Has de regadío, para 1960 solo contaba con 2,365 Has y en el caso de Nativitas, de tener 2,363 Has en 1930, en el Censo 1960 únicamente registró 1,851 Has.

Otros municipios que registraron una fuerte disminución en su agricultura de riego, fueron los localizados en las laderas del Iztaccíhuatl: Tlahuapan, San Salvador el Verde, San Felipe Teotlalcingo y Huejotzingo; fenómeno asociada a la disminución de caudales de ríos y manantiales, e incluso, desaparición de algunos de ellos. Los datos del Censo Agrícola de 1960 con los que se cuenta, no permiten precisar en que proporción eran utilizadas dichas fuentes u otras para el riego de los cultivos, no obstante, se puede afirmar que la tierras eran regadas fundamentalmente con agua superficial y manantiales (durante la década de los cincuentas aún

no se había implementado en esta zona la perforación de pozos profundos). Por lo tanto, fueron dichas fuentes las que experimentaron una fuerte disminución.

Procesos de irrigación en zonas de recarga de flujos de agua subterránea

La situación que se presenta en Tlahuapan, es un ejemplo representativo de la evolución de los sistemas de riego en municipios ubicados en zonas de recarga, zonas altas. Se localiza al norte de la Sierra Nevada, en las laderas oriente de los cerros Telapón, El Mirador y al norte del volcán Iztaccíhuatl, sus niveles topográficos abarcan de la cota 4120 msnm en la parte más alta del cerro El Mirador y llegan a la cota 2400 msnm, en promedio, en la parte baja. Con topografía muy irregular, pendientes pronunciadas, y asentada sobre Vulcanitas Ácidas (QN) y Depósitos de Abanicos Aluviales y Flujos Piroclásticos (T) (Geotecnología, 1997) dependían exclusivamente del aprovechamiento del agua superficial y manantiales para el desarrollo agrícola y consumo doméstico.

A pesar de la existencia varios manantiales y encontrarse cerca de corrientes intermitentes y perennes como el río Tlahuapan (afluentes del río Atoyac), a principios de los años cincuenta, sus habitantes ya se enfrentaban a la disminución del gasto, e incluso, desaparición de los manantiales que los abastecían. Tal situación se atribuía a la deforestación sufrida en las partes altas de la Sierra Nevada, de acuerdo con resultados de los estudios realizados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1953, que dentro de sus conclusiones también mencionaba que tal zona era "muy desfavorable para la localización de un pozo o noria".¹⁵ Situación no extraña tomando en consideración que una de las características de las zonas de recarga, es precisamente que a mayor profundidad del pozo, se incrementa la distancia al nivel freático, es decir, el agua que cae y se infiltra en zonas altas tiene un recorrido vertical descendente, por lo que es más difícil su extracción-apropiación.

La presencia abundante de manantiales en esta zona de recarga, permite suponer que algunos de los flujos de agua subterránea que emanaban en el municipio de Tlahuapan (en forma de manantiales), eran producto de flujos subsuperficiales, es decir, agua que se desplaza por debajo de las capas del suelo, sin llegar al nivel freático, por lo cual, fueron muy susceptibles a los cambios de usos de suelo producidos en las zonas altas, en este caso, por la deforestación referida. Su ubicación en laderas y piedemontes, su topografía irregular y su composición geológica han sido factores determinantes para la importante presencia de manantiales en este municipio¹⁶. Es decir, que además de funcionar como una zona de descarga de flujos subsuperficiales y locales, estas mismas condiciones y, en general, su mayor elevación con respecto a la planicie de la cuenca, principalmente las partes altas de Tlahuapan, permiten afirmar que también funciona como una zona de recarga de otros flujos (locales, intermedios e incluso regionales).

La disminución de caudales de las fuentes de agua tradicionalmente utilizadas para uso agrícola, se conjugó con la crisis agrícola de la segunda mitad de la década de los sesenta que se vivió a nivel nacional, situaciones que provocaron cambios significativos en relación a las

¹⁵ Archivo Histórico del Agua, Fondo Consultivo Técnico, Caja 583, exp. 5447

¹⁶ En el marco del proceso de inventario hídrico realizado por el Gobierno federal, como parte de éste las Declaratorias de Aguas Propiedad de la Nación en México, se desarrollan una serie de acciones por parte de la Secretaría de Agricultura y Fomento a través de su Dirección de Aguas, en las que se emiten informes técnicos que mencionan los manantiales que en 1922 alcanzaron ese status Constitucional. A continuación se mencionan algunos manantiales que se ubicaban en el municipio de Tlahuapan, estado de Puebla: Atlalmeyalco, Moxala (Moxalac), Tepozantla, Aimolonia, Axoxonca (Axoxontla), Simarrón, Los Lodos, Huacahuaxco, Tixuatitla, Amaxate, Agua Azul, Ameyale, Tetitla, Emeyalco (Ameyalco). Fuente: Archivo Histórico del Agua AHA, Fondo Agua Subterránea AS, caja 625, expediente 9055, fojas 2, 22 y 26, México, 1922.

políticas estatales de desarrollo agrícola en la cuenca Alto Atoyac y particularmente cambios en los modelos de irrigación de la subcuenca de San Martín. Por un lado se impulsan programas y proyectos para paliar el rezago agropecuario, por otro lado y como complemento, se inició el uso intensivo de agua subterránea a partir de la perforación de pozos profundos para uso agrícola, lo que permitió ver, en las dos décadas siguientes, una recuperación y/o incremento de la superficie de riego en algunos municipios. La perforación de pozos se realizó preponderantemente en las partes bajas de los municipios, en lugares que coinciden con el inicio de la planicie y que corresponden, en general, al principio de zonas de descarga de flujos locales de agua subterránea (ver mapas -3a y 3b- comparación de usos del suelo 74 y 94 en Anexos).

El período 1970-1990 se caracterizó por la puesta en marcha de diferentes políticas y programas de desarrollo orientados a contrarrestar la crisis agrícola iniciada en la segunda mitad de la década de los sesentas. La Ley Federal de Aguas se emite en este contexto (1972) y en ella se sentaron las bases para la creación de las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural (URDERAL), nominación que se daría en adelante a todas aquellas obras de pequeña irrigación, construidas por los usuarios y/o por el Gobierno Federal, las cuales estarían organizadas por la SRH. Dichas Unidades de Riego son formas de organización derivadas de la experiencia de los Distritos de Riego que al paso del tiempo sufrieron diferentes cambios en relación a su concepción, estructura y división (Escobedo, 1989: 30).

Estos cambios en la participación estatal se reflejaron en las políticas de desarrollo agrícola impulsadas en el Distrito de Desarrollo Rural No. 113 Cholula¹⁷, en el que están insertos prácticamente todos los municipios de la zona San Martín Texmelucan, con excepción de Nativitas, Ixtacuixtla y Tepetitla, municipios del estado de Tlaxcala. Dentro de tales políticas, “El Plan Puebla” fue un ejemplo importante, derivado de iniciativas gubernamentales en materia agrícola. inició en 1967 trabajos de investigación para la generación de tecnología para la producción agrícola, reorientación de la asistencia técnica y organización de productores (con el objeto de difundir la nueva tecnología), y ampliación del apoyo crediticio a los agricultores etc., ello con el objeto de incrementar esencialmente la producción de maíz en zonas de temporal. Aunque el Plan Puebla fue un proyecto destinado originalmente a subsanar los problemas tecnológicos y de productividad en la agricultura de subsistencia en áreas de temporal (Volke, Víctor e Ibis Sepúlveda, 2004: 6), su establecimiento coincidió con el inicio masivo de perforación de pozos profundos, lo que trajo consigo la ampliación de la superficie irrigada en algunas zonas de la cuenca (Escobedo, 1989: 68). En términos generales, se puede afirmar que la subcuenca de San Martín Texmelucan, hasta mediados de la década de los sesenta, era explotada preponderantemente bajo condiciones de temporal y en los casos en los que existían corrientes superficiales, humedales y manantiales cercanos a los terrenos de labor, se implementaron sistemas de riego basados en el aprovechamiento de agua superficial y aguas subterráneas someras.

Procesos de irrigación en zonas de descarga de flujos de agua subterránea

El proceso de irrigación en San Buenaventura Tecalcingo, localidad perteneciente al municipio de San Martín Texmelucan en el estado de Puebla, permite distinguir algunos cambios en la

¹⁷ La distribución territorial del Distrito de Desarrollo No. 113 de Cholula se modificó en 1979-80, cuando sus límites abarcaron las planicies de Atlixco y Tepeaca. En 1986 comprendía los siguientes municipios: Atlixco, San Martín Texmelucan, Huauquechula, Tlahuapan. San Matías Tlalancaleca, San Salvador el Verde, Tepeaca, Huejotzingo, Chiautzingo, Teotlalcingo, Tecali, Tochimilco, Santa Isabel Cholula, Juan C. Bonilla, Puebla, Santa Clara Ocoyucan, San Andrés Cholula, San Andrés Calpan, Coronango, Tianguismanalco, Nealtican, Cuautlancingo, San Gregorio Atzompa, Tlaltenango, Cuautinchan, San Pedro Cholula y Domingo Arenas (Escobedo, 1989: 69). Los municipios subrayados son los que están fuera de los límites de la cuenca Alto Atoyac.

participación estatal y su impacto en las formas de apropiación del agua para uso agrícola en una zona de descarga de flujos locales. Se localiza a una altitud aproximada de 2320 msnm, en los límites entre Depósitos de Abanicos Aluviales_Flujos Piroclásticos (T) y Aluvión Reciente (Qal), aproximadamente en donde principia la planicie. La comunidad de Tecalcingo aprovechó su cercanía al río Cotzala, que aguas abajo se une al río Santa Elena (ambos afluentes del río Atoyac), así como la presencia de varios manantiales, para desarrollar una importante agricultura de riego sustentada principalmente en agua superficial (ver mapa –1- rasgos geológicos e hidrográficos de la subcuenca en Anexos). No fue sino hasta 1967, cuando se introduce el riego a partir de la perforación de pozos profundos para aprovechar el agua subterránea (Escobedo 1983: 151).

Necesidades socioeconómicas y condiciones físico-geográficas concretas de las comunidades se combinaron con acciones de fomento a la irrigación, que en esta área ya impulsaban simultáneamente, la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), el FIRA (...), el Banco Nacional de Crédito Ejidal (BNCE), en el marco de proyectos como “Alianza para el Progreso”, el “Plan Nacional de Pequeña Irrigación” y, posteriormente, el “Plan Puebla” (1969). Estas dependencias, desde 1965, impulsaron en la zona acciones que comprendieron los siguientes aspectos:

- Perforación subsidiada de pozos y construcción por parte de los usuarios
- Construcción de vasos de almacenamiento y retención
- Préstamo de maquinaria para perforación con gastos a cuenta de los beneficiarios
- Crédito para perforación y equipamiento de pozos profundos
- En el caso del BNCE, perforación, equipamiento y canalización de pozos profundos para sociedades ejidales con buenos antecedentes crediticios, con el objeto de crear un cuenca lechera o algo similar en torno a la ciudad de Puebla (Escobedo 1983: 172).

Es en esta coyuntura, en la que varios de los pueblos de la subcuenca de San Martín Texmelucan, iniciaron la extracción de agua subterránea a partir de perforación de pozos profundos y con ello, se inició otra etapa y forma de irrigación-apropiación del agua. Los datos de superficie regada del Censo Agrícola 1970, ya expresan esta nueva situación en el desarrollo agrícola de la subcuenca estudiada (ver gráfico 1 en Anexos). Particularmente el municipio de San Martín Texmelucan, presenta una recuperación de su superficie de riego (en el Censo 1960 se registraron 2,365 Has y, para el Censo 1970, 2,935.10 Has), sin lograr alcanzar la superficie regada en 1930 (3,052 Has). San Martín Texmelucan fue uno de los municipios que para finales de la década de los sesenta contaba con un sistema de riego importante, a partir del aprovechamiento tanto de agua superficial como subterránea, esto es, “la mayor parte de la superficie se regaba con derivaciones del río Cotzala y El Santa Elena, con una serie de manantiales localizados en el piedemonte del Iztaccíhuatl y por medio de pozos profundos construidos tanto por los particulares como por el Gobierno Federal a través del Banco Nacional de Crédito Ejidal....” (Escobedo, 1983: 66).

Gráfico 1

Fuente: Censos Agrícolas y Ganaderos 1930, 1950, 1960, 1970, 1980 y consulta del Anuario Estadístico de la Producción Agrícola en la página electrónica del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, 2005.

Similar evolución tuvo San Salvador El Verde, municipio vecino caracterizado por su irregular topografía y un importante número de manantiales y corrientes superficiales intermitentes y perennes que bañaban sus tierras. San Salvador El Verde que en la década de los cincuenta experimentó una marcada disminución en su superficie de riego (de registrar 1,393 Has en el

Censo 1930, bajó a 935 Has en el Censo 1960), en las décadas de los sesenta y setenta, vivió una recuperación e incluso uno de los incrementos más importantes en hectáreas regadas de toda su historia (2,320 Has, en Censo 1980). Tal incremento se debió fundamentalmente a la extracción de agua subterránea. La perforación de pozos profundos se realizó principalmente en las tierras bajas de San Salvador, precisamente en donde inicia una zona de descarga en la que confluyen diferentes flujos de agua subterránea (ver mapas -3a y 3b- comparación de usos del suelo 74 y 94 en Anexos).

La apropiación de agua subterránea se constituiría así, como la estrategia central para el desarrollo agrícola-rural de esta parte de la cuenca, los municipios con sistemas de riego basados en el aprovechamiento de agua superficial, tuvieron la posibilidad de incrementar sus regadíos a partir de la extracción de agua subterránea y los municipios que por su ubicación geográfica carecían de un sistema de riego, en este período iniciaron otra etapa en su desarrollo agrícola, la construcción de un sistema de irrigación sustentada en el aprovechamiento de agua subterránea. Es decir, el agua como insumo básico, como un elemento material-natural que sustenta la producción agrícola es obtenida, se tiene acceso a ella, a partir de la posibilidad tecnológica y político-financiera de perforar pozos profundos para extraer agua subterránea, en el contexto de una crisis agrícola y el impulso de nuevas estrategias estatales de desarrollo para contrarrestarla.

La evolución de las superficies de riego no sigue exactamente la misma línea de tiempo, ni aumenta o disminuye con la misma rapidez en todos los municipios; si embargo, así como hubo un descenso generalizado de la superficie de riego durante los cincuentas, que se reflejó en el Censo de 1960, en el Censo de 1970, se aprecia una recuperación de la superficie regada en prácticamente todos los municipios de la zona (como se muestra en el gráfico 1 en anexos). Solamente Nativitas, municipio del estado de Tlaxcala, sigue una ruta marcadamente distinta, desde 1930 empieza una línea descendente en relación a su superficie de riego, que continúa hasta 1970 (de 2,363 Has que tenía en 1930, bajó a 890.50 Has en 1970).

Nativitas a diferencia de otros municipios que enfrentan una tendencia descendente de sus tierras irrigadas, se localiza en el centro-norte de la planicie Puebla-Tlaxcala, en una zona de descarga cuya característica principal es la presencia somera de agua subterránea, en algunos sitios, existencia de humedales (la presencia de pantanos era una de las manifestaciones características del paisaje natural durante la etapa Colonial). Es una de las zonas de descarga de agua subterránea más importantes de la cuenca Alto Atoyac, pues en ella confluyen diferentes flujos locales originados tanto en la Sierra Nevada como en el volcán Malinche. Para esta década los niveles freáticos han descendido, por lo tanto, la agricultura de humedad que dependía de la presencia somera del agua, también manifiesta una baja considerable.

La historia cambiará rápidamente para varios municipios de la zona en el transcurso de los años setentas. El Censo 1980 reflejó nuevamente bajas en la superficie regada de varios municipios. San Martín Texmelucan y San Felipe Teotlalcingo son municipios que reinician una marcada línea descendente que continua hasta nuestros días (siglo XXI). Otros municipios siguieron durante los años setentas el crecimiento de sus superficies regadas: San Salvador El Verde, Huejotzingo, San Matías Tlalancaleca, Chiuatzingo y Tlahuapan. También Nativitas experimentó un rápido crecimiento de su superficie regada durante este periodo, como se registró en el Censo 1980, gracias a la extracción de agua subterránea, que es importante mencionar, hay en abundancia en la zona de descarga en la que se localiza (ver mapa usos suelo 1994).

A modo de conclusión. Desintegración del sistema socio-agrícola de la subcuenca?

El modelo de desarrollo Neoliberal dibuja un panorama difícil para el desarrollo agrícola de la subcuenca. El proceso de urbanización-industrialización se va imponiendo progresivamente sobre la importante subcuenca agrícola, proceso caracterizado por una penetración acelerada de las relaciones capitalistas en todos sus ámbitos, preponderantemente a finales de los años sesenta. En esa década inicia una palpable disminución de la población económicamente activa (PEA) inserta en actividades agrícolas que se manifiesta claramente en el censo de población de 1970 y sigue progresivamente hasta el presente siglo, sin registrarse prácticamente ningún retroceso y como contraparte, el rápido aumento de la población dedicada a actividades secundarias y terciarias (Galicia, 2007).

En 1970, por un lado se registra un incremento en la superficie de riego de la subcuenca y ese mismo año, de acuerdo con datos del censo de población se presenta un claro descenso de la PEA dedicada a la producción primaria. Es decir, la recuperación y crecimiento de regadíos en los municipios no significó necesariamente un mayor desarrollo agrícola de la subcuenca. En el mejor de los casos se profundizaron las diferencias en cuanto a productividad, distribución del suelo y agua, en una dinámica de lucha entre productores capitalistas y productores de subsistencia, marcando aún más la segregación social y económica en esta parte de la cuenca.

Para la mayoría de los municipios de la zona la década de los sesenta representó una recuperación de sus superficies de riego, en los setenta continuó el crecimiento de la superficie regada de algunos municipios, pero para otros significó un nuevo punto de inflexión (reflejado en el Censo Agrícola de 1980), en donde inicia una línea descendente hasta el presente siglo. San Martín Texmelucan, San Salvador el Verde, San Matías Tlalancaleca y Huejotzingo son municipios que a partir del año de 1980 manifiestan un profundo descenso de la superficie agrícola de riego. Situación vinculada no precisamente con la falta de agua en esos municipios, más bien resultado de los cambios en las políticas de desarrollo económico en el estado de Puebla y, en el país en general. El establecimiento de grandes industrias en los últimos años de la década de los sesenta, principio de los setenta y posteriormente, con la creación de parques industriales iniciado en la década de los 80, el crecimiento de la población y de las áreas urbanas, canalizando gran parte del agua de la zona para usos diferentes a los agrícolas, principalmente para uso público-urbano e industrial.

Los cambios en el proceso de apropiación del agua han estado asociados a cambios significativos en los usos del suelo, determinados éstos por importantes giros en el desarrollo socioeconómico del país y plasmados en una configuración territorial caracterizada por la concentración urbano-industrial y la desintegración rural-agropecuaria de la subcuenca.

El municipio de San Martín Texmelucan, en particular, además de que ha sido un polo de desarrollo agrícola, también ha jugado un papel importante como polo de desarrollo industrial, comercial y de servicios a nivel de la cuenca. El lugar estratégico que tiene con respecto al principal centro productor y consumidor el país (DF) y con relación a otros importantes polos de desarrollo regional (ciudades de Puebla y Tlaxcala), además de la riqueza de sus recursos hídricos (se ubica en una zona de descarga de flujos locales, cuya abundancia y calidad del agua lo coloca en lugar “privilegiado”), lo han convertido en un territorio de gran potencial para el desarrollo urbano e industrial, acelerado a partir de los setenta. La decadencia de una

subcuenca con características físico geográficas óptimas para el desarrollo agrícola se profundizó en las décadas de los setenta y ochenta con el fortalecimiento de industrialización de la subcuenca, cambiando agrosistemas altamente productivos por zonas industriales y destinando parte del agua de riego agrícola para el desarrollo de procesos industriales y urbanos.

BIBLIOGRAFIA

ABOITES A., Luis (1998). *El Agua de la Nación*. Colegio de México

ABOITES A., Luis (1999). "Relación sociedad- naturaleza desde la historia de los usos del agua en México". En García M., Bernardo y González J., Alba (Comp). *Estudios sobre historia y ambiente en América I*. El Colegio de México. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. México. p.

CARRILLO RIVERA, J. Joel (1993). *Fuentes alternas de abastecimiento de agua a la ciudad de Puebla*, ciudad de México, mecanoescrito.

CONAGUA, 2004. *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento*. Comisión Nacional del Agua, México.

DELGADILLO MACÍAS, Javier (2006). "Presentación" y "El enfoque territorial del desarrollo rural", en Javier Delgadillo Macías (coordinador). *Enfoque territorial para el desarrollo rural en México*. CRIM-UNAM, IIE-UNAM, El Colegio de Tlaxcala, A.C., UCDR-Universidad Autónoma de Guerrero, pp. 11-22

ESCOBEDO, J. Francisco (1989). *Estudio de factores relacionados con el uso de las obras de pequeña irrigación en el valle de Puebla*. Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Agrícola Regional (CEICADAR) Colegio de Posgraduados, Puebla, México. Julio-diciembre 1989 (mecanoescrito)

GALICIA HERNÁNDEZ, Esther (2007). *Sistemas de flujos de agua subterránea en la Cuenca Alto Atoyac*. Avance de tesis doctoral, ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, mecanoescrito.

GEOTECNOLOGÍA/SOAPAP (1997). *Actualización del estudio geohidrológico de los acuíferos del Valle de Puebla*, informe final, Tomo I, México, Sistema Operador de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla, mecanoescrito.

GONZÁLEZ DE MOLINA, M. y Gloria, I.G.C. (2006). "Introducción" en *Tras los pasos de la insustentabilidad. Agricultura y medio ambiente en perspectiva histórica (s. XVIII-XX)*. Barcelona, Icaria, pp. 9-24.

LUGO HUBP, José (1989). *Diccionario Geomorfológico*, México, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

MATEU GONZÁLEZ, Josep Joan (2006). "La cancelación de la vía oligárquica de la gran irrigación en México: Sinaloa (1908-1936)", en *Mundo Agrario*, Revista de estudios rurales, primer semestre, año/vol.6, número 012. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Pág. Electrónica : mundoagrario@fahce.unlp.edu.ar

PERFORACIONES Y GEOLOGÍA S.A (1980-1981). *Actualización del estudio geohidrológico del Valle de Puebla*, Puebla, Secretaría Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subdirección de Geohidrología.

PRADILLA COBOS, Emilio (1984). *Contribución a la crítica de la teoría urbana. Del "espacio" a la "crisis urbana"*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

-----"Regiones o territorios, totalidad y fragmentos. Reflexiones críticas sobre el estado de la teoría regional y urbana" (1997), en Rodríguez, Salvador, Jorge Serrano y Alberto Javier Villar (Coords.), *Desarrollo Regional y Urbano en México a finales del siglo XX. Una Agenda de temas pendientes*, Tomo I, colección : La región hoy, México, Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, A.C., Facultad de Planeación Urbana y Regional/ UAEM, Instituto de Investigaciones Económicas/UNAM, pp. 39-60.

PRICE, Michael (2003). *Agua Subterránea*, México, Limusa Noriega Editores.

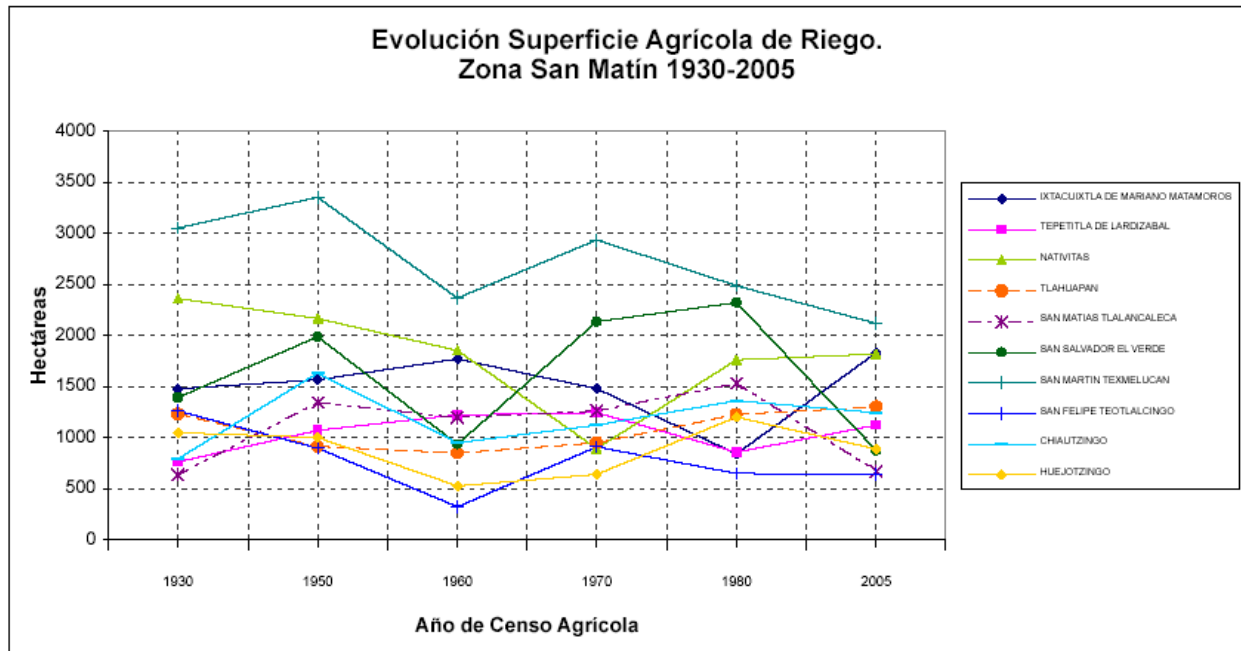
RODRÍGUEZ CORTÉS, Rosa María (1997). "El concepto espacio social como recurso metodológico en investigaciones sobre población", en Rodríguez, Salvador, Jorge Serrano y Alberto Javier Villar (Coords.), *Desarrollo Regional y Urbano en México a finales del siglo XX. Una Agenda de temas pendientes*. Tomo I, colección : La región hoy, México, Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, A.C., Facultad de Planeación Urbana y Regional/UAEM, Instituto de Investigaciones Económicas/UNAM, pp. 93-105.

ROSSET, P., Collins, J. y Moore, F. (2004). "Más alimentos y aún más hambrientos", en *Tikkun Magazine*. Septiembre 2004. En sitio de internet <http://www.eco-sitio.com.ar>

SIEFERLE, Rolf Peter (1999). "¿Qué es la historia ecológica?", en González de Molina, Manuel y Joan Martínez Alier (eds.), *Naturaleza Transformada*, España, Icaria, Ecología Humana, p 31-54.

TÓTH, J. (1977). 'Las aguas subterráneas como agente geológico : Causas, procesos y manifestaciones' en *Boletín Geológico y Minero*, , Vol.111-4, España, pp. 9-26.

UNZUETA, Gerardo. *La concepción materialista de la historia*, México, 2a. edición, Ediciones de Cultura Popular.



Anexos:

