

Capítulo 3

Lecciones por aprender ante el cambio climático

Los cambios en la disponibilidad y en la calidad del agua, independientemente de su origen, se acentuarán bajo condiciones de cambio climático. Estas transformaciones provocarán problemas socioambientales que afectarán dramáticamente la calidad de vida de la población. Los impactos derivados del uso ineficiente de los recursos hídricos se agudizarán por el incremento poblacional y por la acción combinada de procesos biofísicos, sociales, económicos, culturales, políticos y tecnológicos; de ahí que se trate de problemas complejos que requieren para su análisis de una perspectiva sistémica.

Al respecto, es importante reflexionar sobre lo que aportan algunas experiencias vinculadas con el uso de la información climática y con acciones llevadas a cabo frente a distintas amenazas y bajo diferentes escenarios de vulnerabilidad social. Las lecciones derivadas de los casos que a continuación se presentan pueden apoyar la construcción de capacidades de adaptación; ya sea desde el punto de vista del análisis sistémico, o bien, del papel de la organización social frente a cambios en la disponibilidad de agua.

Se revisan la organización social para el manejo del agua en el río Nexapa en Puebla, la historia productiva en La Comarca Lagunera entre los estados de Coahuila y Durango (García, 1987), un proyecto sobre adaptación realizado en el marco de las negociaciones de la CMNUCC en Hermosillo Sonora (INE, 2004), los resultados de un proyecto sobre vulnerabilidad y adaptación en zonas rurales de México financiado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; las aportaciones de un estudio sobre capacidades de adaptación realizado en Tlaxcala entre la Universidad Nacional Autónoma de México, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Nacional de Ecología (INE-UNAM, 2006). Se repasa también la experiencia de las inundaciones ocurridas en Tabasco en octubre del 2007, en términos de las condiciones de vulnerabilidad regional, la magnitud de la amenaza y el uso de la información climática. Los casos muestran la complejidad inherente en la dinámica social al enfrentar cambios ambientales, en la evaluación de la vulnerabilidad y en la definición de estrategias de adaptación frente al cambio climático.

3.1 Comité de vigilancia de los ríos Atoyac y Nexapa, Puebla

El caso del Comité de Vigilancia de los ríos Atoyac y Nexapa representa un ejemplo de administración autogestiva que nace en gran medida promovida por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), sin embargo, posteriormente se le niega reconocimiento por las instancias oficiales (Rodríguez J., 1988; Rodríguez, M., 2000). El río Nexapa forma parte de la cuenca alta del río Balsas ubicada entre los estados de Tlaxcala y Puebla, sus principales afluentes son los ríos Atoyac, afluente del Zahuapan, y el Nexapa (Cuadro 3.1).

La historia de la comunidad de regantes del suroeste de Puebla comienza con la concesión que Juan González de Peñafiel, otorga en 1635 a propietarios de haciendas de la zona y a vecinos de barrios indígenas. A partir de la segunda mitad del siglo XIX se creó un dinámico mercado de tierras que incorporó a inmigrantes españoles, comerciantes, profesionistas y agricultores. Los problemas surgieron cuando los nuevos dueños reclamaron los volúmenes de agua para irrigarlas, ya que las tierras se vendían sin derechos de agua.

Microcuenca del Alto Atoyac

Extensión de 4,000 km² comprende el valle Tlaxcalteca–Poblano y descarga en la presa Manuel Ávila Camacho “Valsequillo”. Su área de captación inicia en la parte oriente del volcán Iztaccíhuatl donde nace el río Atoyac en Puebla, y en la sierra de Tlaxco donde nace el río Zahuapan en Tlaxcala. Después de la presa, el río Atoyac continúa hacia el sur y surponiente, recibiendo la corriente del río Nexapa en Puebla.

La presa derivadora Echeverría tiene la concesión de un gasto base de 4 m³/s para desviarlo hacia la microcuenca del río Nexapa, el excedente abastece a la presa Valsequillo.

Las fuentes de la microcuenca abastecen a 2.3 millones de personas de municipios como Tlahuapan, Huejotzingo, Texmelucan y Tlaxcala. Año con año se incrementa la demanda de agua potable e industrial, se explotan los acuíferos y se disminuye el gasto base en el río Atoyac.

Foto: Carolina Neri



Microcuenca del Nexapa

Extensión de 4,468 km² comprende los valles de Atlixco–Izúcar de Matamoros, Chietla–Atencingo y la serranía de Huehuetlán-Chiautla de Tapia; descarga en el río Atoyac. El Nexapa nace en la parte oriente del volcán Popocatepetl y recibe aportaciones del río Cantarranas, en Chietla recibe la corriente formada desde Huaquechula y Tlapanala, y posteriormente en Axochiapa recibe la corriente río Grande.

Las fuentes de agua se utilizan para riego de hortalizas y flores en Nealtican, Atlixco, Coyula, Tochimilco, manantiales de Tlapanala y Tochimilzingo.

Aguas derivadas de descargas de las ciudades, que el río Nexapa se encuentra en su trayectoria, son utilizadas en Izúcar de Matamoros, Chietla y Atencingo, para el riego de caña de azúcar. El río Nexapa prácticamente se seca a la altura de Lagunillas y Tlancualpican.

Cuadro 3.1. Características de las microcuencas de los ríos Atoyac y Nexapa.

Al término de la Revolución Mexicana se constituyó un complejo agroindustrial para la fabricación de azúcar y se transfirió la totalidad del agua hacia el ingenio de Atencingo y a la zona cañera, ambos localizados en las inmediaciones de Izúcar de Matamoros, Puebla. Para 1938 se expropió el complejo y se constituyó en ejido colectivo (Ronfeldt, 1975; citado en Gómez, 2004).

La mayoría de las disputas entre los hacendados y los habitantes de los poblados seguían siendo por el agua a principios de los años veintes. A dicha situación se agregó la confrontación entre los ejidos que se fueron creando con la reforma agraria y que tenían tierras de riego, ya que se crearon nuevos derechos de agua que debían cubrirse con el caudal de un río ya rebasado por la demanda.

A principios de la década de los sesentas y como resultado de la construcción aguas arriba de la presa de almacenamiento San José Atlanga, sobre el río Zahuapan, se fundó el Comité de vigilancia de los ríos Atoyac y Nexapa, que surgió para supervisar que se respetaran las concesiones de agua de cada pueblo. La construcción de la presa disminuyó el caudal para trasvase de las aguas del río Atoyac al Nexapa y limitó la disponibilidad de las aguas del Nexapa entre los regantes localizados aguas abajo. El Comité agrupó a más de cuarenta pueblos, cada uno representado por sus propios comités locales. En su primera década de vida fue dirigido por el ejido de Atencingo, creado en el gobierno del presidente Lázaro Cárdenas (1934-1940).

Estructuración del Comité de vigilancia

La organización de los regantes se encargó de las tareas de distribución, mantenimiento, resolución de conflictos y monitoreo de las aguas. El Comité conjuntaba doce presas derivadoras situadas a lo largo del río Nexapa, entre los

municipios de Atlixco e Izúcar de Matamoros. Manejaba más de 6,000 litros por segundo de las aguas de los ríos Atoyac y Nexapa, con las cuales se regaban 8,100 hectáreas pertenecientes a más de 5,000 productores ejidales, comunales y privados. Contar con el agua durante todo el año permitió a los regantes de las partes alta y media, pasar de ser maiceros a ser legumbreros, mientras que los de la parte baja continuaron su vocación de cañeros.

La organización contaba con varios niveles organizativos (Fig. 3.1), el más alto era el del mismo Comité. Los representantes de los regantes discutían la distribución del agua entre las presas derivadoras, tomaban acuerdos sobre fechas de aforos (coordinados con la Comisión Nacional del Agua), fijaban cuotas y calendariaban las tareas de mantenimiento. Un segundo nivel organizativo estaba constituido por las *Juntas de agua*. En este espacio se trataban los problemas de las tomas del canal general, se refrendaban los tramos de limpieza, y se designaban a los canaleros. Un tercer nivel incluía al *Juez de aguas* y *Comisionados comunales* como los responsables de distribuir el agua y de representar a la comunidad ante las Juntas de agua. También eran encargados de implementar los acuerdos tomados en el primer y segundo nivel organizativo.



Figura 3.1 Esquema de niveles organizativos del Comité de vigilancia de los ríos Atoyac y Nexapa.

Desde su nacimiento, el Comité de vigilancia fue visto de forma contradictoria por las agencias federales encargadas de administrar el agua, por un lado celebraban sus gestiones, mientras que por otro, cuestionaban sus funciones por carecer de reconocimiento oficial (Rodríguez, 2000; Gómez, 2004).

Las transformaciones ocurridas en las formas de administración del agua a partir de los años setentas tuvieron efectos directos en la organización. En 1992 la Comisión Nacional del Agua anuló todas las concesiones de agua que fueron otorgadas por el Estado durante la década de los años treinta. Además, desestimó la existencia de organizaciones internas para el manejo del recurso, aunque dejó a esas asociaciones el papel de mediadores entre la institución y los usuarios.

El Comité actuó como mediador de conflictos, observaba los trabajos de los aforadores y trataba de resolver problemas suscitados entre comunidades vecinas. No obstante, se atribuía como causal de la poca agua que llegaba para el riego a diversos factores, a saber: la integración de más pueblos al sistema de riego del Nexapa, la expropiación de terrenos para construir una autopista a cambio de conceder derechos de agua y el envejecimiento de la infraestructura hidráulica en general, y del túnel en particular; que servía para conectar el río Atoyac con el Nexapa y que provocaba filtraciones excesivas.

A raíz de estos problemas, el Comité propuso su transformación a un distrito de riego para vincularse ventajosamente en el proceso de descentralización del manejo de los recursos hidráulicos propuesto por el gobierno; lo que favorecería la creación de proyectos para mejorar la infraestructura de cada comunidad, la reparación del túnel y la obtención de asesoría técnica y financiera. La creación del distrito significaría ver a los regantes como ac-

tores económicos plenos, asumiendo los retos y las responsabilidades del libre mercado. Los gobiernos federal y estatal, se comprometieron a pagar la mitad del costo total de la reparación del túnel y a apoyar en otras obras. Así y pese a que no existía un consenso absoluto sobre la pertinencia de crear el distrito de riego entre las más de cuarenta comunidades con derechos reconocidos de agua, el distrito fue creado el 22 de abril de 2004.

Reflexiones

Si bien es cierto que la creación del distrito de riego, ante el dilema de aceptar los cambios o perder toda posibilidad de apoyo financiero, ha resuelto aspectos cruciales para la reorganización y la supervivencia del sistema hidráulico regional, su formación ha minado las formas de organización colectiva. El Estado dotó de aguas a ejidos y comunidades y prestó el servicio de un aforador para medir en las tomas de las derivadoras y en los partidores de los canales generales, pero no ha permitido la inserción adecuada de los regantes en los Consejos de Cuenca. Es necesario crear un espacio que les permita a los regantes su plena expresión y que logre modificar las prácticas de uso del agua, bajo la dirección de convenciones locales.



Foto: Carolina Neri

3.2 Producción agropecuaria y deterioro ambiental en La Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se ubica en el centro-norte de México y se conforma por 16 municipios, 11 de Durango y 5 de Coahuila. Debe su nombre a los cuerpos de agua que se formaban de los ríos Nazas y Aguanaval, hasta antes de la construcción de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, que en la actualidad regulan sus afluentes (Fig. 3.2). El análisis de este caso fue documental y se basó en la investigación coordinada por Rolando García sobre el deterioro ambiental y su vinculación con la pobreza y los sistemas productivos en La Comarca Lagunera⁹ (García, 1987).

En la década de los setentas el sector ejidal llegó a tener el 90% de la superficie cultivada de algodón. La producción de algodón se realizó

con la más avanzada tecnología y con fuertes inversiones del Estado, logrando los más altos rendimientos de toda la historia algodонера del país. Sin embargo, allí tuvieron lugar procesos de deterioro del medio físico que acabaron con la producción agrícola y provocaron el éxodo rural y el empobrecimiento de los productores agrícolas generadores de riqueza (García, 1987).

La Reforma Agraria llega tardíamente a La Comarca, debido a que no era posible la aplicación de las leyes agrarias por las cuantiosas inversiones que exigía el algodón para su explotación. Para la década de los años treinta, los conflictos desatados por las demandas laborales de las organizaciones que agrupaban a los peones

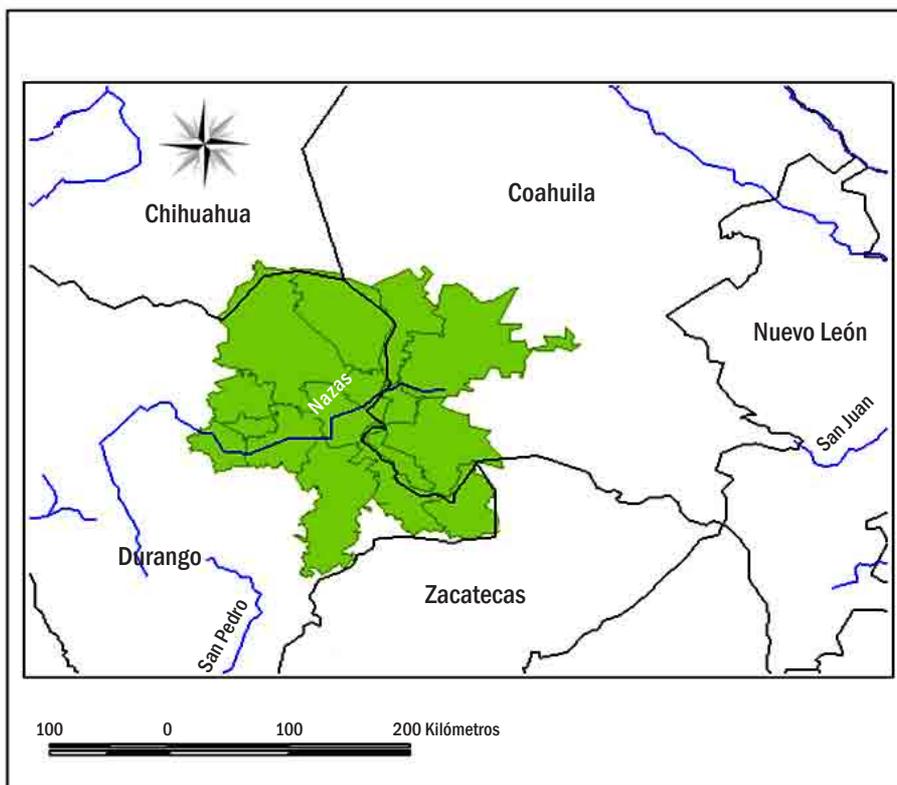


Figura 3.2 La Comarca Lagunera. Fuente: García, 1987.

⁹ Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. 1987. "Deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva: el caso de la Comarca Lagunera". IPN, IFIAS, UNRISD.

agrícolas, creaban una problemática social que se sumaba a las luchas campesinas. Se reparcieron cerca de 130,000 hectáreas al sector ejidal con 34,000 beneficiarios, mientras que la llamada “pequeña propiedad” quedó en manos de 2,000 propietarios con 80,000 hectáreas de riego. Otras 12,900 hectáreas se destinaron a colonos y veteranos de guerra.

Los nuevos ejidos colectivos gozaron de derechos preferenciales sobre el uso de agua de riego por gravedad y lograron mantener un promedio de cuatro hectáreas regadas por ejidatario. Sin embargo, dicha extensión no era adecuada para sustentar el ingreso de una familia. Esta situación fue compensada por el Estado con la implementación de formas cooperativas para la producción y el apoyo del Banco Nacional de Crédito. Se estableció como sujeto preferencial de crédito a las “Sociedades Locales Colectivas de Crédito”, las cuales tenían atribuciones para dictar sus propios reglamentos, elegir y revocar a sus autoridades e intervenir en las operaciones agrícolas. Tomaban parte en las asambleas de la institución bancaria, controlaban parte de sus acciones, supervisaban las compras de maquinaria y vigilaban el funcionamiento de las despepitadoras.

Las Sociedades Colectivas fueron complementadas por los Comités Ejecutivos de Ejidatarios y por las Sociedades de Interés Colectivo Agrícola (SICAS). Los Comités trabajaban para lograr una mejor organización y elevar las condiciones de vida de los involucrados. Los SICAS por su parte, realizaban las tareas orientadas a una mayor recuperación de la producción agrícola, tales como el manejo y el control de las despepitadoras y de la maquinaria pesada. La organización cooperativa para la producción, la disponibilidad de créditos y el abastecimiento de agua para riego permitió que, explotadas colectivamente, las parcelas de cuatro hectáreas se potenciaran. El crédito obtenido permitió

construir viviendas, escuelas, bodegas y pozos para obtener agua para consumo humano y para riego.

Esta primera etapa de desarrollo productivo en la región culmina a fines de 1946, cuando inicia la presidencia de Miguel Alemán, dando paso a un nuevo periodo de máxima rentabilidad de la producción algodonera, pero también de un descenso en la superficie sembrada y en la producción.

En 1951 por disposición de una nueva Ley de Aguas, la superficie dotada de agua fue reducida legalmente a una hectárea por ejidatario en lugar de las cuatro previamente asignadas, mientras el sector privado recibía agua para regar como mínimo 22.5 hectáreas por propiedad. Además, el Estado introdujo un paquete tecnológico de alto costo, que se justificaba por la alta rentabilidad del producto, lo cual abrió una brecha en materia de mecanización.

La reducción drástica de la capacidad productiva de los ejidatarios fue acompañada por la disolución de las Sociedades Colectivas de Crédito. La forma de producción varió sustancialmente, se perdieron las ventajas del uso colectivo de la maquinaria, del suelo y del agua y además el crédito se otorgó a menos de la mitad de los ejidatarios que habían integrado la cartera del Banco en 1938. La superficie cosechada con créditos de la Banca pasó del 70% de la superficie total de la región, al 38% en la década siguiente. A medida que se desataba a nivel internacional la fiebre del algodón, el sector ejidal vio reducida su participación en el proceso productivo.

A mediados de la década de los cincuentas, el precio del algodón en el mercado internacional sufrió una caída significativa, pero al Estado le interesaba mantenerlo porque era un producto que, generaba importantes divisas al país

desde 1949. Era necesario agotar los medios para mantener primero, y luego incrementar, los volúmenes constantes de producción de algodón, ya que este producto sostenía además, a una industria textil que no se podía abandonar. La única solución que apareció como viable fue la compensación de la disminución de superficie con la elevación de los rendimientos de las cosechas. Sólo el Estado contaba con los recursos para aplicar alta tecnología e incrementar considerablemente los rendimientos del algodón, independientemente de los costos de la infraestructura y de los insumos; y por otra parte mantener al sector ejidal en la producción del algodón, independientemente de la poca rentabilidad que se derivara de su cultivo.

Posteriormente se inicia la actividad lechera en la región, la cual aseguraba alta rentabilidad al sector privado y ofrecía una nueva fuente de recursos. Ante ello, el cultivo de algodón quedó en manos del sector ejidal que operaba por medio de los créditos y la distribución del agua de gravedad.

En quince años la producción de leche superó el millón y medio de litros diarios. Parte de los campos de cultivo, abundantemente provistos de agua, se convirtieron en zonas forrajeras. Pese a esto, no se pudo evitar la escasez de alimento para el ganado, por lo que se tuvo que recurrir al sector ejidal. El Banco de Crédito Agrícola destinó grandes cantidades de dinero para mejoras en el sistema de bombeo y fomento del cultivo de alfalfa, y dio asistencia técnica a los agricultores por intermedio de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Para 1962 la producción lechera había rebasado la demanda regional, al tiempo que las inversiones realizadas prometían su duplicación. El Estado garantizó el abasto de los forrajes, dio facilidades fiscales para la importación de ganado y la compra de maquinaria para la modernización de plantas pasteurizadoras.



Foto: Brenda Ávila

A principios de los setentas, la actividad lechera se impulsó a pesar de la limitación del recurso hídrico, de manera consecuente, se levantó parcialmente la veda para la apertura de pozos decretada en años anteriores. A los lecheros privados se les otorgaron créditos baratos para la construcción de norias y la instalación de maquinaria de riego, y se les subsidió la energía eléctrica. Pero los aumentos constantes en los costos de la producción, la devaluación del peso, así como la introducción de controles sobre el precio de la leche, disminuyeron considerablemente los márgenes de ganancia en el sector privado; por lo que dicha actividad dejó de ser rentable. Una vez más el sector ejidal con ayuda del Estado, cubrió la producción de leche.

A partir de aquí el sistema se estabilizó, aunque algunos propietarios se dedicaron a la producción cárnica. A fin de mantener los volúmenes de producción requeridos por la agroindustria, el sector ejidal se integró a las distintas fases de la producción lechera. Hacia 1982 los ejidos pasaron a ser los principales productores de alfalfa y contribuyeron con el 40% de los insumos destinados al complejo industrial LALA, que absorbía el 90% de la producción lechera de la zona.

La región parecía haber llegado en esa fecha a un equilibrio. Las metas productivas se habían logrado gracias a la utilización de alta tecnología y a la distribución de la producción entre los sectores. El sector privado redujo al mínimo su participación en la producción de algodón, disminuyó las superficies destinadas a la alfalfa y las reemplazó por sorgo y avena, cultivos que utilizaban menos agua y eran más rentables; y diversificó el uso de su área cultivable con vid, hortalizas y frutales. Mientras tanto, el sector ejidal se encargó casi totalmente de la producción de algodón y alfalfa, con la mejor tecnología disponible y logrando los más altos rendimientos registrados en el país.

Sin embargo, esta estabilidad productiva cambió cuando se consideraron otros factores. A finales de los años ochentas, los efectos del modelo de producción sobre el medio físico fueron evidentes. La expulsión de población y el bajo nivel de vida del sector campesino, surgen como consecuencias inevitables; el costo social de un sistema productivo impuesto contra las condiciones naturales. La región pasó por una serie de crisis atribuidas a las sequías y el sistema productivo llegó a su fin por sobreexplotación de los recursos hídricos.

Influencia de la escasez de agua en la producción agropecuaria

Cuando se habilitó la presa Lázaro Cárdenas (1936-1946), se utilizaba anualmente toda el agua disponible, con lo cual se anuló la función reguladora para la cual fue construida. Los años de sequía obligaron a reducir drásticamente la superficie cosechada. El Estado creaba trabajos remunerados (tales como la reparación y limpieza de canales) para compensar parcialmente el deterioro económico que sufrían los campesinos por la falta de producción agrícola.

Como parte del Plan de Rehabilitación Económica de La Comarca Lagunera se construyó la presa Francisco Zarco (1965-1968) para el control de las aguas que llegaban al sistema lagunero. Las crisis provocadas por las sequías se podrían entonces mitigar, pero se acentuó la irracionalidad del sistema y se utilizaron al máximo los recursos hídricos. Esta situación se sumó al agotamiento de los suelos y a la demanda de rendimientos cada vez más elevados, lo que sólo podría sobrellevarse con la aplicación de paquetes tecnológicos cada vez más costosos. La sobreexplotación de los acuíferos para el riego agrícola, en combinación con otros factores, llevó al colapso del sistema.

Reflexiones

Los elementos determinantes de la estructura y la dinámica del sistema productivo en la región, más que el acceso a la tierra, fueron el acceso al agua y a los créditos. El sector privado remontó la producción primero de algodón y luego de leche. Promovió modificaciones a las leyes que le permitieron avanzar sobre los derechos de los ejidatarios, particularmente en lo que concierne al uso de agua para riego de superficie, le permitieron también explotar al máximo los recursos hídricos del subsuelo. Esta situación trajo serios detrimentos del sector ejidal. En el apogeo de la tecnología y de la productividad, el sector ejidal es marginado de

los beneficios y no solamente no logra superar sus bajos niveles de vida, sino que en algunos periodos aumenta su empobrecimiento.

El análisis de este caso brindó elementos para entender la dinámica socioambiental de una región, los efectos de la sobreexplotación de los recursos naturales, en particular de las fuentes de agua, y sus consecuencias socioeconómicas sobre los sectores más desprotegidos. El caso es fundamental para entender la aplicación del análisis sistémico en la caracterización de la vulnerabilidad.

3.3 Adaptación al cambio climático en la ciudad de Hermosillo, Sonora

Este estudio resulta de gran importancia, ya que es la primera iniciativa formal en México, en materia de adaptación al cambio climático. El estudio se insertó en las actividades hacia la Segunda Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, trabajo coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por medio del Instituto Nacional de Ecología y con la colaboración del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM (Eakin et al., 2007; INE, 2004).

Las metas de este estudio fueron: identificar y evaluar las posibilidades de adaptación a los impactos que el cambio climático pudiera tener sobre los recursos hídricos en el norte de México, consultar entre los principales actores clave de la región para identificar, analizar y establecer prioridades entre las adaptaciones posibles, para enfrentar la variabilidad y el cambio climático.

La ciudad de Hermosillo tiene problemas de disponibilidad de agua y una señal clara

de cambio climático. En la primera etapa del proyecto se realizó una evaluación preliminar de la problemática del agua en la ciudad. En la segunda etapa se desarrollaron talleres con actores clave, quienes identificaron como medidas de adaptación a la promoción de una cultura de agua, al mejoramiento de la eficiencia en el consumo de agua y energía en viviendas urbanas, y al mejor manejo de eventos extremos de lluvia. Una vez definidas las opciones de adaptación al cambio climático se procedió a evaluar la viabilidad de cada una de ellas.



Foto: Brenda Ávila

Propuesta de una nueva cultura del agua en Hermosillo

Se planteó con base en los resultados del Programa de Cultura del Agua, ejecutado por la Comisión Nacional del Agua en la ciudad de Hermosillo. A este programa se le ha atribuido la disminución del consumo de agua en la ciudad, que pasó de 470 a 375 litros por habitante al día en el periodo 1996-2002. Lo cierto es que esta disminución es el resultado de los programas de racionamiento del líquido implementados desde 1998, en la época de verano.

Los estudios llevaron a plantear la instalación de aparatos ahorradores de agua en los hogares, a reducir el consumo de agua por habitante, y a involucrar a la sociedad en tareas de protección del ambiente. Lo anterior se sustentó en investigaciones que muestran un alto consumo de agua en los baños de los hogares, la gran disposición de la mayoría de la población a participar en un programa de ahorro de agua, la importancia que le brinda el organismo opera-

dor al cambio en los patrones de consumo, el bajo costo económico que tiene esta propuesta en comparación con otras basadas en el aumento de la oferta, los beneficios económicos directos para el usuario, la ejecución relativamente sencilla y sin confrontaciones entre sectores y el efecto multiplicador en la creación de conciencia ambiental.

La ejecución de este programa involucró a los actores principales, entre ellos, al organismo operador y su consejo consultivo, asociaciones de vecinos, cámaras de comercio y hoteles, centros e instituciones de educación, dependencias gubernamentales, empresas y promotoras inmobiliarias, colegios de arquitectos e ingenieros, asociaciones de ferreteras, casas de materiales y a organizaciones no gubernamentales. El programa aglutinó los esfuerzos de distintos sectores con beneficios económicos y ecológicos tangibles, que podrían medirse y evaluarse de manera periódica, y reproducirse en otras ciudades del estado.



Fotos: Brenda Ávila



Programa de construcciones adecuadas al clima

Se realizó un análisis del patrón de crecimiento de la ciudad de Hermosillo y de las principales formas de construcción. Se conoció que el modelo de urbanización experimentado en la ciudad ha pasado por alto las restricciones ambientales del entorno, generando una oferta habitacional que exacerba la demanda de energía y el gasto de agua. Los materiales predominantes en la construcción son el ladrillo y el block, los que lejos de cubrir las necesidades térmicas bajo un clima extremo, son materiales que incrementan notablemente la demanda de energía y el gasto de agua en los hogares.

Los desarrolladores de vivienda social en Sonora han mostrado poco interés en el tema del confort básico de los espacios habitacionales destinados a la gente de escasos recursos económicos. La industria constructora depende de materiales comerciales, que a lo largo de los años, han demostrado ser ambientalmente inadecuados para la región desértica, degradantes de los recursos naturales y factores de riesgo de la salud de la población. La ciudad de Hermosillo no cuenta con ningún código oficial para el uso de materiales locales alternativos -como adobe, paja, tierra, arena, materiales reciclables- en la construcción de casas y edificios. Las políticas de fomento tecnológico e impulso a la capacidad instalada para desarrollar modelos de construcción de carácter sustentable son aún limitadas, o bien, las acciones son dispersas y están fuera de las posibilidades económicas de la población que las requiere.

Se estimó en qué medida construcciones más acordes con el clima de la región podrían representar ahorros en la demanda de agua y energía, y se aplicaron distintas herramientas bioclimáticas sobre tres tipos de construcción.

En el primer caso se construyó una Casa Ecológica, en la que se instaló un sencillo sistema de filtrado y rebombeo de agua mediante energía solar, para la recuperación de las aguas grises provenientes de la ducha, el lavamanos y el lavadero de la casa; lo que permitió reciclar un volumen promedio de 2,000 litros de agua al mes, que fue utilizado en el riego de las áreas verdes. El ahorro por concepto de uso de agua en esta casa demostrativa ascendió a alrededor del 65% del consumo de una casa promedio en Hermosillo. La demanda de climatización interna es mínima, por la masa térmica de las paredes exteriores, sólo se utiliza un pequeño *cooler* portátil y un abanico; con lo que se evita el gasto de agua que requieren los grandes aparatos evaporadores utilizados en casas de las mismas dimensiones.

El segundo ejemplo de adaptación a las condiciones climáticas de la región, orientado a reducir el consumo de energía en una casa-habitación, fue la adecuación de un “escudo térmico” en una vivienda media ubicada en el área central de la ciudad. Se colocó una cochera construida a base de madera, carrizo y tierra que proyectaba sombra durante las horas de la tarde y se levantó una pared a base de pacas de paja de trigo, sobrepuesta al muro de ladrillo preexistente. Se analizó el comportamiento del consumo registrado en la casa tanto en kw/hr como en el costo de la energía. La pared que recibió la sombra que proyectaba la cochera, observó el comportamiento más homogéneo. Destacó el desempeño del muro de ladrillo protegido con pacas, el cual registró en horas extremas un diferencial de temperaturas de hasta 20°C entre el exterior y el interior. Por su parte, el muro testigo mostró un ineficiente comportamiento térmico, lo cual resulta típico en las paredes de la mayoría de las casas de la ciudad y explica las altas demandas de energía para la climatización que requieren las viviendas construidas en Hermosillo.

Adicionalmente se realizó una comparación virtual de optimización energética en tres distintos modelos de casa. El primer caso se trató de una vivienda tradicional de los años setentas, construida bajo los parámetros que guiaron la edificación de viviendas de interés social de esa época. Las otras dos casas fueron virtuales y constituyeron propuestas arquitectónicas guiadas por criterios bioclimáticos para la optimización energética; una de ellas fue diseñada con materiales biodegradables (pacas de trigo, barro, madera y carrizo) y en la otra se utilizaron materiales comerciales con propiedades de termicidad adecuadas a las condiciones extremas del clima local. Se denominaron Casa Tradicional a la primera, Casa Natural a la segunda y Casa Eficiente a la tercera.

La casa tradicional mostró una tendencia a perder una mayor cantidad de calor durante el invierno e, inversamente, a ganar mayores niveles de temperatura durante el verano. Por el contrario, tanto la casa natural como la eficiente mostraron un comportamiento moderado, esto se explica por la menor demanda de energía requerida, tanto para calentar como para enfriar este tipo de viviendas.

Si bien es cierto que, la industria de la construcción ha aumentado considerablemente, las demandas de los sectores de bajos ingresos (población más vulnerable) no han sido del todo atendidas. Esto obedece a varias razones, entre las que destacan: intereses económicos de las empresas constructoras, vacíos legales, falta de códigos de construcción para la ciudad y el rechazo social a los cambios drásticos.

Resultaría de mayor relevancia establecer esquemas de colaboración entre las instituciones académicas, las instancias de gobierno, las asociaciones gremiales y las empresas constructoras y proveedoras de materiales; con el objetivo de diseñar, validar e instrumentar pro-

gramas piloto de construcción de viviendas y otro tipo de edificaciones; que estén enfocadas a optimizar el uso del agua y la energía en las mismas. Igualmente importante sería crear un organismo certificador que determine de manera confiable la eficiencia (o ineficiencia) térmica de una amplia tipología de casas y edificios, así como la valoración adecuada de las distintas propiedades que ofrecen los materiales de construcción; tanto aquellos que actualmente existen en el mercado, como los que empiezan a desarrollarse de manera alternativa. Esto permitiría, tanto a las empresas de la construcción, como a las compañías inmobiliarias, contar con información adecuada para establecer criterios de diseño más acordes con las condiciones climáticas presentes.

La interpretación de los resultados de este estudio apuntan hacia la promoción de diseños de construcción bioclimáticos que contribuyan de manera significativa en la reducción del consumo de energía y ahorro del agua en los hogares, que reduzcan y optimicen el uso de aparatos de ventilación y refrigeración, y que contribuyan a atenuar los niveles de contaminación directa e indirecta que este tipo de componentes suponen.

Programa de captura de agua

Dentro del programa de captura de agua para Sonora, se propusieron obras para cosecha del agua, recarga de acuíferos y control de inundaciones. Entre las limitantes para la aplicación de estas medidas se encontraron restricciones de presupuesto, poca accesibilidad a los materiales y dificultad para la autoconstrucción, entre otros.

El fin práctico del proyecto fue que la comunidad, simultáneamente, controlara la inundación de predios y poblados, almacenara agua en estanques superficiales de abrevadero o en



Foto Brenda Ávila

el subsuelo, y recuperara el nivel somero de sus pozos. Estas tres propuestas de adaptación se mostraron a los actores clave para definir prioridades. El proyecto concluyó que cada una de las opciones tiene sus ventajas y limitantes, y cada una puede facilitar un camino sostenible para el desarrollo de la ciudad de Hermosillo. El reto que quedó es poner a prueba, de forma extensiva, las opciones desarrolladas en el proyecto.

Reflexiones

El proyecto demuestra que es posible y deseable involucrar a los actores clave en la consideración y en el análisis de opciones para adaptarse a cambios ambientales. Las principales limitantes para la implementación de las propuestas de adaptación han sido los múltiples

cambios de autoridades a nivel estatal y municipal; tres autoridades distintas en menos de tres años. Bajo estas condiciones fue complicado implementar las propuestas. El Estado tiene interés en resolver los problemas del agua asociados con cambios en el clima, pero el tema no está colocado entre las autoridades de mayor rango, ni hay interés en la implementación de acciones que reporten beneficios a largo plazo.

La adaptación no sólo se trata de resolver problemas inmediatos, sino también de considerar los retos que el clima plantea a largo plazo. Esto no es fácil de concebir, aunque los actores clave planean o responden a las situaciones inmediatas, no tienen claro qué es cambio climático y por lo mismo les es difícil definir mecanismos de adaptación.

3.4 Cambio climático y vulnerabilidad hídrica en regiones rurales de México

A partir del conocimiento sobre la vulnerabilidad actual a condiciones anómalas del clima y disponiendo de escenarios del clima futuro y sus impactos, es posible proponer algunas estrategias para enfrentar situaciones climáticas adversas. Los mecanismos que se puedan plantear para enfrentar la variabilidad climática interanual conforman valiosos elementos para desarrollar estrategias de adaptación a cambios futuros.

El proyecto “Adaptación y vulnerabilidad frente a la variabilidad del clima y el cambio climático en la gestión del agua en algunas zonas rurales de México”, contó con el apoyo de los fondos sectoriales Semarnat- Conacyt y fue parte de las actividades de investigación del

Programa Agua, Medio Ambiente y Sociedad, del Programa de Investigadores Asociados de El Colegio de México, A.C. (PAMAS-COLMEX). El PAMAS fue financiado por la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. y se desarrolló en colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los resultados de la presente investigación constituyen un acercamiento al entendimiento de la relación entre la escasez o la abundancia de agua, la variabilidad del clima, los efectos del cambio climático y la manera en que las sociedades se organizan y enfrentan ante los cambios ambientales. Se partió de que el análisis de la relación agua-clima se puede nutrir de estudios de caso regionales que permitan iden-



Foto Mario Hernández

tificar medidas potenciales de adaptación, y brindar elementos para el diseño de política pública enfocada a la construcción de capacidades adaptativas a nivel nacional.

Se eligieron regiones ubicadas en la franja semiárida del centro-norte del país, un área particularmente susceptible a los efectos de la variabilidad natural del clima. La primera de ellas se localiza en la parte septentrional de la Mixteca en los límites de Puebla y Oaxaca (Tehuacán-Cuicatlán). La otra región se ubica en el Alto Mezquital en Hidalgo y el centro-oeste de Querétaro. Ambas regiones tienen en común un clima semiárido, el que más del 40% de sus pobladores viven en condiciones de marginación, y problemas para conciliar el desarrollo con la conservación de los recursos naturales (Fig. 3.3).

En las regiones se asientan importantes núcleos de población indígena y se registran graves condiciones de marginación. La introducción

del riego agrícola en las zonas bajas modificó la dinámica socioambiental en los sistemas aledaños y generó conflictos relacionados con la falta de terrenos aptos para el cultivo temporalero y con la escasez de agua para el riego. Estas zonas son importantes referencias de la problemática rural de nuestro país, tanto por sus características poblacionales como ambientales.

Se recopiló información sobre el medio biofísico y el ámbito socioeconómico de cada región. Como parte del diagnóstico se dio énfasis en la caracterización climática, se describió la dinámica socioambiental y la vulnerabilidad del sector agrícola frente a los cambios en la disponibilidad del agua y la ocurrencia de eventos climáticos extremos. Mediante ejercicios de consulta en campo, que incorporaron a diferentes actores sociales, se identificaron la influencia de acciones institucionales en la construcción de capacidades frente a cambios en el clima y las prácticas de algunos grupos sociales para enfrentar dicha variabilidad.

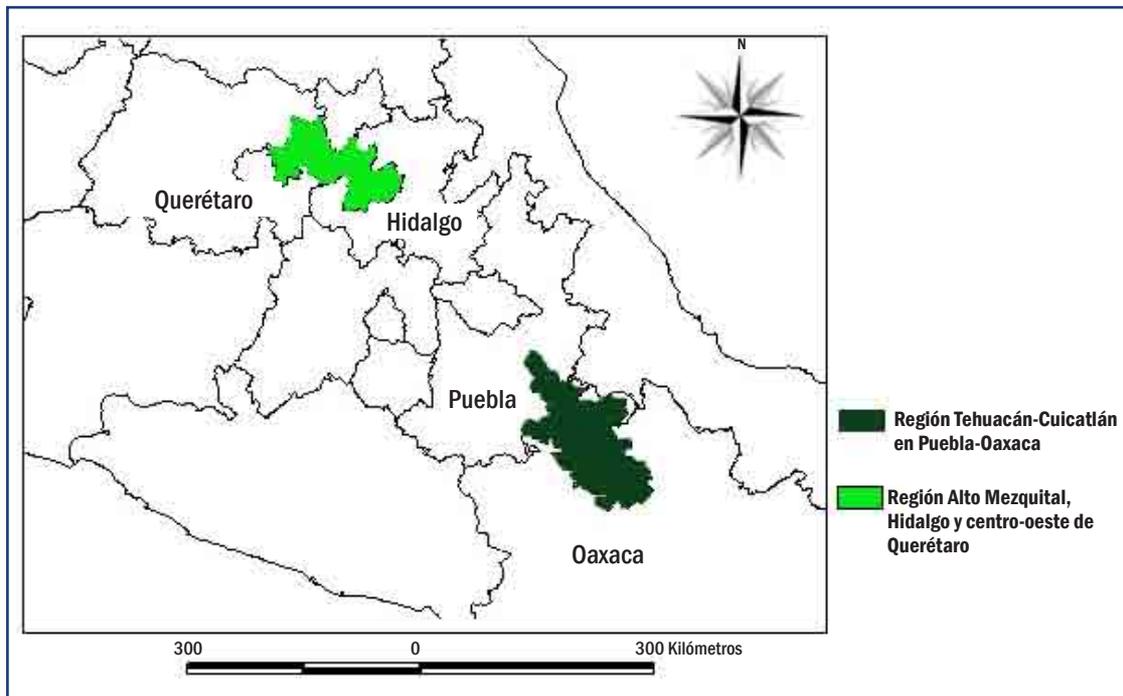


Figura 3.3 Regiones de estudio.

Se determinó la distribución climática y se analizó el comportamiento de la precipitación y la temperatura. Se caracterizaron los principales eventos extremos y las condiciones de vulnerabilidad tomando en cuenta las prácticas agrícolas predominantes, la historia productiva y ambiental de cada región y el uso de sus recursos naturales.

Los principales resultados del proyecto fueron el diagnóstico del riesgo y la caracterización de la vulnerabilidad regional a partir del análisis socioambiental. Se obtuvieron importantes reflexiones sobre la percepción social frente a cambios en el clima y el manejo del agua. El estudio se desarrolló con la colaboración de un comité asesor y la participación de diversas organizaciones gubernamentales y civiles en el periodo de noviembre del 2003 a marzo del 2006.

El riesgo climático

El diagnóstico climático, que consideró datos de los últimos cuarenta años, permitió caracterizar los principales eventos peligrosos, tales como heladas e inundaciones. De acuerdo al patrón de precipitación, anualmente se definen dos periodos, la temporada seca y la húmeda. La primera ocurre de noviembre a abril, en donde las precipitaciones son escasas, representando el 10% de las lluvias anuales. La temporada húmeda ocurre de mayo a octubre; entre estos meses llueve aproximadamente el 90% de las lluvias anuales.

Destacó la tendencia al aumento en la ocurrencia de eventos de lluvia extrema, aunque es posible que se presenten también sequías severas, o bien más prolongadas de lo normal (con una duración de 90-120 días) y con mayor frecuencia. La lluvia extrema se consideró cuando la precipitación anual total de verano fue superior a los 591 mm en Tehuacán-Cuicatlán; o bien a los 470 mm en el caso de Hidalgo-Querétaro. Para la sequía extrema, la precipi-

tación debió estar por debajo de 269 mm en Tehuacán-Cuicatlán, y de los 222 mm para la región de Hidalgo-Querétaro (Fig. 3.4).

Para la región Tehuacán-Cuicatlán el evento extremo que se presentó con mayor regularidad fue la lluvia extrema; en tanto que para la región Hidalgo-Querétaro fue la sequía moderada. Algunas ciudades como Tehuacán, Tecamachalco, Cadereyta y Tolimán, en donde se concentra un gran número de habitantes y de actividades económicas, están ubicadas en zonas de alto riesgo (Fig. 3.5). Frente a cambios en el clima, los asentamientos humanos serán más vulnerables por sus requerimientos de agua, comida, y consumo energético.

Predomina la agricultura de temporal, aunque también existen importantes áreas irrigadas. Se cultiva alfalfa, maíz, chile, cebada, frijol y jitomate, entre otros. Lo accidentado de los suelos y las condiciones socioeconómicas hacen particularmente vulnerable al sector agrícola frente a los cambios en el clima. Los principales fenómenos que impactan a los cultivos son la falta o el exceso de lluvias, así como la presencia de nevadas o granizo. Se estimó que las heladas pueden tornarse más prolongadas, hasta de 120 días, en comparación con el comportamiento observado de entre 50 y 100 días.

Se encontró también que el estado actual de los recursos naturales y la gestión de las áreas naturales protegidas juegan un papel central en la condición de vulnerabilidad regional (Landa y Neri, 2007). Dichos factores, que son comunes en ambas regiones, las hacen sumamente susceptibles frente a los posibles impactos del cambio climático y merman drásticamente las posibilidades de atenuar sus efectos. La descripción a detalle de tal situación está fuera de los alcances del presente libro, pero se debe notar la relevancia que tienen las estrategias de conservación en la disminución de impactos derivados de eventos extremos del clima.

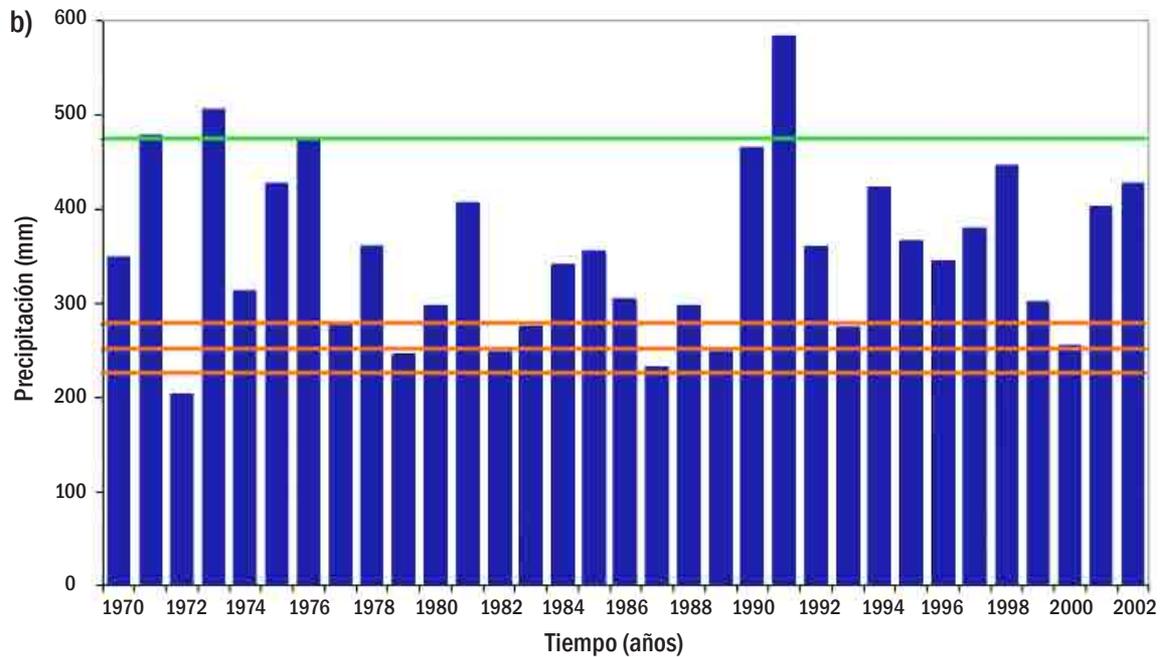
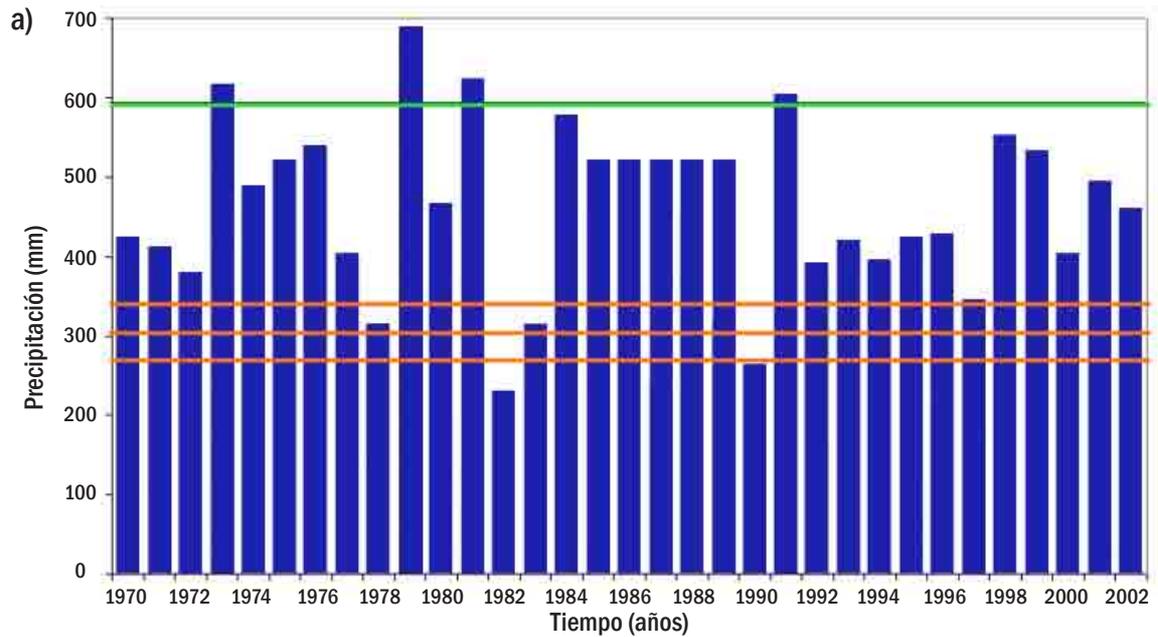
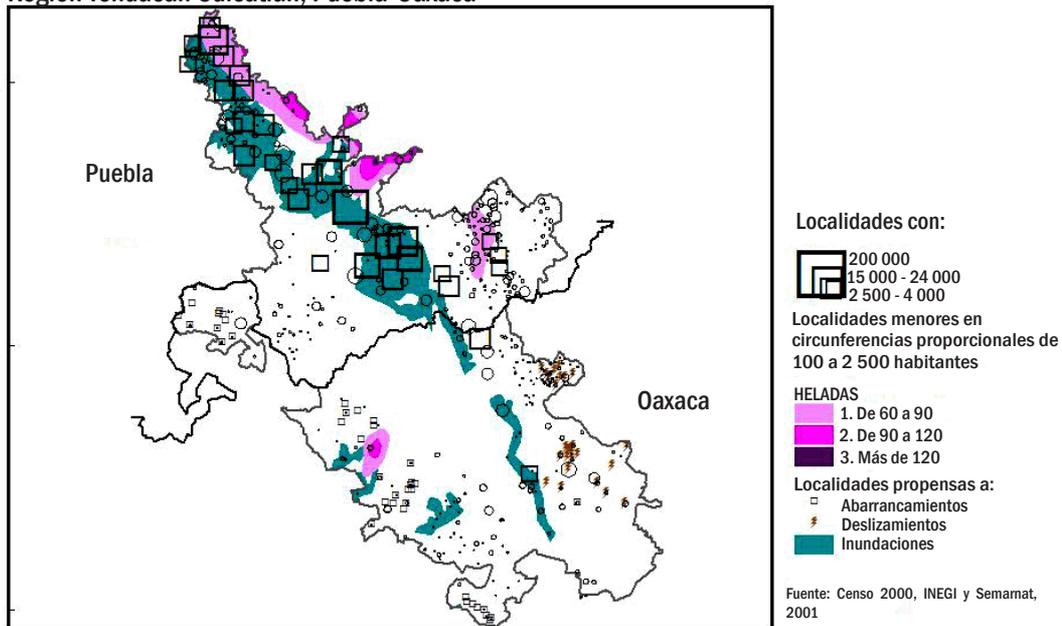


Figura 3.4 Distribución en el tiempo de eventos extremos de precipitación a) región Tehuacán-Cuicatlán; b) región semiárida del Alto Mezquital, Hidalgo y centro-oeste de Querétaro. Las líneas naranjas indican, de abajo hacia arriba, los límites en la precipitación para determinar sequía extrema, severa y moderada, respectivamente. La línea verde indica el límite para la definición de lluvia extrema.

Región Tehuacán Cuicatlán, Puebla-Oaxaca



Región Alto Mezquital Hidalgo y centro-oeste de Querétaro

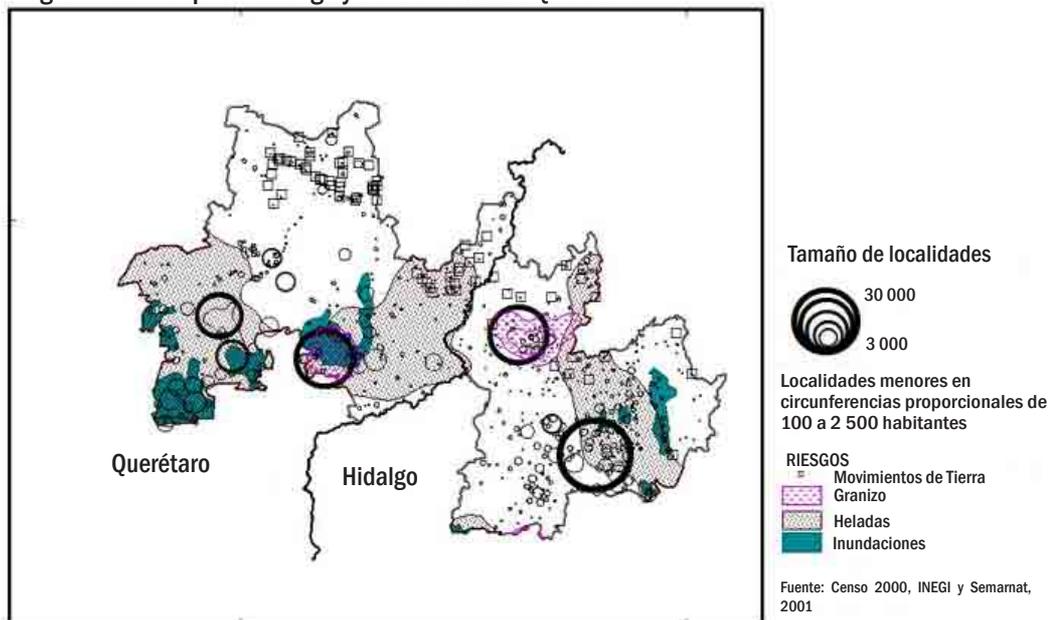


Figura 3.5 Distribución espacial de los riesgos y la población en las regiones de estudio.

Estrategias de conservación y Áreas Naturales Protegidas en el Alto Mezquital en Hidalgo y el centro-oeste de Querétaro

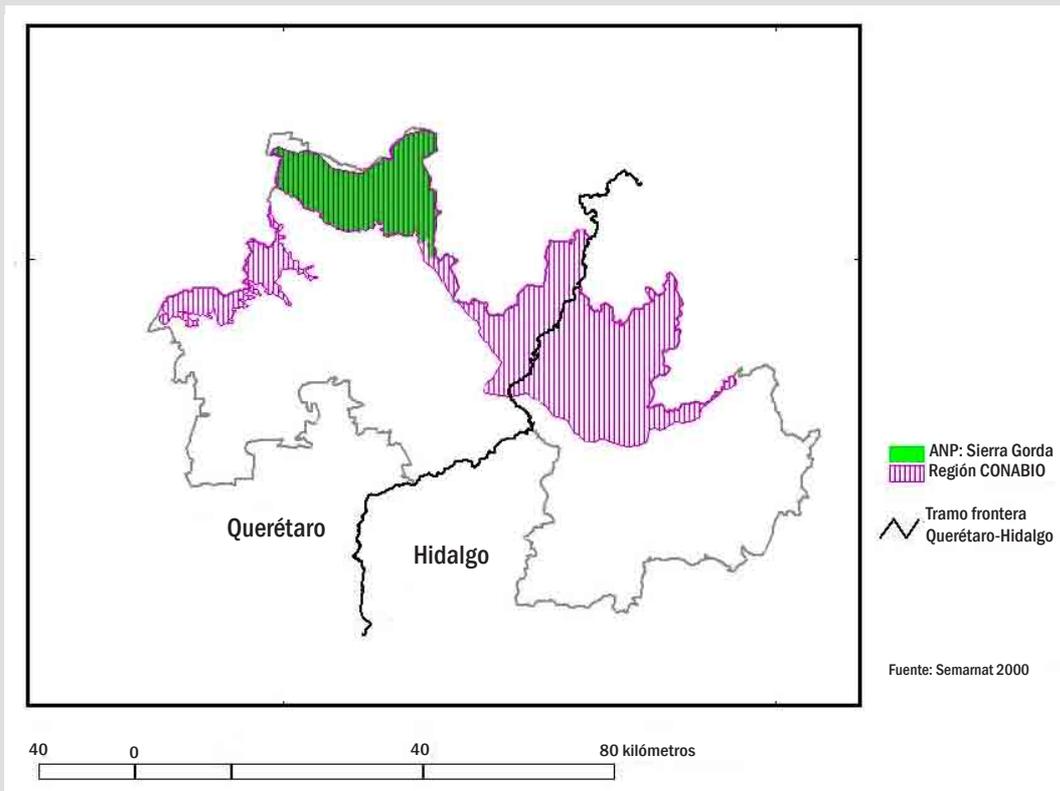
La región del Alto Mezquital en Hidalgo y el centro-oeste de Querétaro está rodeada o incluye dentro de su superficie importantes porciones de ecosistemas bajo alguna categoría de protección. El municipio Cardonal colinda hacia el este con la Reserva de la Biosfera Barranca de Meztitlán en Hidalgo; aunque propiamente esta ANP no se encuentra dentro del área de estudio, si brinda servicios ambientales para el mantenimiento de los ecosistemas en los municipios hidalguenses de la región. Esta ANP protege fundamentalmente a comunidades vegetales de matorral submontano y xerófilo.

La zona de estudio incluye así mismo dos regiones prioritarias terrestres delimitadas por la CONABIO, se trata de la región 102 “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental” que abarca casi la totalidad del municipio de Zimapán y parte de Cadereyta. Además, en la porción queretana se localiza la región 101 “Sierra Gorda río Moctezuma”. En estas áreas se realiza aprovechamiento forestal principalmente de pino, encino y oyamel, aunque también hay producción de no maderables como hongo blanco, heno, musgo y palma camedora.



Foto: Mario Hernández

Dentro de la región prioritaria 102 de la CONABIO, en el municipio de Zimapán se localiza una parte del Parque Nacional “Los Mármoles”, el cual fue decretado en 1936 con una superficie de 23,150 ha. Se ubica al noroeste de Hidalgo, entre las coordenadas 99° 08' 57" y 99° 18' 39" de longitud oeste y 20° 45' 39" y 20° 58' 22" de latitud norte, incluye también parte de los municipios Jacala de Ledesma, Nicolás Flores, y Pacula (<http://www.coedehgo.gob.mx/ANP/Marmoles.pdf>). Al igual que los ecosistemas protegidos en la Sierra Gorda de Querétaro, éste parque brinda importantes servicios ambientales, lo que contrasta con las condiciones de vida en las localidades ubicadas dentro del mismo, y que son aún más precarias que en la Sierra Gorda. Sus habitantes dependen en buena medida de la extracción ocasional de carbón, mármol y otros materiales, no existe información suficiente sobre las posibilidades de diversificación productiva ni sobre cómo los habitantes podrían favorecerse de, y favorecer la existencia de este parque.



Regiones prioritarias para la biodiversidad en el Alto Mezquital, Hidalgo y centro-oeste de Querétaro.

El municipio Peñamiller es el único de la región de estudio que, en el estado de Querétaro, está incluido en el área de la “Reserva de la Biosfera Sierra Gorda”, la cual se localiza en el norte del estado de Querétaro entre los 20° 50’ y 21° 51’ de latitud norte y los 98° 50’ y 100° 10’ de longitud oeste. La formación del Grupo Ecológico Sierra Gorda en 1987 con el propósito de fomentar el desarrollo sustentable, la educación ambiental, la reforestación con especies nativas, la implementación de técnicas ecológicas para disminuir el consumo de leña y mejorar condiciones de saneamiento; culminó en 1997 con el decreto de la reserva que abarca una extensión cercana a las 384,000 hectáreas.

Es muy conocido el papel que ha jugado esta reserva en la conservación de la biodiversidad en México, en ella se encuentran un gran número de ecosistemas y especies endémicas. Es notorio el gran esfuerzo hecho por la conservación de los recursos bióticos, lo que se manifiesta en el alto grado de conservación de miles de hectáreas con vegetación de distintos tipos, que tienen un gran valor paisajístico y estético, así como en la prestación de servicios ambientales. La heterogeneidad natural de esta región, las condiciones del relieve y el estado de sus cuerpos de agua permiten la conservación de múltiples hábitats para la vida silvestre.

Contrasta la riqueza de los recursos naturales protegidos en esta reserva con la marginación de sus habitantes. No se han promovido suficientes alternativas productivas y algunas de las acciones de conservación dejan de lado los intereses de las comunidades humanas. El ecoturismo se ha fomentado de manera importante pero no se ha incorporado del todo a la población en ésta actividad. Destaca por otra parte el grado de organización para el cuidado de la integridad de los ecosistemas que tienen algunas localidades como Chuveje, Escanela y el Municipio Landa de Matamoros; aunque sus acciones no son siempre incorporadas en las estrategias de acción de la ANP. Los habitantes de la actual reserva no han tenido más opción que integrarse a la dinámica de migración temporal o continuar practicando la explotación de recursos faunísticos y florísticos como parte de su estrategia de supervivencia. Aún queda mucho por hacer para lograr conciliar desarrollo y conservación en esta área protegida.

La compleja problemática de las estrategias de conservación instrumentadas en la actualidad en esta región, está relacionada con diversos factores: la dificultad por detener el cambio de uso de suelo, la insuficiencia de estudios sobre los recursos naturales, el uso inadecuado y los patrones no sustentables de producción. Se han ocasionado problemas de erosión hídrica y compactación del suelo, fragmentación de ecosistemas, extracción de flora y fauna, introducción de especies exóticas, actividades de ocupación irregulares y migración de habitantes (<http://www.coedehgo.gob.mx/ANP/Metztitlan.pdf>). Los habitantes no tienen suficiente claridad sobre la importancia de las áreas naturales protegidas ya que –entre otros factores- la conservación se ha orientado mayormente con elementos prohibitivos, más que incluyentes.



Foto: Mario Hernández

Fuente: Landa y Neri, 2007

El agua y la percepción del riesgo

Se encontró que el problema no es de disponibilidad, sino de administración del recurso, lo que ha originado graves conflictos por su acceso en las dos regiones, tiene agua quién puede pagar por ella. Existe una fuerte presión sobre el agua subterránea y se desconocen las reservas. El sector agrícola demanda cerca de 80% del agua, mientras que es crítica la situación en el suministro de agua potable en zonas aisladas.

El grado de presión sobre los recursos hídricos regionales, aumenta la vulnerabilidad actual y futura en términos de disponibilidad del agua para los diferentes sectores de usuarios. El principal problema de los cuerpos de agua superficiales, además del grado de contaminación como el que presenta el río Tula, es el azolve de las principales presas. En condiciones de incremento de la temperatura o escasez de agua, estas fuentes superficiales no funcionarían como reservorios de agua de seguir con la tendencia actual de manejo del recurso. De incrementarse la precipitación de manera significativa, o de presentarse lluvias torrenciales, algunas de las presas tampoco actuarían como buenos receptores de agua dado el grado de azolvamiento que presentan, tal es el caso de Endhó, El Durazno, Rojo Gómez y Golondrinas; situación que implica graves riesgos de desbordamiento e inundaciones.

En ambas regiones existen plantas de tratamiento, pero su funcionamiento está desarticulado de una estrategia efectiva para el reuso del agua. De incrementarse la temperatura por la variabilidad climática, es de esperarse que los tratamientos convencionales para la desinfección del agua no sean del todo eficientes, lo que disminuiría la disponibilidad de agua con calidad adecuada para diferentes usos.

Mediante la aplicación de diversos instru-

mentos para conocer la percepción social sobre el clima, se consultó a tomadores de decisiones, académicos, usuarios y pobladores locales. El 90% de los agentes coincidió en que ha disminuido la lluvia en los últimos años, pero que estos cambios en el clima no son la causa principal de los problemas en sus regiones. El desempleo y la marginación son los factores que más afectan su bienestar. Se encontró que diferentes localidades (hasta el 96% de las estudiadas) cuentan con algunas prácticas ante la eventualidad climática, tales como la construcción y rehabilitación de galerías filtrantes y jagüeyes, entre muchas otras.



Foto: Mario Hernández

Reflexiones

Con los resultados obtenidos por este estudio se aprende que la variabilidad del clima no es la causa principal de los problemas socioambientales que se viven en ciertas regiones rurales. Por otra parte, aunque los problemas derivados de la escasez de agua en época de estiaje son relevantes, se estima que el recurso hídrico sería suficiente para el desarrollo de las distintas actividades de cada región, si se logra un manejo integral de mismo y se garantizara el acceso a los sectores desprotegidos. En las regiones existe un valioso potencial de organización comunitaria para el manejo del agua,

y sus pobladores han desarrollado estrategias frente a condiciones de escasez; lo que puede ser útil para el diseño de acciones enfocadas a la adaptación.

El cambio climático no preocupa de manera importante a los tomadores de decisiones, el manejo de riesgos aún es parcial y sectorial, lo que no permite articular niveles de decisión y por tanto atenuar o prevenir desastres. En los planes de desarrollo regional es deseable incorporar el tema de los efectos del cambio climático y rescatar las estrategias ya adecuadas por los pobladores ante las condiciones variantes del clima.

3.5 Adaptación al cambio climático en Tlaxcala

Este proyecto multilateral y multianual inició en 2003 con el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El proyecto fue un primer acercamiento a la generación de capacidades para la adaptación en diversas regiones y sectores socioeconómicos de países Mesoamericanos y de Cuba. Con su ejecución se ratificó la voluntad del Gobierno de México en contribuir al cumplimiento de sus compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, para facilitar la adaptación al cambio climático y hacer frente a los impactos que se podrían generar en sectores clave para el país; como son el hídrico, el agrícola y el forestal.

El proyecto consistió en desarrollar estudios de caso para probar metodologías, esquemas de trabajos interdisciplinarios e interinstitucionales, así como diseñar estrategias de comunicación e información que pudieran resultar en propuestas de reducción de vulnerabilidad en los sectores hídrico, forestal y agrícola. En el caso de México, se desarrolló un estudio de

estrategias de adaptación en el estado de Tlaxcala, en colaboración entre el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México y diversas entidades de la administración federal, estatal y local. El equipo fue coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través del Instituto Nacional de Ecología (INE-UNAM, 2006).

Se buscaba: favorecer que los actores clave en la toma de decisiones de cada sector, comprendieran la condición de vulnerabilidad ante la variabilidad del clima e incluyeran esquemas para gestionar el riesgo ante cambio climático en sus planes de desarrollo; generar una metodología para evaluar la factibilidad de diversas opciones de adaptación y diseñar acciones para poner en marcha proyectos piloto para la adaptación.

Aunque Tlaxcala representa el 0.2% del territorio nacional, se seleccionó como sitio de estudio por ser ilustrativo de la forma de apropiación y uso de los recursos naturales de la mayor parte del país y por ubicarse en una

zona semiárida particularmente susceptible a los efectos previsibles del cambio climático.

Se definieron estrategias de adaptación en todos los niveles, desde el individual al corporativo y colectivo, y desde lo local a lo estatal. Se instrumentaron en campo algunas medidas propuestas y su evaluación sirvió para comparar las ventajas y limitaciones de distintas medidas de adaptación. Contar con ejemplos donde se muestre la factibilidad de estrategias de adaptación, sus costos y sus efectividades, permitirá a otras regiones del país adecuar los ejemplos a condiciones propias.

La susceptibilidad del agua, la agricultura y los bosques del estado de Tlaxcala, a los efectos de cambio climático se determinó bajo escenarios elaborados con modelos y tendencias de los últimos años. El panorama del uso del agua y los bosques, y del manejo agrícola es poco alentador, ya que se arrastran prácticas que en poco han contribuido a hacer sostenible el manejo de los recursos naturales. La agricultura ha ido ganando terreno a los bosques, sin que ello la lleve a constituirse en un verdadero elemento de desarrollo para el estado. Por el contrario, la agricultura ha perdido importancia en la generación del producto interno bruto, incluso, la proporción de trabajadores dedicados al campo ha disminuido en comparación con los que se dedican a otras ramas de la producción.

Las tendencias sugieren que la falta de apoyos a la agricultura, el uso inadecuado de tierras y agua, el envejecimiento de los trabajadores, la migración y el empobrecimiento del sector agrícola, harán que éste produzca sólo para autoconsumo. Incluso las zonas productivas de riego se verán amenazadas con el abatimiento de los acuíferos, debido a su sobreexplotación y al crecimiento de la zona urbana, que demandará más agua. Al conside-

rarse el efecto del cambio climático, la situación se agravaría debido a la pérdida de humedad del suelo y a alteraciones en el inicio de la temporada de lluvias. El incremento potencial de algunos eventos extremos como lluvias torrenciales y granizadas, se volverá un peligro que aumentará el riesgo a las ya altas probabilidades de desastre en la agricultura de temporal.

Los bosques son sin duda uno de los elementos ambientales clave que permitirían amortiguar los impactos del cambio climático. Localmente, permiten regular el microclima y mantener el balance hídrico. En el sector bosques de Tlaxcala, las superficies forestales han disminuido substancialmente. Los efectos de los incendios y los cambios de uso de suelo con fines agropecuarios han llevado a que las pocas superficies remanentes estén amenazadas, pues aun manteniendo su carácter de áreas protegidas, no es posible conservarlas por la falta de planes adecuados de manejo. Como en otros casos, el sector requiere de apoyos que le ayuden a revertir las tendencias de pérdida del bosque. Dichos apoyos podrían ser en forma de pago por servicios ambientales por captura de carbono y recarga de acuíferos.

Las proyecciones indican que de no actuar-se desde ahora, en aproximadamente cincuenta años la superficie de bosques del estado se reducirá a sólo 20% de lo que tenía a finales del siglo XX. Sin embargo, un verdadero programa de recuperación podría ayudar a conservar una buena proporción de los recursos forestales de Tlaxcala. Para ello, los planes de reforestación deben tomar en cuenta que las condiciones climáticas en los próximos veinte o treinta años comenzarán a mostrar señales del cambio climático. Por tanto, las especies que se consideren en la reforestación, deberán ser resistentes a mayores temperaturas, a mayor incidencia de plagas y a mayor ocurrencia de periodos secos.

El recurso hídrico en Tlaxcala parece tener un futuro similar al que se observa en algunas regiones semiáridas del país, en donde la disponibilidad está por debajo de los mínimos sugeridos por los organismos internacionales para satisfacer las necesidades básicas de la población. Aunque en tres de los cuatro acuíferos de Tlaxcala no se registra aún sobreexplotación, la situación que experimentan parece acercarse rápidamente a tal condición. El tipo de manejo en la agricultura; los altos niveles de contaminación en los cuerpos de agua superficiales y en los acuíferos, producto de una creciente actividad industrial y un desarrollo urbano con poca planeación; así como la falta de respeto a las zonas de veda; harán que el problema del agua sea el más grave. Al considerarse el factor cambio climático, que podría llevar a la disminución en la humedad del suelo y a menor disponibilidad de agua por aumento de la evapotranspiración; sería primordial ejecutar acciones que, además de propiciar la participación social en el uso y la conservación del recurso hídrico, garanticen el abasto en cantidad y calidad adecuada a la población, a los procesos productivos y al gasto ecológico.

Reflexiones

Es prioritario considerar en la planeación del desarrollo a la vulnerabilidad del país frente a las perturbaciones asociadas a fenómenos hidrometeorológicos extremos, también es necesario que el país evalúe las posibles consecuencias económicas del cambio climático, invierta en infraestructura de prevención para zonas densamente pobladas y expuestas a eventos extremos, e incentive la investigación y el desarrollo para aprovechar o crear tecnologías en los sectores energético, hídrico, agrícola, forestal y ganadero, entre otros.

La variabilidad del clima, que incluye eventos climáticos extremos como las sequías y

las inundaciones, ocasiona ya grandes pérdidas. Los esfuerzos para la adaptación a estos eventos podrían ayudar a reducir los daños a corto plazo, independientemente de cualquier cambio que pueda sufrir el clima a largo plazo. Las acciones y políticas encaminadas al mejor manejo de los recursos naturales y al desarrollo sustentable son esenciales para promover la adaptación.

El diseño de estrategias de adaptación para realidades concretas es una tarea complicada, en cierta forma debido a las incertidumbres. Todavía no es posible cuantificar con precisión los probables impactos futuros sobre un sistema en particular y en un lugar determinado. Esto se debe a que las proyecciones del cambio climático a nivel regional son inciertas, la comprensión que se tiene actualmente de los procesos naturales y socioeconómicos es limitada, y la mayor parte de los sistemas están sujetos a fuerzas diferentes que interactúan.

En los últimos años el conocimiento del sistema climático se ha incrementado enormemente, pero la investigación y el monitoreo aún son esenciales para lograr una mejor comprensión de los impactos potenciales asociados al cambio climático y de las estrategias de adaptación necesarias para abordarlos.



Foto: Grupo de Meteorología Tropical, CCA-UNAM.

3.6 Lluvias e inundaciones en Tabasco y Chiapas en octubre del 2007

El día 28 de octubre del 2007 se presentaron en Chiapas lluvias muy intensas de casi de 400 mm en un día, asociadas con el frente frío número cuatro de la temporada (Fig. 3.6), las que ocasionaron inundaciones con graves consecuencias para Tabasco en general, y para Villahermosa en particular. El problema llevó a cuestionar a diversas instancias ante la falta de medidas estructurales de reducción del riesgo. Las primeras declaraciones oficiales recurrieron al paradigma naturalista que explica el desastre en términos de la intensidad del fenómeno natural, sin hacer referencia a la vulnerabilidad que se ha construido en la región durante años. Mediante un análisis de los aspectos meteorológicos se encuentra que si bien, se trató de eventos hidrometeorológicos extremos, muy probablemente relacionados con el proceso de cambio climático global, el fondo del problema

estuvo en el manejo de la cuenca y en los efectos de un esquema de desarrollo regional no sustentable.

El fenómeno hidrometeorológico

Es necesario revisar la secuencia de eventos hidrometeorológicos y algunas de las condiciones físicas de la región afectada que influyeron en la ocurrencia del desastre. La zona sur de México, en particular las cuencas de los ríos Grijalva y Usumacinta, constituyen una región con altísimas precipitaciones todo el año. En promedio, se puede esperar que anualmente se registren lluvias de entre 3,000 y 4,000 mm, siendo los meses de septiembre y octubre los que registran las mayores precipitaciones (Fig. 3.7a), pudiendo ser éstas de más de 1,000 mm en un mes (Fig. 3.7b).

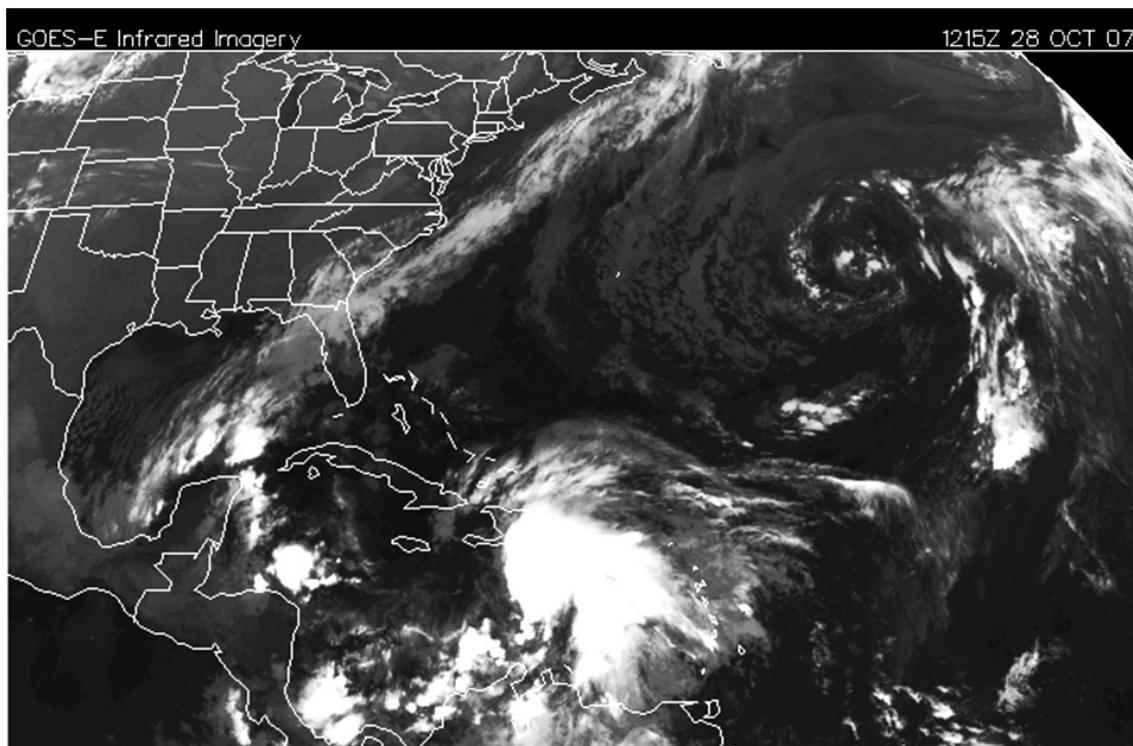


Figura 3.6. Imagen de satélite en canal visible, del 28 de octubre de 2007 que muestra en frente frío número 4 sobre el golfo de México y el huracán Noel en el mar Caribe.

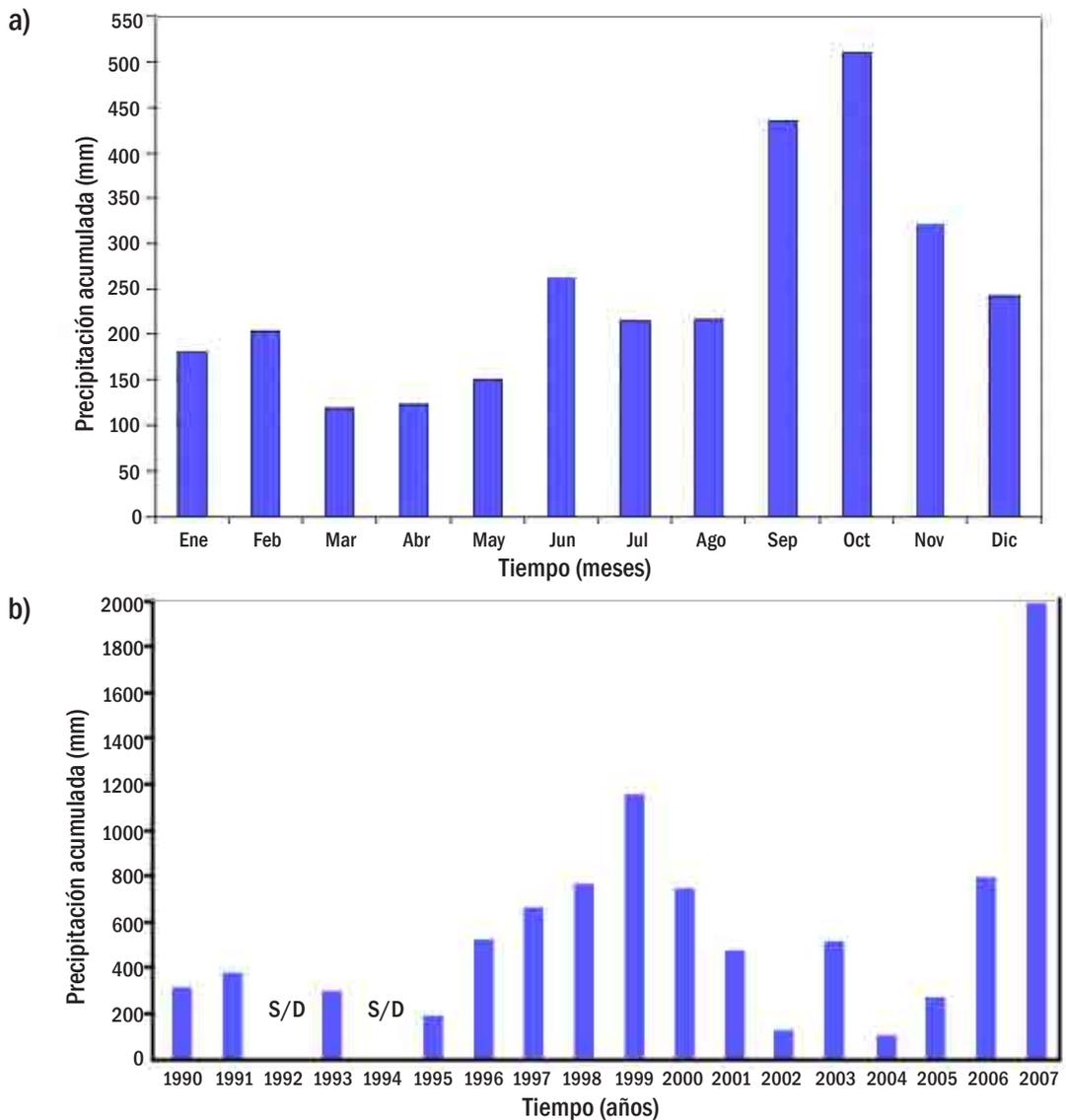


Figura 3.7 a) Ciclo anual de las lluvias en Ocotepéc, Chiapas, b) Valores de precipitación acumulada en Ocotepéc, Chiapas para el mes de octubre entre 1990 y 2007.
Datos: CLICOM, 2007. Climate computing (WCP) http://www.wmo.ch/pages/prog/wcp/wcdmp/wcdmp_home_en.html
 S/D indica falta de datos.

Como en gran parte del planeta, las precipitaciones en el sur de México son moduladas por el efecto El Niño/Oscilación del Sur. En su fase La Niña, la región tiende a experimentar lluvias por encima de lo normal (Magaña, 1999) durante gran parte del verano y el otoño. Tal fue el caso de las inundaciones de octubre de 1999, cuando la ciudad de Villahermosa se vio afecta-

da por precipitaciones muy por encima de lo normal. Durante gran parte del 2007 se tuvieron condiciones La Niña. Los modelos climáticos usados para predicciones estacionales del clima indicaban, desde los meses de julio y agosto, que existían altas probabilidades de que las lluvias para septiembre, octubre y noviembre del 2007 estuvieran en el tercil superior de la

distribución de las lluvias históricas para ese periodo (Fig. 3.8), es decir entre las más altas de muchos años.

Sin embargo, en nuestro país, y entre los tomadores de decisiones, hay poca experiencia en qué hacer con un pronóstico climático. Los desastres relacionados con el clima en los años 1997, 1998, 2001, 2005, y 2007; son sólo algunos ejemplos de las insuficientes acciones preventivas ante un pronóstico estacional que indica condiciones de amenaza. Las lluvias en octubre del 2007 confirmaron los pronósticos hechos casi cinco meses antes (<http://iri.columbia.edu>),

presentándose como muy intensas, con un patrón similar al observado en octubre de 1999, es decir, de condiciones La Niña.

En la zona sur de México y en gran parte del país, el cambio climático comienza a manifestarse en forma de un aumento en la intensidad y el número de eventos hidrometeorológicos extremos, como son ondas de calor y tormentas severas (Aguilar et al., 2005). Bajo cambio climático, es muy probable que la intensidad de los aguaceros sea mayor (IPCC, 2007). Así, hasta hace algunas décadas las precipitaciones fuertes eran del orden de los 200 mm en un día en el

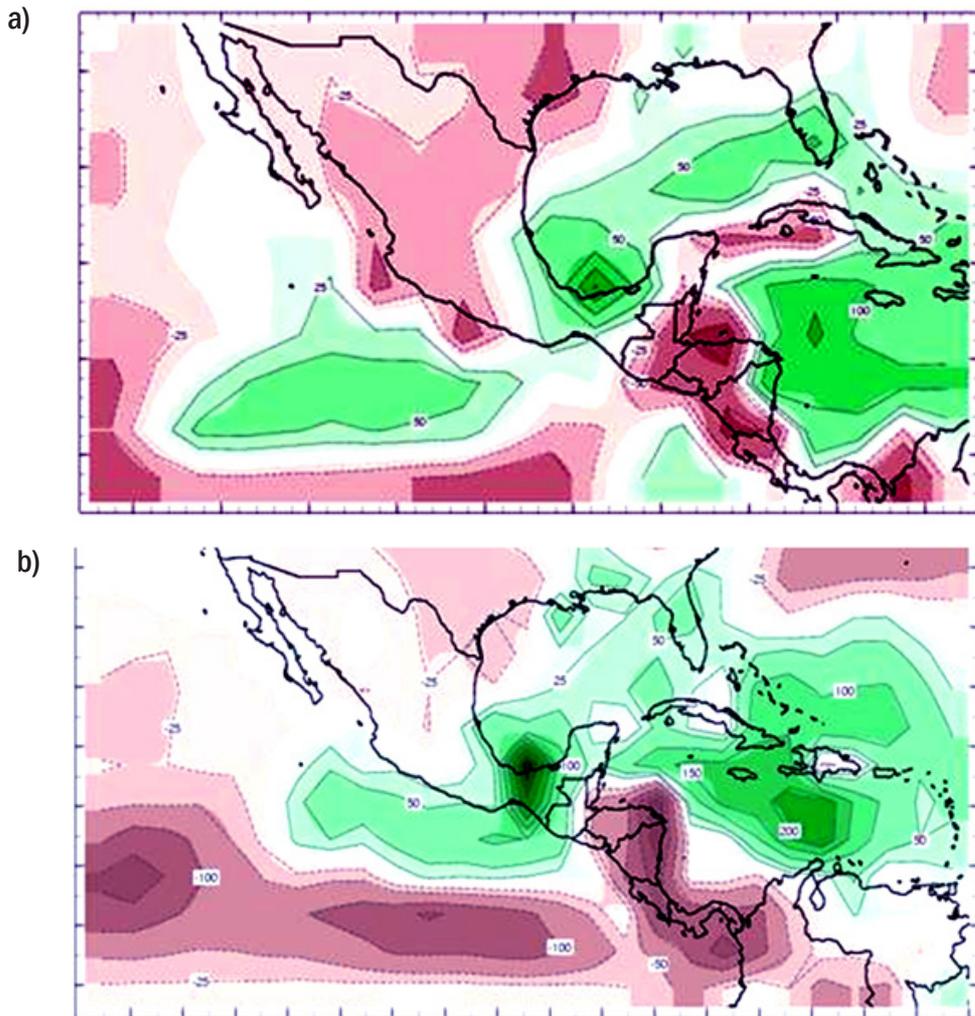


Figura 3.8 Anomalías de precipitación en México en el mes de octubre a) 1999 y b) 2007.

sur de México. Hacia finales del siglo pasado, la intensidad de tormentas severas llegaba alrededor de los 300 mm en un día. Entre el 28 y 30 de octubre del 2007 se presentaron aguaceros de intensidad de entre 300 y 400 mm por día en Ocoatepec, Chiapas, mostrando que los eventos intensos son cada vez más fuertes.

Las lluvias de octubre y noviembre estuvieron principalmente relacionadas con la actividad de Nortes en la zona del golfo de México. El frente frío número cuatro, combinado con flujo de humedad del ciclón tropical Noel, provocó precipitaciones muy intensas, las cuales fueron pronosticadas con precisión al menos tres días antes de ocurrir. Los tres días previos al 28 de octubre, habían transcurrido sin precipitaciones significativas en las cuencas Grijalva y Usumacinta. En otras palabras, tras un periodo seco de tres a cuatro días llegaron lluvias extremas que en teoría, podrían haber permitido un manejo de los flujos de agua en la cuenca, con al menos tres días de anticipación.

Algunos análisis simples de la relación entre lluvia y caudal en el río Grijalva, sugieren que en los meses de octubre las lluvias intensas se reflejan en cambios en el caudal del río, entre uno y dos días después. Por ejemplo, lluvias del orden de 300 mm en un día, se traducen en cambios de caudal del orden de 300 m³/s, tal como ocurrió en octubre de 1980. Esta relación lluvias-cambios en el flujo en el río Grijalva, no guarda congruencia con los 2,000 m³/s liberados de la presa Peñitas, y que se registraron durante la etapa más crítica de las lluvias intensas de octubre del 2007; lo que contribuyó a la inundación.

Un aspecto de la vulnerabilidad regional

En todo desastre de los mal llamados “naturales”, existe una gran vulnerabilidad, producto de un mal modelo de desarrollo regional. En

las cuencas Grijalva y Usumacinta se han construido condiciones de alta vulnerabilidad a lluvias intensas. Es claro que la vulnerabilidad es multifactorial y por ello es difícil precisar un solo elemento para analizar la causa del desastre de finales de octubre del 2007 en Tabasco. Por principio de cuentas se pueden mencionar factores de tipo ambiental relacionados con el cambio de uso de suelo, que alteran el ciclo hidrológico. El sureste es quizá una de las regiones del país en donde el uso del suelo ha cambiado más dramáticamente en las últimas tres décadas (Fig. 3.9), al convertirse amplias áreas de selvas tropicales al uso agrícola y ganadero. La deforestación ha sido enorme y con ello se ha alterado el balance hídrico de la región, no sólo en términos de cantidad de lluvias, sino también en la relación escurrimiento-infiltración.

La deforestación aumenta la proporción de escurrimiento con respecto de la infiltración, principalmente bajo lluvias intensas, lo que hace que por ejemplo, las zonas bajas de Tabasco sean más proclives a la inundación. Dicho de otra forma, la deforestación en Chiapas genera vulnerabilidad en Tabasco. Adicionalmente, los azolves arrastrados por la lluvia en la zona deforestada, se acumulan con frecuencia en los cauces de los ríos y disminuyen su capacidad. Ante ello, las condiciones de la cuenca en años recientes son muy diferentes a las que existían en los años ochentas, por lo que aunque en octubre de 1980 se registraron lluvias acumuladas en tres días de más de 700 mm en la zona de Villahermosa, no se produjeron inundaciones de mayores proporciones.

Adicionalmente, el incremento de la agricultura de temporal, a costa de áreas de selva tropical en Chiapas, produce inestabilidad de laderas. Las imágenes de satélite de la localidad San Juan Grijalva muestran que, alrededor de la zona de deslave que provocó el bloqueo de la corriente del río Grijalva, entre las presas Malpaso

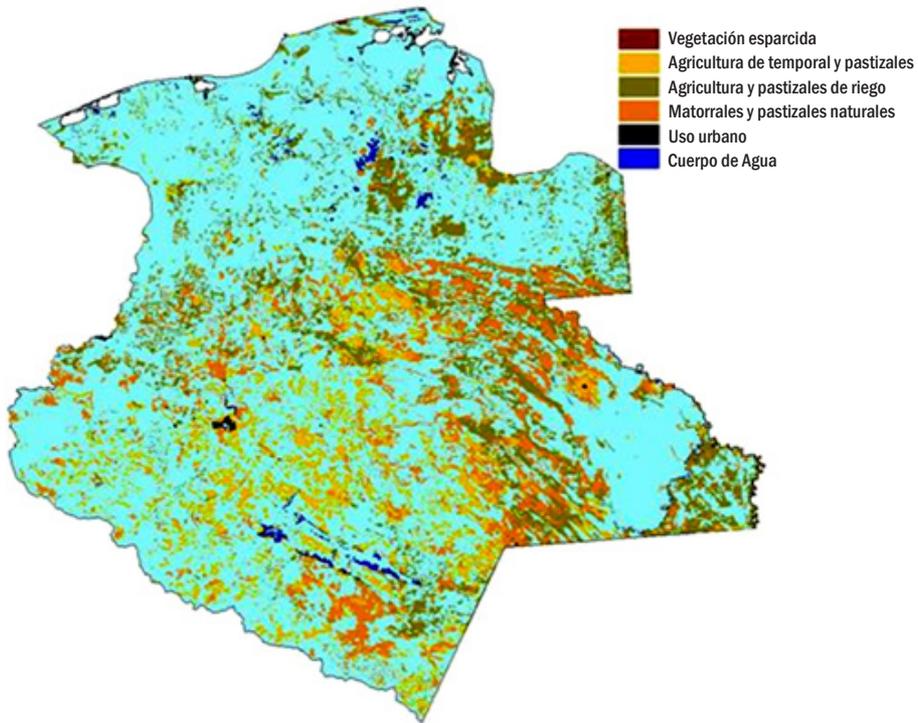


Figura 3.9 Áreas deforestadas entre 1976 y 2000 en la región Grijalva-Usumacinta. En azul claro las áreas sin cambios en el periodo. Los colores indican la expansión de áreas dedicadas al pastoreo extensivo y a la agricultura.



Figura 3.10 Imagen de satélite de la zona de San Juan Grijalva en Chiapas en noviembre de 2007.

y Peñitas, hay gran cantidad de pequeñas parcelas dedicadas a la agricultura (Fig. 3.10). Dicha condición aumenta la inestabilidad de las laderas y, ante la ocurrencia de lluvias intensas, son más susceptibles a procesos erosivos en masa. Este patrón de uso del suelo se manifiesta en toda la región sureste del país.

Reflexiones

Las inundaciones de Tabasco en 2007 son un reflejo de la construcción de vulnerabilidad, que en combinación con un ciclo hidrológico más intenso, al parecer relacionado con el cambio climático, tiene un costo socioeconómico enorme. Así pues, los costos del desastre son de

gran magnitud tanto en lo económico, como en lo social y lo ambiental. Después del desastre, se comienzan a identificar los factores de vulnerabilidad no atendidos. La conclusión siempre es que, las acciones de prevención hubieran sido mucho menos costosas que las de enfrentar la emergencia y el proceso de recuperación. Lo ocurrido en esta zona no es privativo de México, en muchas otras partes del mundo la deforestación en bosques tropicales para convertirlos en zonas de agricultura y ganadería ha llevado al deterioro de los ecosistemas y de la dinámica ecológica; generando condiciones de alta vulnerabilidad frente a procesos como el de cambio climático.

3.7 Lecciones

A partir de los casos revisados se pueden retomar debilidades y fortalezas para diseñar medidas de adaptación en diferentes ámbitos, y en particular para el manejo de los recursos hídricos. El caso del Comité de vigilancia de los ríos Atoyac y Nexapa deja de manifiesto el evidente papel que puede jugar la organización local y el valor de la autogestión en el manejo del agua y en la implementación de posibles medidas de adaptación frente al cambio climático.

En el caso de La Comarca Lagunera, uno de los elementos más destacables en la dinámica fue la organización cooperativa y la conformación del sistema productivo. El análisis de este caso brinda elementos para la planeación hídrica con visión de largo plazo, sumamente importante en términos de cambio climático, ya que los efectos de los escenarios previstos se harán más evidentes dentro de veinte o treinta años. La incorporación de la visión sistémica y de una amplia escala temporal en la caracterización de la vulnerabilidad regional, garantizaría la permanencia y la evolución de

las medidas que se pudieran proponer en el presente para adaptarse al cambio climático.

Este caso ilustra lo que, en mayor o menor grado, ha sucedido desde mediados del siglo pasado y hasta nuestros días en diversas regiones rurales de extrema pobreza de nuestro país, cuya población además tiene un alto componente indígena. Se trata del grave deterioro de los recursos naturales para generar riqueza, acompañado del desplazamiento y empobrecimiento cultural, tecnológico y productivo de los sectores desprotegidos. Estas situaciones se pueden repetir pero sumamente agudizadas frente a los efectos del cambio climático.

En las distintas regiones y casos analizados el principal problema por enfrentar bajo cambio climático será la disponibilidad de agua. Las principales fuentes de este recurso son los acuíferos, sujetos a intensa explotación para irrigación en la agricultura. De los cuerpos subterráneos se cuenta con poca información sobre su nivel de abatimiento y reserva, y además ya existen en diferentes partes fuertes conflictos por este recurso entre sectores de usuarios.

Una diferencia notable entre las regiones del estudio sobre vulnerabilidad hídrica y cambio climático y el caso de Hermosillo, es el origen de las lluvias en cada región. Aunque la mayor parte de la precipitación ocurre en los meses de verano, la ocurrencia de lluvias en Sonora está asociada con el monzón mexicano, mientras que en la región de Tehuacán-Cuicatlán son originadas principalmente por los vientos alisios, ondas del este y ciclones tropicales. Sonora se ve afectada en invierno por algunos frentes fríos que llegan a producir lluvias y nevadas en las partes altas del estado, mientras que en la región Tehuacán-Cuicatlán el aire seco y frío proveniente de las latitudes medias origina bajas temperaturas y lluvias ligeras. En Tehuacán-Cuicatlán El Niño es un factor modulador esencial de las lluvias, cuando es año El Niño, el régimen de lluvias de verano presenta una disminución en la cantidad de precipitación, en contraparte cuando es año La Niña las lluvias de verano se intensifican. En ambas regiones la forma de llover ha variado, presentándose más lluvias intensas año tras año.

Aun considerando las diferencias en el origen de la precipitación y sus efectos en cada

región, se puede decir que las medidas de adaptación propuestas para Hermosillo parecen ser viables de aplicarse en Tehuacán-Cuicatlán y en la región semiárida del Alto Mezquital en Hidalgo y el centro-oeste de Querétaro. Las medidas están dirigidas a desarrollar un cambio en los hogares, a mejorar el aprovechamiento de las fuentes de energía y a racionar la distribución del agua entre sus distintos usos. Estas posibles opciones para planear la adaptación enfrentan, entre sus principales obstáculos, a las insuficientes políticas públicas enfocadas a alentar construcciones alternativas para la vivienda.

En el caso del uso de técnicas para retener el agua, tanto en Sonora como en las principales ciudades de las regiones de estudio, los habitantes están convencidos de que su única opción es aprovechar el exceso de agua de la temporada lluviosa, situación que favorece la implementación de medidas para la captación de agua de lluvia, de alternativas en la infraestructura sanitaria y de acciones para el uso racional del agua. Esto representaría en el mediano plazo ciertas ventajas adaptativas. El estudio en Hermosillo, Sonora brinda bases importantes para la adaptación en ciertos sistemas urbanos.



Foto: Mario Hernández



Foto: Carolina Neri

Las principales orientaciones derivadas del caso de vulnerabilidad hídrica regional en Puebla, Oaxaca, Hidalgo y Querétaro; así como los resultados del estudio realizado en Tlaxcala como parte del proyecto sobre fomento de capacidades para la adaptación al cambio climático; permiten contar con medidas de adaptación que pueden comenzar a instrumentarse. Ambos estudios tienen gran valor en términos de replicabilidad, propuesta metodológica y base conceptual relativamente sencilla de aplicar a otros estados del país, por lo que también representan un buen avance en la elaboración de Programas Estatales de Acción Climática.

El caso Tabasco muestra los efectos de la vulnerabilidad construida. Deja ver la importancia de la planeación de mediano y largo plazo en el manejo del recurso hídrico, la necesidad y la utilidad de la información que brinda el diagnóstico climático en el manejo de las presas, y la urgencia de aplicar el Ordenamiento Ecológico

General del Territorio y vigilar su cumplimiento con miras a proteger a los centros de población bajo esquemas preventivos.

De los probables escenarios de cambio climático previstos para el 2050, se esperaría ya sea más temperatura con menos lluvia, o bien más temperatura con un poco más de lluvia y aguaceros. Para ambos escenarios, la tendencia será de mayor evaporación debida a las altas temperaturas, menor humedad del suelo, menor disponibilidad de agua y aumento tanto en la extracción de agua de los acuíferos como en el consumo de energía (debido al uso de aparatos de aire acondicionado para mantener el confort). En el caso del segundo escenario, si bien es cierto que la precipitación aumentaría, el crecimiento en la demanda superaría por mucho el crecimiento en la oferta, es por ello que los asentamientos humanos serán altamente vulnerables en cuanto a la satisfacción de sus requerimientos de agua, y bajo cambio climático

requerirán un consumo mayor de energía para el control de la temperatura en casas e industrias, así como para la conservación de los alimentos.

La variabilidad climática reciente, expresada en sequías, inundaciones o en la ocurrencia de más huracanes intensos, requiere atención inmediata, ya que es a través de estos fenómenos que el cambio climático se va a manifestar. Es

muy probable que los mecanismos de adaptación que se propongan en la actualidad para enfrentar la variabilidad climática interanual constituyan las bases de lo que será la adaptación ante el cambio climático, por lo que trabajar en este campo resulta fundamental.

En el cuadro 3.2 se aprecia una comparación de los principales aspectos abordados en cada caso.

| Estudio de caso | Problemática | Características de la dinámica | Aportaciones |
|--|---|--|--|
| <p>Comité de vigilancia de los ríos Atoyac y Nexapa, Puebla</p> | <p>Disputas por los derechos de agua de los ríos Atoyac y Nexapa; control de volúmenes de agua para uso agrícola.</p> | <p>El Comité de Vigilancia de los ríos Atoyac y Nexapa se funda para reglamentar y normar el riego a partir de la organización social de regantes.</p> <p>Transformaciones vinculadas con la creación del distrito de riego.</p> <p>Reorganización de la operación del sistema hidráulico, pero no se fortalece la participación social.</p> | <p>Importancia de la organización social y las prácticas autogestivas en el manejo de los recursos hídricos.</p> |
| <p>Producción agropecuaria y deterioro ambiental en La Comarca Lagunera</p> | <p>Región altamente productiva, pero sujeta a patrones de desarrollo insustentables.</p> <p>Confrontación entre los intereses del sector privado con los del sector ejidal.</p> | <p>Estructura del sistema determinada por el acceso al agua y a los créditos.</p> <p>Sector privado con acceso a agua, alta tecnología, sector ejidal marginado.</p> <p>Sistema colapsado tras los efectos del modelo de producción sobre el medio físico y el agotamiento de los recursos hídricos.</p> | <p>Análisis sistémico como herramienta para caracterizar y entender escenarios de vulnerabilidad, vinculados con el deterioro ambiental y la situación de los sectores desprotegidos.</p> |
| <p>Adaptación al cambio climático en Hermosillo, Sonora</p> | <p>Ante los problemas de disponibilidad de agua en el norte de México se evalúan posibilidades de adaptación a los impactos del cambio climático.</p> | <p>Alta vulnerabilidad del sistema urbano a cambios en el clima.</p> <p>Implementación de estrategias diseñadas bajo distintos escenarios de cambio climático, limitada por obstáculos administrativos y vacíos normativos.</p> <p>Desarrollo de opciones factibles para enfrentar los problemas actuales asociados a la variabilidad del clima, así como los esperados bajo cambio climático.</p> | <p>Desarrollo de alternativas tecnológicas para enfrentar problemas en viviendas ante cambios en la temperatura y en la disponibilidad de agua.</p> <p>Relevancia de involucrar a los actores clave en la consideración y análisis de opciones para adaptarse al estrés ambiental.</p> |

| Estudio de caso | Problemática | Características de la dinámica | Aportaciones |
|--|--|---|---|
| <p>Cambio climático y vulnerabilidad hídrica en regiones rurales</p> | <p>Regiones ubicadas en la franja centro-norte del país, altamente vulnerables a la variabilidad y al cambio climático.</p> | <p>Experiencias vinculadas con el manejo de la escasez de agua y el desarrollo de estrategias sociales frente a condiciones adversas del clima.</p> <p>Efectos de la variabilidad del clima poco determinantes sobre las condiciones de bienestar, en comparación con la disponibilidad de empleo y el acceso a bienes y servicios.</p> | <p>Aplicación del análisis socioambiental, en combinación con el diagnóstico climático, para identificar amenazas y caracterizar condiciones de vulnerabilidad en regiones rurales.</p> <p>Importancia de la organización comunitaria de manejo del agua y de la percepción social en el diseño y la implementación de estrategias de adaptación.</p> <p>Caracterización de la dinámica político-institucional para apoyar el diseño de estrategias preventivas.</p> <p>Metodología base para elaborar Programas Estatales de Acción Climática.</p> |
| <p>Capacidades para la adaptación al cambio climático en Tlaxcala</p> | <p>Necesidad de contar con un plan integral para la adaptación frente a cambio climático en los sectores forestal, hídrico y agrícola.</p> | <p>Tlaxcala es representativo de algunas condiciones biofísicas y socioeconómicas nacionales.</p> <p>Definición de estrategias de adaptación y estimación de su viabilidad en diferentes sectores.</p> | <p>Fundamentos para realizar diagnósticos de la vulnerabilidad por tipo de amenaza y sector social.</p> <p>Planeación de estrategias de adaptación a partir de capacidades locales.</p> <p>Modelo base para elaborar Programas Estatales de Acción Climática.</p> |
| <p>Lluvias e inundaciones en Tabasco y Chiapas en octubre 2007</p> | <p>Ocurrencia de lluvias extremas extraordinarias, las que en combinación con el uso ineficaz de la información hidroclimática y el cambio de uso del suelo provocan efectos devastadores.</p> | <p>Sistema colapsado ante los impactos socioambientales que rebasan su capacidad. Como elementos determinantes de la dinámica se identifican a las transformaciones de uso del suelo en las cuencas Grijalva y Usumacinta y al manejo hidráulico.</p> <p>Acciones desvinculadas del pronóstico meteorológico. Inundación con graves repercusiones para las personas y sus bienes.</p> | <p>Evidencia de la alta vulnerabilidad construida y de la escasa preparación ante lluvias intensas.</p> <p>Vulnerabilidad incrementada por el deterioro ambiental y el insuficiente manejo de la información.</p> <p>Importancia del uso oportuno de la información climática, para prevenir desastres.</p> |

Cuadro 3.2 Elementos para la adaptación derivados de las experiencias reseñadas sobre manejo de recursos hídricos ante la variabilidad del clima.

