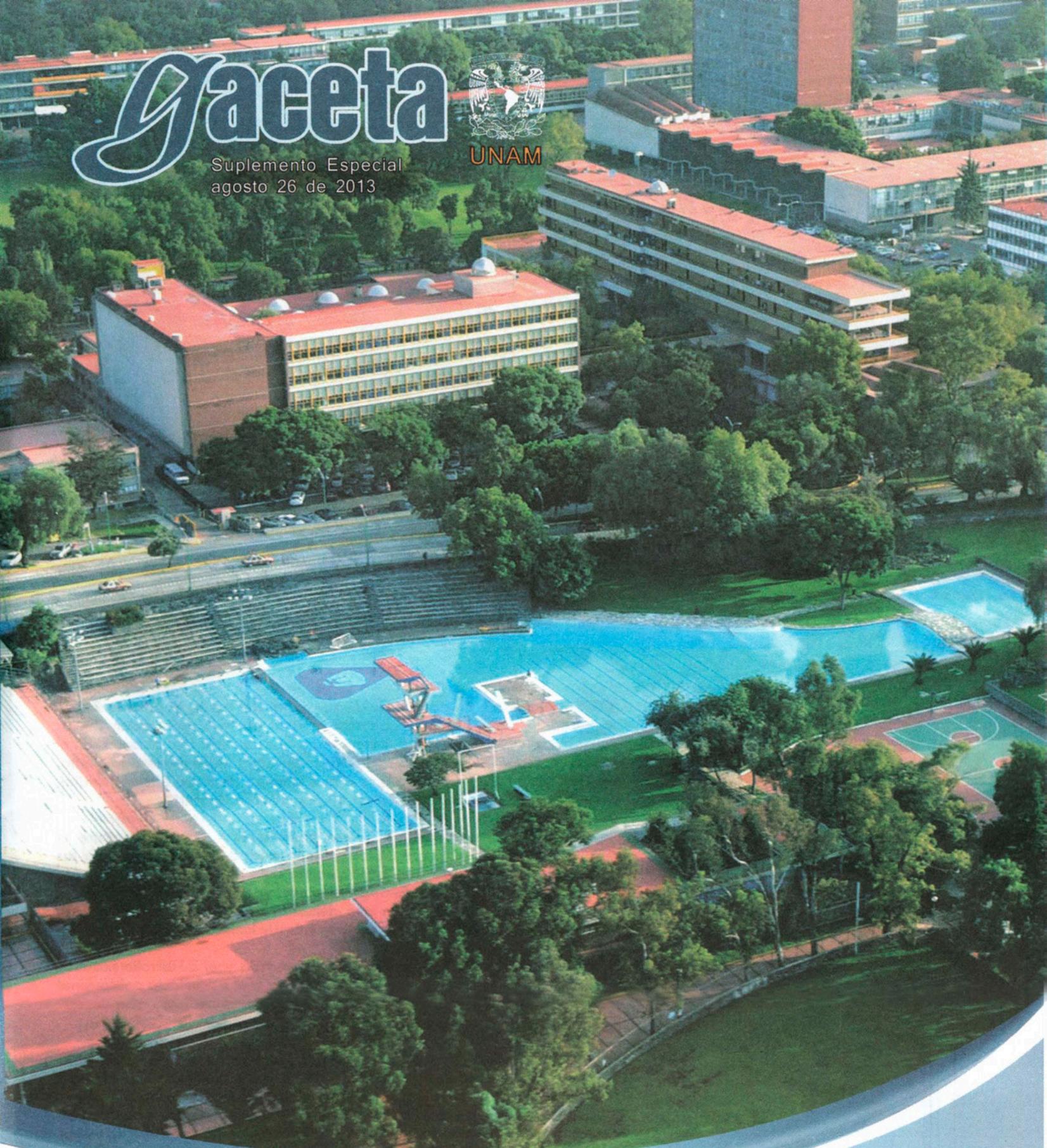


# Gaceta

Suplemento Especial  
agosto 26 de 2013

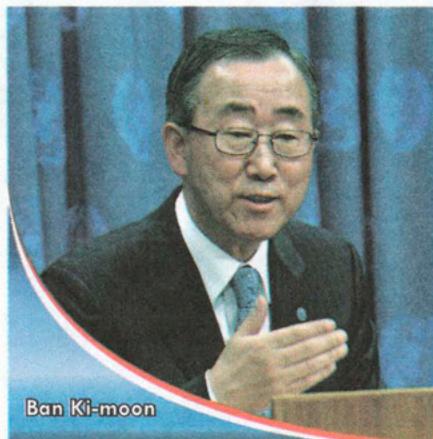


**EL AGUA,**  
ASUNTO ESENCIAL  
PARA LA **UNAM**



# Agua

## recurso vital



**E**n su mensaje en ocasión del Día Mundial del Agua, el pasado 22 de marzo, Ban Ki-moon, secretario general de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), informó que una de cada tres personas en el planeta vive en un país con escasez de agua entre moderada y alta, y es posible que para 2030 afecte a casi la mitad de la población mundial, pues la demanda podría superar en 40 por ciento a la oferta.

Cada vez hay más competencia entre agricultores y ganaderos; entre el sector industrial y el agropecuario; entre la ciudad y el campo; entre las cuencas hidrológicas altas y las bajas, y entre quienes viven a uno u otro lado de las fronteras. El cambio climático y las necesidades de la población, que siguen en crecimiento, significan que debemos trabajar en común acuerdo para proteger y administrar este recurso frágil y limitado, alertó.

El agua, como recurso imprescindible para la vida y el desarrollo humano, merece atención especial. La expansión industrial y el crecimiento poblacional afectan la disponibilidad y limitan las posibilidades de satisfacer las necesidades de la sociedad y los ecosistemas.

En México, la adaptación a las transformaciones impuestas por el cambio climático, la organización inconclusa de los sistemas asociados a la autoridad del agua, el atraso en el desarrollo de infraestructura hídrica de abastecimiento y saneamiento, la prevención y atención a los posibles daños causados por fenómenos hidrometeorológicos, la calidad variable del recurso y la visión utilitaria sobre su manejo, son los temas prioritarios en la agenda nacional en este ámbito.

La Universidad Nacional tiene, en este contexto, un compromiso con la solución efectiva de la problemática, al contribuir con la investigación, docencia y difusión de la cultura en la materia, desde un enfoque interdisciplinario.

En el Plan de Desarrollo 2011-2015, esta casa de estudios plantea consolidar su "participación en el análisis de los grandes problemas nacionales".

Desde la academia se advierte que el agua es un recurso vital que requiere de la atención de las ciencias exactas, naturales, sociales y humanísticas. A través de la Red del Agua UNAM se contribuye a la gestión sustentable y a su conservación.

Las redes de conocimiento constituyen instrumentos efectivos para atender la complejidad de esta problemática, impulsados por la innovación tecnológica, que a su vez, desempeñará un papel clave en el futuro. Deberán atenderse otros aspectos de la gestión integrada de recursos hídricos, por ejemplo, la gobernabilidad y el desarrollo de capacidades.

La UNAM tiene el objetivo de fortalecer la coordinación de los esfuerzos de los universitarios, desde una visión interdisciplinaria, basada en el rigor del análisis científico, el respeto y el compromiso con la sociedad mexicana.

### Situación global del recurso

De acuerdo con la ONU, ocho de cada 10 personas en el mundo que no tienen acceso a una fuente mejorada de agua potable viven en áreas rurales; cerca de dos mil 500 millones no tienen acceso a un inodoro y carecen de protección ante las aguas residuales no tratadas y más de tres mil niños mueren a diario por la falta del recurso y las malas condiciones sanitarias.

En los próximos años, el aumento de la población, el incremento de la demanda de alimentos, la urbanización y la intensificación de los efectos del cambio climático ocasionarán una mayor presión sobre los recursos nacionales y mundiales.

Ante este panorama, es urgente colocar el tema del agua en el centro de las políticas públicas para establecer

un nuevo pacto entre la academia, la sociedad civil y los tomadores de decisiones, que asegure una gestión integral y sustentable.

El séptimo de los ocho Objetivos del Milenio, un plan convenido por todas las naciones del mundo con metas planteadas a lograr en 2015, es garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.

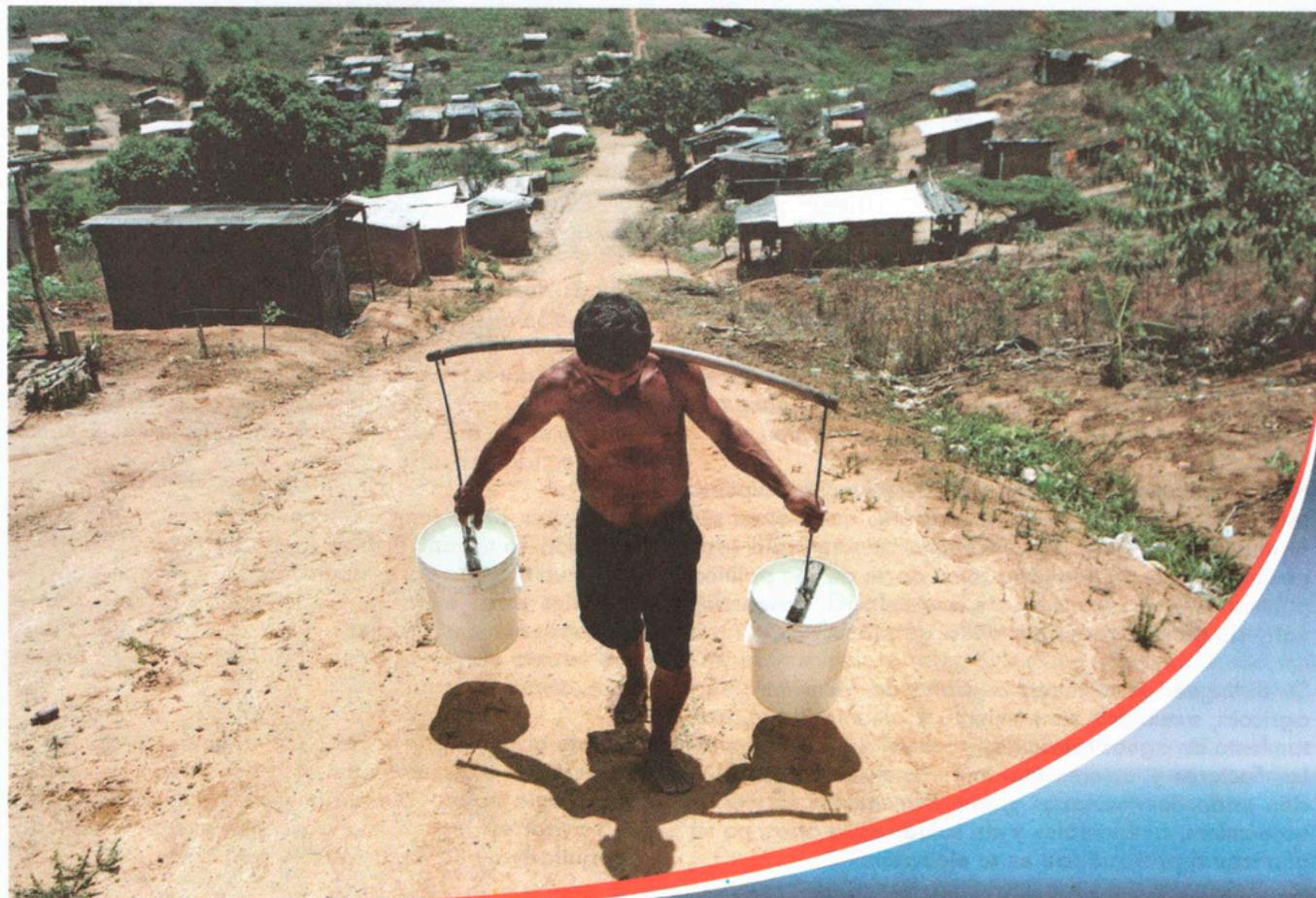
Una de sus metas es reducir a la mitad el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento.

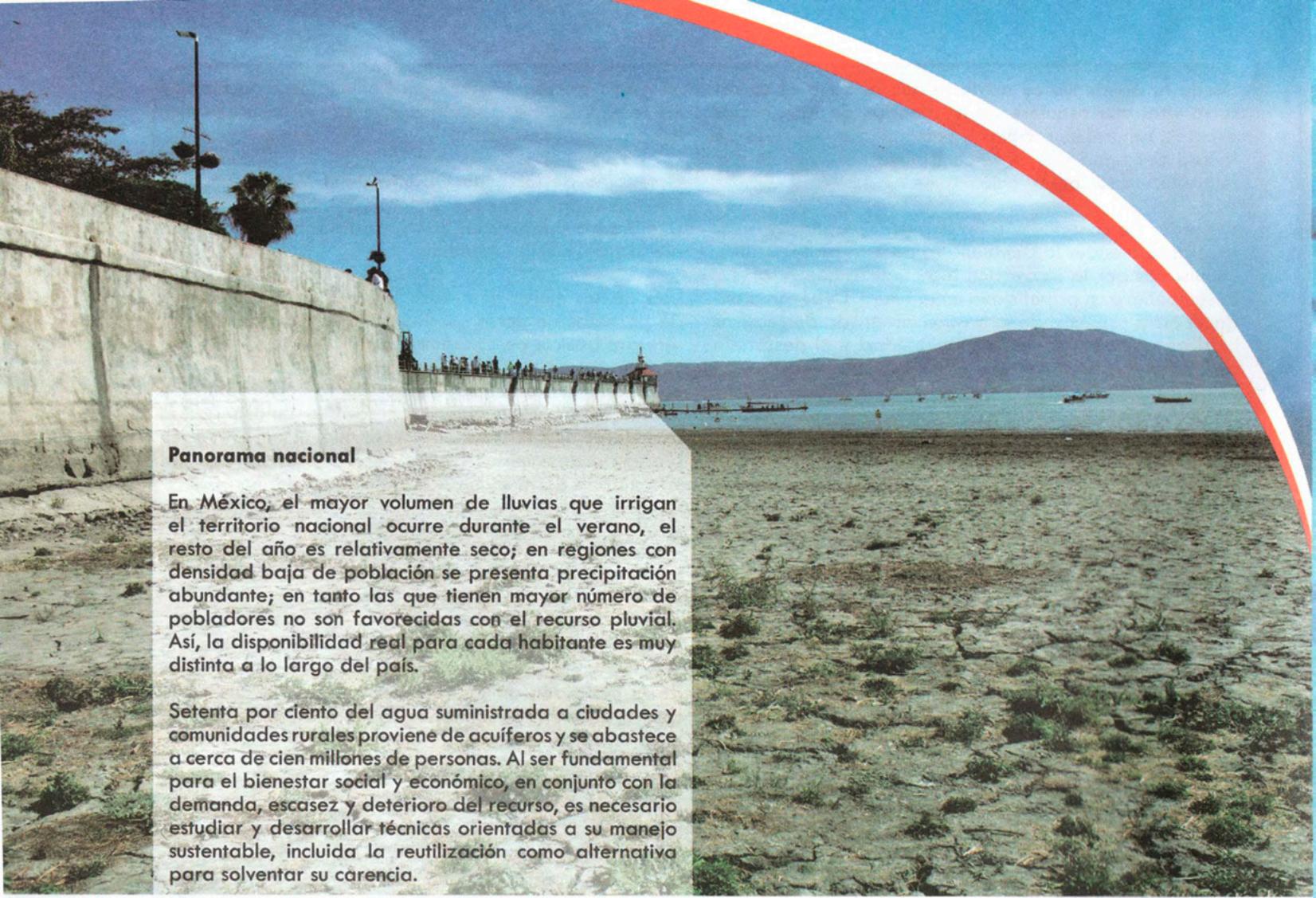
Se calcula que en 2015, 86 por ciento de la población de las regiones en vías de desarrollo tendrá acceso a mejores fuentes de agua potable. Cuatro —África septentrional, América Latina y el Caribe, Asia Oriental y el sudeste asiático— ya han alcanzado este fin.

A pesar de los avances generales logrados, persisten disparidades significativas entre las áreas urbanas y las rurales. La brecha es mayor si sólo se consideran los hogares con agua potable por cañería.

En 2010, en el informe de avances de los Objetivos del Milenio, el organismo reconoció que “dado que la mitad de la población de las regiones en vías de desarrollo carece de servicios sanitarios, la meta de 2015 parece estar fuera de alcance”, de acuerdo con el documento.

Para el ámbito regional, en 2012, el Foro de las Américas estableció entre sus objetivos disminuir, para 2020, la brecha en el acceso al agua potable en 50 por ciento y duplicar el porcentaje de agua residual tratada en los países de la región, identificar reformas institucionales que consideren la sustentabilidad financiera, ambiental y social para la gestión de los recursos hídricos.





### Panorama nacional

En México, el mayor volumen de lluvias que irrigan el territorio nacional ocurre durante el verano, el resto del año es relativamente seco; en regiones con densidad baja de población se presenta precipitación abundante; en tanto las que tienen mayor número de pobladores no son favorecidas con el recurso pluvial. Así, la disponibilidad real para cada habitante es muy distinta a lo largo del país.

Setenta por ciento del agua suministrada a ciudades y comunidades rurales proviene de acuíferos y se abastece a cerca de cien millones de personas. Al ser fundamental para el bienestar social y económico, en conjunto con la demanda, escasez y deterioro del recurso, es necesario estudiar y desarrollar técnicas orientadas a su manejo sustentable, incluida la reutilización como alternativa para solventar su carencia.

En 2011, después de distintas modificaciones, el artículo cuarto constitucional establece que “toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible”.

De acuerdo con la Carta Magna, el Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, con la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como de la ciudadanía.

Con este hecho, se reconoce que el líquido es un elemento indispensable para la vida y la dignidad humana, que debe ser tutelado por el Estado.

La incorporación de este precepto y su objetivo de lograr que toda persona —con énfasis en los grupos vulnerables de la población y comunidades marginadas— goce del derecho no se han traducido en su cumplimiento.

Hay limitaciones institucionales, operativas, presupuestales, reglamentarias e incluso sociales que deben ser superadas. El agua, como derecho humano, sólo será garantizada en su totalidad como parte de una política pública transversal, incluyente, con enfoque generacional y de género, realista y de largo plazo.

Se distinguen cinco temas centrales de atención: riego agrícola, suministro, saneamiento y alcantarillado, tratamiento de aguas residuales y control de inundaciones. Los factores y actores que intervienen en su formulación están desvinculados y, por el momento, los costos económicos, ambientales y de salud, entre otros, no se analizan a profundidad en su ejecución.

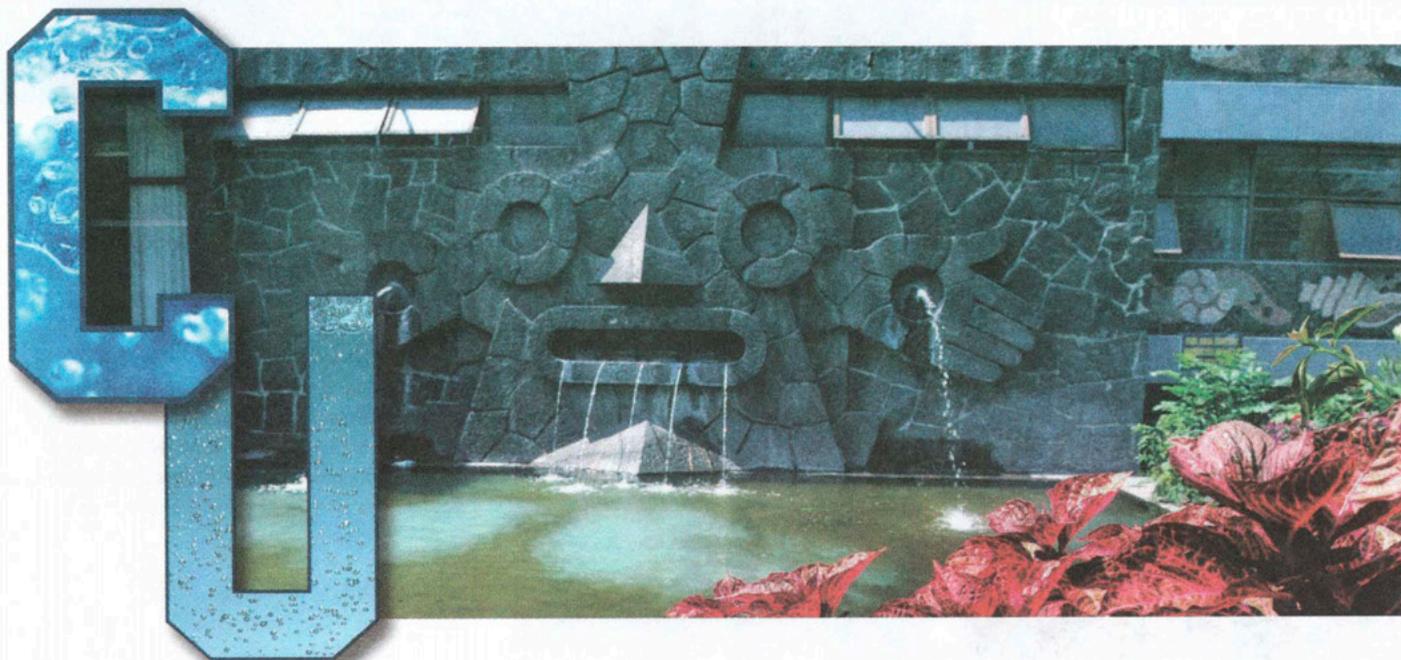
En los rubros de agua potable, saneamiento e infraestructura, los recursos asignados en los ámbitos municipal, estatal y federal son insuficientes para reparar los daños originados por una mala planeación y por la culminación de la vida útil de los sistemas respectivos.

Por ejemplo, las fugas representan entre 30 y 50 por ciento del suministro de agua potable en todo el país, lo que advierte la necesidad de invertir en su reparación, con la participación conjunta del gobierno y la sociedad.

Además de la intervención de distintos actores para la formulación de políticas públicas en México, deben considerarse los efectos del cambio climático y fenómenos extremos, por ejemplo, el aumento en los periodos de estiaje, el incremento en la frecuencia de precipitaciones intensas, el de áreas afectadas por las sequías y el número de ciclones, entre otros.

También, se debe tomar en cuenta el crecimiento de la población, la urbanización y la modificación de hábitos de consumo, que representan retos que tienen que ser atendidos para evitar que aumente la proporción de habitantes con desnutrición o pobreza alimentaria y que, en el intento por atender estos problemas, no se arriesgue la disponibilidad.

Con este objetivo, se requiere una mayor inversión en la formación de recursos humanos, la generación de ciencia y tecnología sustentables y poner en marcha estrategias para evitar el desperdicio, para que el reparto pueda ser equitativo y llegue a toda la población. *g*



## Avance sustantivo en gestión y manejo sustentable del agua

**E**l agua disponible en el planeta es la misma y la demanda crece rápidamente. Cada vez se requiere más para cumplir con necesidades individuales y responder a las de distintos procesos industriales, producción de alimentos, entre otros usos; pero la cantidad disponible es fija, lo que implica un reto para los sistemas de manejo y gestión del recurso en todo el mundo.

Para diseñar acciones específicas en la UNAM, PUMAGUA efectuó un diagnóstico del manejo del agua, a partir del cual, en coordinación con la Dirección General de Obras y Conservación, se ha logrado a la fecha disminuir a la mitad las pérdidas, se mejoró la calidad de agua para uso y consumo humano y residual tratada y se ha promovido la participación de la comunidad universitaria.

El reto fundamental consiste en mantener estándares de excelencia en el suministro, a bajo costo, que puedan ser ejemplares en México. La Universidad es ejemplo de que pueden establecerse sistemas que doten en todo momento el recurso, que sea potable y de calidad, lo que garantizaría el desarrollo incluyente del país, consideró Fernando González Villarreal, coordinador técnico de la Red del Agua UNAM (RAUNAM).

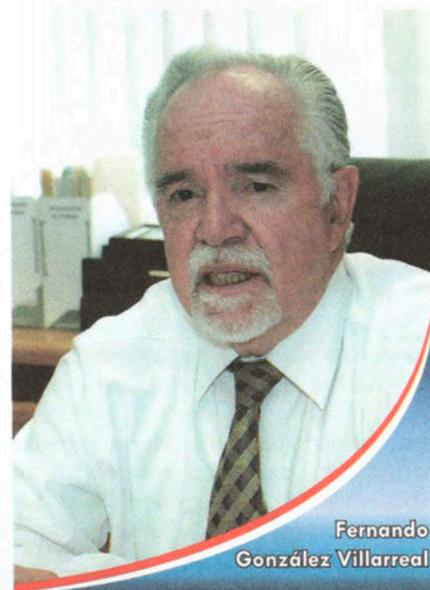
A futuro, el desafío de la RAUNAM consiste en lograr grandes proyectos basados en el trabajo de equipos interdisciplinarios. El Programa de Manejo, Uso y Reúso del Agua en la UNAM (PUMAGUA), el Inventario Nacional de Humedales y el Programa Piloto de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT) son ejemplo del éxito de este esquema, resaltó.

El objetivo de la iniciativa es unir los esfuerzos que realizan sus más de 680 integrantes, en distintas disciplinas, relacionados con esta problemática.

### Red de distribución

Respecto a los trabajos en la red de distribución, adelantó que durante 2014 se cambiarán las tuberías de la red de CU, que ya cumplieron su vida útil, para eliminar el desperdicio por fugas.

Asimismo, se mantienen los esfuerzos de los programas para reemplazar vegetación de ornato de algunas zonas del *campus* por plantas nativas del Pedregal de San Ángel, y para sustituir y mantener muebles de baño ahorradores.



Fernando  
González Villarreal



En las acciones relacionadas con la reutilización para el riego de jardines e infraestructura deportiva, hay un avance considerable en CU, gracias a la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales que cuenta con la tecnología de reactor biológico con membranas. Produce 25 litros por segundo de muy buena calidad, que cumplen con normas nacionales e internacionales.

Un objetivo fundamental es lograr que el recurso que se distribuye en la red del *campus* sea bebible; se ha instalado un sistema de desinfección automatizado que dota de cloro residual garantizando la calidad y así eliminar el consumo de agua en botellas de plástico, que cuestan a la comunidad universitaria un millón de pesos al día, subrayó.

En Ciudad Universitaria, en la planta de Cerro del Agua se instaló un sistema de membranas de ultrafiltración, que produce líquido de muy buena calidad



### Participación

El interés de la comunidad universitaria en las acciones de la red es una línea de trabajo fundamental. Actualmente, más de 110 entidades y dependencias forman parte del PUMAGUA, e instrumentan acciones concretas para el manejo y cuidado del recurso, informó.

Además, el PUMAGUA organiza distintos eventos, entre los que destaca H2O Efecto Esperado, en conjunto con la Dirección General de Atención a la Comunidad Universitaria, para promover el disfrute del líquido. En breve se editará un libro para compilar las aportaciones de profesores y alumnos, adelantó.

Con el objetivo de que la comunidad conozca su sistema de aguas y se involucre en el cuidado, están en marcha los trabajos para crear una plataforma disponible para cualquier teléfono, que facilitará saber de la calidad y la cantidad que se consume.

Actualmente el PUMAGUA cuenta con una aplicación para los modelos iPhone y Blackberry Touch, con el objetivo de reportar fugas. Basta tomar una imagen y enviarla a la página [www.facebook.com/pumagua.unam](http://www.facebook.com/pumagua.unam)



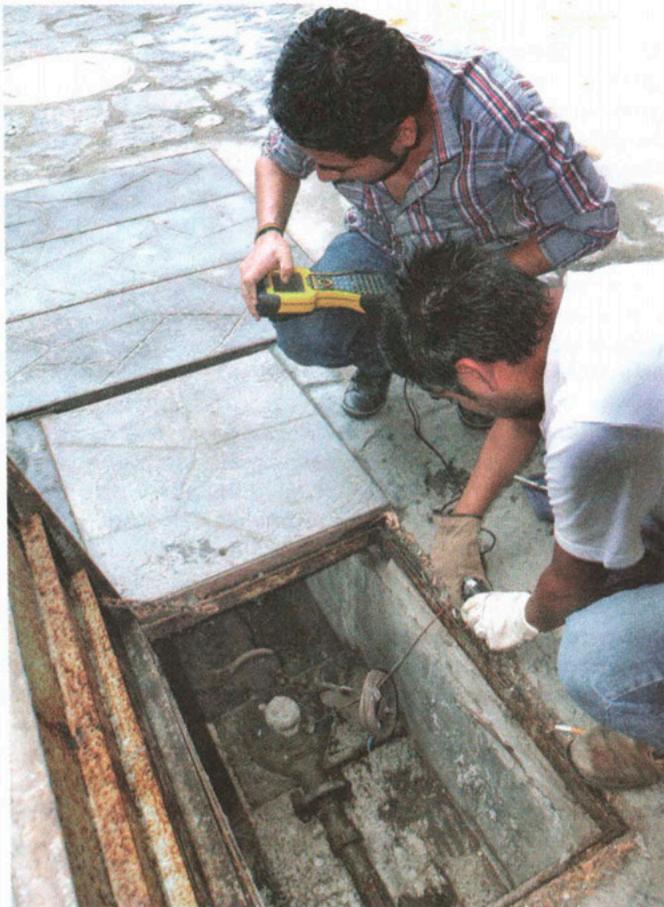
### Medición

La red del *campus* es monitoreada en tiempo real para conocer de inmediato el caudal que entra a cada uno de los edificios e instalaciones de CU, Juriquilla y otros *campi*. "Contamos con un sistema de información geográfica que permite conocer dónde está cada una de las tuberías y tomas, así como el volumen del suministro", explicó.

Hoy en día se tiene un avance de 60 por ciento en la instalación de medidores. En el corto plazo se logrará la cobertura total y los datos que se generen estarán disponibles para la consulta de la comunidad universitaria.

### Problema local, solución nacional

En México, señaló, estamos acostumbrados al tandeo del recurso y a no beberlo de la llave. En este rubro, la red desarrolla el PADHPOT para mejorar la gestión del agua en ciudades medias, de 10 mil a cien mil habitantes, de las que existen cerca de 500 en el país.



Las entidades federativas se ocupan de las urbes mayores, que cuentan con capacidad para resolver sus problemas. El panorama es desolador. En Ocotlán, Oaxaca, los residentes reciben dotación cada 10 días, por ocho horas, ejemplificó.

A localidades y comunidades de escasos recursos llega el líquido de menor calidad. Si todos los días pudieran disponer de agua de buena calidad, tendríamos la acción más relevante para lograr un desarrollo incluyente.

Con la experiencia de la UNAM, los esfuerzos gubernamentales para tener servicios hídricos de calidad podrían catalizarse. Próximamente se firmarán proyectos con los gobiernos de las entidades involucradas en el estudio, la Comisión Nacional del Agua y las fundaciones que atienden estos asuntos para avanzar en la atención de esta problemática en el ámbito nacional.

### Acciones de futuro

Con distintas acciones y proyectos, la Universidad da un paso para mostrar que el manejo eficiente es posible. El reto consiste en instruir a las nuevas generaciones en que el estar conscientes de su importancia para la vida no es suficiente.

La sociedad, apoyada de todos sus medios, debe instrumentar medidas concretas y específicas para proteger este bien común y asegurar un futuro con agua para todos, concluyó. *g*



# Conciencia



# acción

**E**l agua es imprescindible para la vida. Constituye el hilo conductor de todos los procesos de los ecosistemas del planeta, es vital para la salud, la producción de alimentos e insumos y para el desarrollo de todas las actividades sociales.

Al tratarse de un recurso dinámico, difícil de medir y evaluar con variaciones espaciales, estacionales, ciclos de abundancia y sequía, plantea retos importantes si hay interacción y competencia por su uso dentro de las cuencas hidrológicas; genera valores y percepciones en cuanto al derecho a su acceso y goce y causa emociones que fácilmente se transforman en conflictos entre personas y comunidades, incluso, entre países.

Actualmente la atención de la problemática, en la que inciden el incremento en su demanda, la contaminación y el cambio climático, constituye una prioridad global. Por su complejidad, requiere la colaboración de distintas disciplinas.

Durante las últimas dos décadas, estos vínculos son favorecidos por las tecnologías de la información y las comunicaciones que potencian las condiciones para organizar, almacenar y compartir el conocimiento.

En este contexto, por acuerdo del rector José Narro Robles, se estableció en 2009 el Proyecto de la Red del Agua UNAM (RAUNAM), con el propósito de propiciar

la coordinación efectiva de los esfuerzos realizados por universitarios en investigación, docencia y difusión en materia de recursos hidráulicos, y presentar propuestas de carácter interdisciplinario para resolver la problemática respectiva a nivel nacional.

### El proyecto

La instancia se ha consolidado como una red de conocimiento, formada por las interacciones humanas en la producción, almacenamiento, distribución, acceso y análisis de los conocimientos generados por sus miembros.

Su objetivo principal es establecer un mecanismo para propiciar la participación interdisciplinaria de la comunidad universitaria en equipos multidisciplinarios para la generación y difusión del conocimiento, el desarrollo de capacidades y la ejecución de proyectos que resuelvan los problemas que enfrenta el país en este ámbito.

Integrada por 27 entidades universitarias, más de 660 investigadores, profesores, estudiantes, trabajadores y exalumnos de esta casa de estudios, consolida su formalización y una plataforma de comunicación, a través del portal electrónico [www.agua.unam.mx](http://www.agua.unam.mx) con 170 mil visitas y foros electrónicos que incorpora a las redes sociales electrónicas más importantes: Facebook, YouTube y Twitter.

A sus actividades se han sumado 13 grupos de especialistas para promover el análisis desde un enfoque multidisciplinario y basado en la participación de los universitarios.

Los equipos tratan los temas Agua en las ciudades, Agua y salud, Análisis económico sectorial, Cambio climático, Captación y aprovechamiento del agua de lluvia, Comunicación y participación, Control de inundaciones, Indicadores ambientales de la gestión integral del agua, Recarga artificial de acuíferos, Planeación, Políticas públicas, Responsabilidad hídrica y Sustentabilidad.

Asimismo, se integró un registro de 80 proyectos académicos que presenta información sobre sus avances. Del total, se encuentran en ejecución el Programa de Manejo, Uso y Reúso del Agua en la UNAM (PUMAGUA) y el proyecto Estudio Interdisciplinario de los Humedales de la República Mexicana (Inventario Nacional de Humedales).

Además, se fortalece el Observatorio del Agua, establecido para fomentar la participación de los universitarios en el uso responsable del agua. Mediante la RAUNAM y sus proyectos, se ha contribuido en la formación de 80 becarios de tres niveles académicos (licenciatura, maestría y doctorado).

La red actualmente impulsa la ejecución del Programa Piloto de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT).

Sus integrantes trabajan en la preparación de nuevos proyectos, entre los que destaca una publicación sobre políticas públicas del agua, el Currículo del agua en la UNAM y la Sala del Agua en Universum, Museo de las Ciencias.



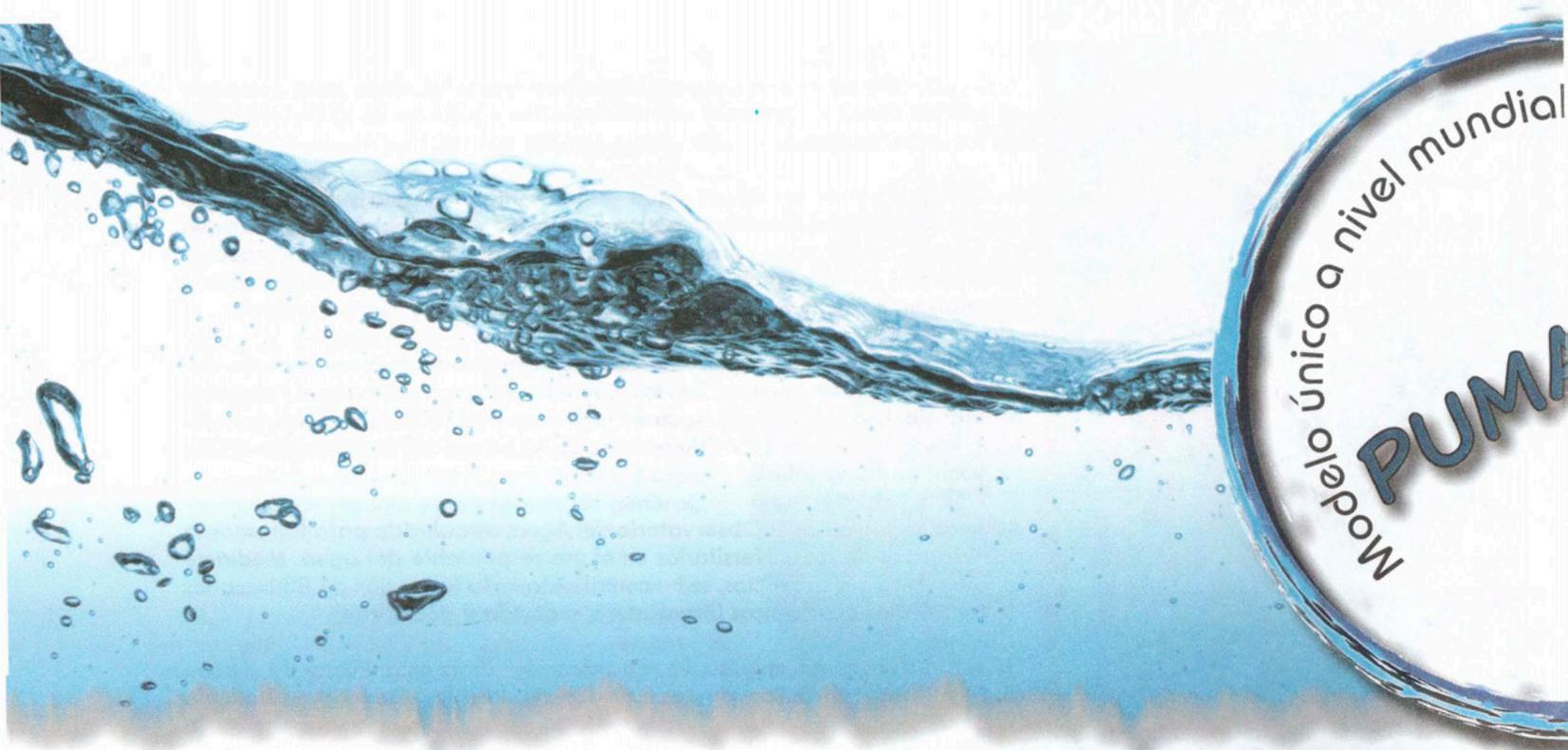
### Actividades

Como parte de la RAUNAM, se han organizado distintas actividades: cuatro encuentros universitarios del agua (2006, 2008, 2011 y 2012), el Foro de Políticas Públicas del Agua (2009) y, en 2010, el Encuentro con Agencias Especializadas de los Estados Unidos en Materia de Humedales y la Primera Reunión Internacional sobre los Humedales.

En 2011, la red participó con dependencias y programas universitarios en la realización de las sesiones temáticas Agua para las ciudades: respondiendo al desafío urbano, Captación y aprovechamiento del agua de lluvia, Experiencias, avances y oportunidades en el tratamiento de aguas residuales y las Jornadas Técnicas sobre la Recarga Artificial de Acuíferos y Reúso del Agua.

También, en 2012, en el seminario Análisis y Perspectivas de las Políticas Públicas del Agua en México y en febrero de este año, en la presentación de la red Somos Ciudad de México.

Con otras instancias de la UNAM, ha colaborado en las dos ediciones del Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático, convocada por el programa de investigación universitario respectivo, realizadas en 2011 y 2012 y en el Coloquio Política y Gestión del Agua en México, al que invitó el Seminario Universitario de Estudios sobre Sociedad, Instituciones y Recursos, en febrero de este año. *g*



- Gracias a las acciones implementadas, entre 2008 y 2012, se redujo en 23 por ciento la extracción en los tres pozos de Ciudad Universitaria, con un ahorro de 715 mil metros cúbicos por año, equivalente al consumo anual de casi dos mil 730 familias.

- Con las medidas diseñadas y efectuadas por el programa, en fecha próxima se podrá certificar que en cualquier punto de la red del *campus* la comunidad podrá disponer del líquido para beberlo, por cumplir con las normas nacionales e internacionales para su consumo.

**E**l Programa de Manejo, Uso y Reúso del Agua en la UNAM (PUMAGUA) está sustentado en tres ejes: disminuir la utilización del líquido potable en 50 por ciento, mejorar la calidad del recurso para consumo humano y reúso en riego e involucrar a la comunidad universitaria en las estrategias para su empleo eficiente.

Para lograrlo, conjuga la realización simultánea de tareas orientadas a conseguir el balance hidráulico, garantizar la calidad del agua y el diseño de estrategias de comunicación y participación para el uso y manejo responsable.

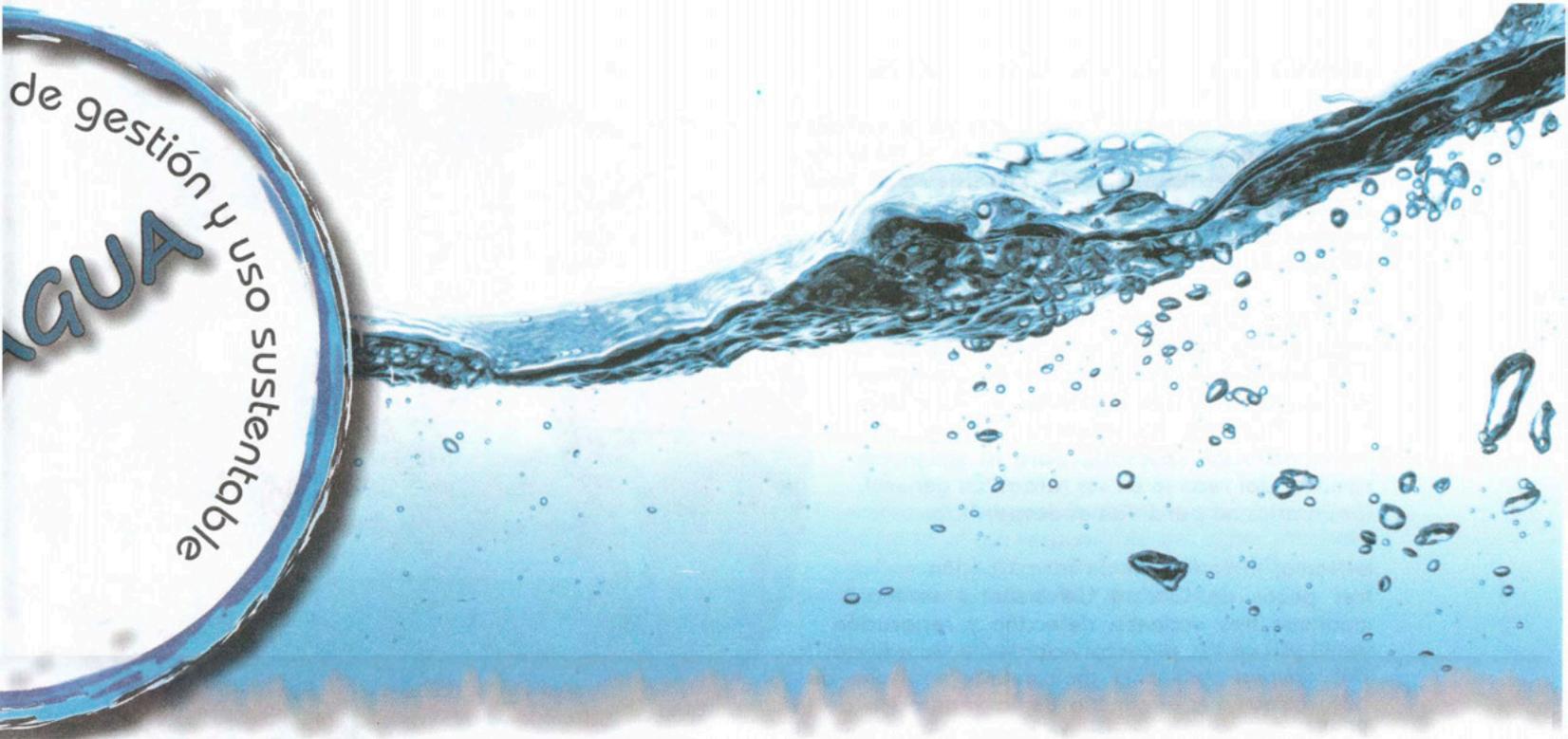
Con las acciones implementadas entre 2008 y 2012, se redujo 23 por ciento la extracción en los tres pozos que suministran la red de agua potable de Ciudad Universitaria, con un ahorro de 715 mil metros cúbicos por año, equivalente al consumo anual de casi dos mil 730 familias.

En fecha próxima podrá certificarse que en cualquier punto de la red de agua potable, la comunidad podrá disponer del líquido para beberlo, por cumplir con las normas nacionales e internacionales para su consumo.

Lo anterior fue posible con la instalación de un sistema de monitoreo de cantidad y calidad del recurso en tiempo real, para que en los bebederos diseñados con este fin se puedan llenar recipientes, lo que evitaría el gasto que realiza la comunidad en botellas de agua, que asciende entre 800 mil y un millón de pesos cada día.

Para reducir el consumo, también fueron sustituidos cuatro mil 103 muebles de baño de bajo consumo en 63 instancias del *campus*, lo que representa un ahorro real de más de 300 metros cúbicos por día.





Además, se implementó el cambio de jardines por áreas verdes con vegetación de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) en 11 instancias de la demarcación, para reducir el consumo destinado para riego.

Asimismo, se instaló una planta de tratamiento con la tecnología de reactor biológico con membranas, más adecuada a las exigencias de CU. Produce líquido de excelente calidad, que cumple con la norma oficial mexicana correspondiente.

Al conjugar acciones para el ahorro, calidad y difusión e instrumentarlas de manera simultánea, PUMAGUA constituye un modelo único en el mundo y forma parte de los programas hídricos internacionales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), mediante el Programa de Responsabilidad Hídrica, dentro del Programa Marco de Agua y Educación.

Por sus características, alcances y logros, se plantea su implementación en universidades estatales, instancias públicas y organismos operadores del recurso en el país. Con este objetivo, se han establecido vínculos con el Congreso de la Unión, la Secretaría de Seguridad Pública (SSP), y las estatales de Hidalgo y Baja California Sur, entre otras.

#### Antecedentes

En diciembre de 2007, el Consejo Universitario acordó adoptar medidas orientadas a utilizar mejor el líquido y eliminar su desperdicio en todas las instalaciones de la Universidad Nacional. Así, se estableció el PUMAGUA por mandato del máximo órgano colegiado y con apoyo de la Rectoría.

En sus trabajos, suma los esfuerzos de las direcciones generales de Obras y Conservación (DGOyC) y de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación; de los institutos de Ingeniería, Ecología, Geografía y Geología; las facultades de Medicina y Arquitectura; la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y el Jardín Botánico.

En 2008, después de realizar el diagnóstico de la situación del agua en Ciudad Universitaria, se puso en marcha con tres ejes de acción: ahorrar 50 por ciento del suministro hídrico; garantizar que la potable fuera apta para beberse, que el líquido residual disponible para riego no representara riesgos para la salud, y lograr la participación de todas las entidades, dependencias y la comunidad en el modelo.



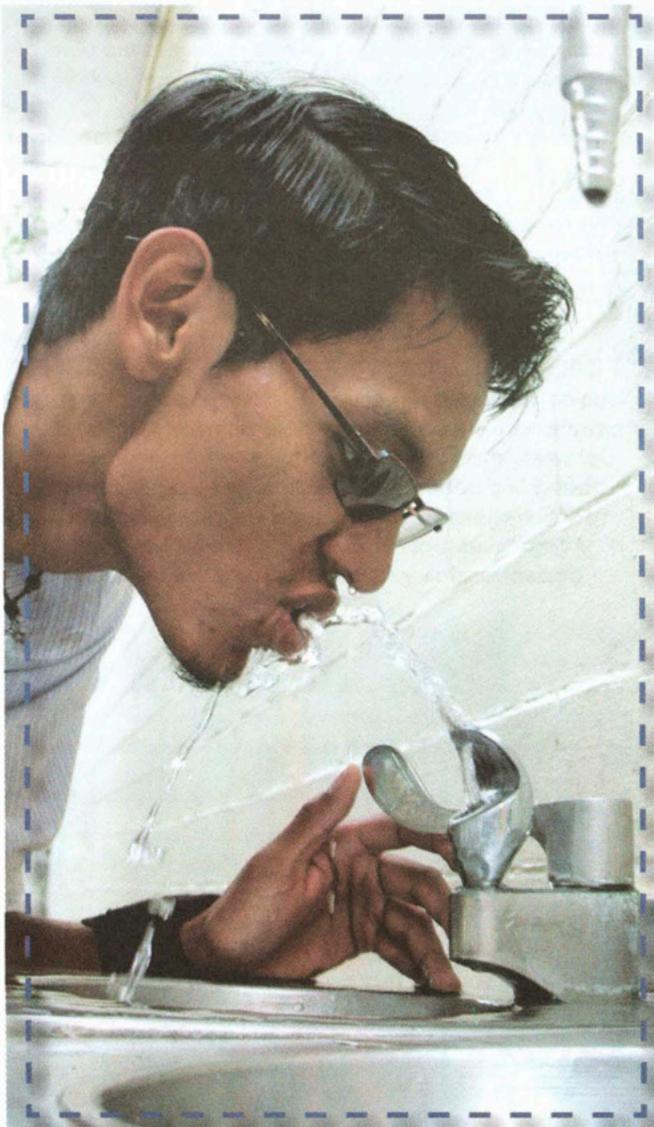
Vegetación de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel

### Acciones para el ahorro: balance hidráulico

Hace un lustro, de los 100 litros por segundo extraídos de los tres pozos que suministran al *campus*, la mitad se perdía en fugas y desperdicios; no existía un sistema de medición del consumo, los planos de la red eran escasos o no estaban actualizados y 27 por ciento de los muebles de baño se encontraban en malas condiciones.

Además, sólo la tercera parte de los jardines se regaban con líquido de reúso (50 hectáreas de 155 ubicadas en CU), se registraba una escasa participación de las entidades y dependencias y el personal de mantenimiento no tenía la capacitación necesaria para la utilización racional del recurso en sus tareas. En general, los usuarios no percibían el desperdicio.

En tanto, la reducción de la extracción en los tres pozos de Ciudad Universitaria se logró mediante tres acciones: detección y reparación de fugas en las redes principales y en edificios del *campus*, sustitución de muebles de baño de bajo consumo y el cambio de la vegetación de la REPSA. Con estas medidas, se recuperó volumen de los caudales. Actualmente se extraen 77 litros por segundo de los pozos.



### Agua potable de calidad

Ante las acciones de PUMAGUA, en CU se dispone de agua potable que cumple con estándares nacionales máximos de calidad, para certificar, próximamente, que puede beberse en todos los puntos de la red que abastece el *campus*.

Con este propósito, la DGOyC instaló un sistema de desinfección automatizado, con base en hipoclorito de sodio. Asimismo, se cuenta con bebederos de diseño exclusivo para la UNAM, que próximamente se instalarán, para que los integrantes de la comunidad puedan llenar recipientes para beber el líquido. PUMAGUA monitorea su calidad en 20 puntos de la demarcación y en 56 cisternas que abastecen a los edificios.

La condiciones del líquido que se distribuye en la red se monitorea en tiempo real cada cinco minutos con indicadores físico-químicos. Además, cada uno de los tres pozos que abastecen al *campus* cuenta con un sistema automático de desinfección, moderno y seguro, para garantizar que esté dentro de los límites de la normatividad nacional para uso y consumo humano; el líquido de las 54 cisternas cumple con estándares respecto al cloro libre residual.

La planta de tratamiento utiliza procedimientos de calidad internacional y cada mes se monitorea el agua que produce para el riego de áreas verdes, con el fin de garantizar la salud de los universitarios al realizar actividades recreativas.

## Monitoreo en tiempo real

El funcionamiento de la red de agua potable de CU se revisa en tiempo real mediante un sistema de telemetría integrado por siete antenas concentradoras y 26 unidades repetidoras de señal instaladas en más de 13 instancias universitarias, que enlazan el sistema de lectura automática.

Para evaluar el suministro y localizar las fugas para repararlas, se dispone de datos de 260 micro medidores electromagnéticos, instalados en las tomas de los edificios, cinco macro medidores, uno en cada sector hidráulico en los tres pozos de abastecimiento y en los tres tanques de almacenamiento.

En tanto, la calidad para uso y consumo humano se mide cada cinco minutos con un equipo de muestreo y se realizan mediciones mensuales en 20 tomas para analizar el cloro libre residual y, en cinco de éstas, parámetros de la normatividad oficial e indicadores microbiológicos adicionales (virus, bacterias y protozoarios).

Se cuenta con el geoposicionamiento de los límites de cada sector hidráulico, pozos de extracción, macro y micro medidores, antenas, unidades repetidoras, sensores de nivel, manómetros, entre otros elementos.

También, se trabaja en el desarrollo de una plataforma de monitoreo para emitir alertas sobre fugas y notificar las deficiencias en la calidad del agua, tanto para uso y consumo humano como de reúso para riego, que podrá consultarse en línea.



## Participación y comunicación

La participación de los universitarios representa un aspecto esencial para el éxito del programa. Actualmente, 110 entidades y dependencias dentro de CU, las facultades de Estudios Superiores (FES) Aragón, Iztacala y Acatlán, y el campus Juriquilla realizan una o más acciones establecidas para el uso, consumo y manejo sustentable del agua.

La formación de recursos humanos constituye una actividad fundamental del programa. En el cumplimiento de estas tareas se efectúan talleres de capacitación para el personal de jardinería, jefes de servicio y mantenimiento. Asimismo, en PUMAGUA han participado más de 30 becarios de licenciatura y posgrado, quienes han aprendido los procedimientos y el uso de tecnología con los que se implementa el programa.

Hasta 2012, 230 estudiantes de 13 licenciaturas han realizado proyectos sobre distintos aspectos de la problemática relacionada con el líquido y 15 mil alumnos han participado en auditorías sobre su utilización en los nueve planteles de la Escuela Nacional Preparatoria y los cinco del Colegio de Ciencias y Humanidades.

En 2012, PUMAGUA, junto con el Molina Center for Energy and the Environment, organizó el concurso Reunamos Acciones por el Agua, en el que intervinieron alumnos de ocho licenciaturas de la UNAM, con propuestas para atender la problemática.



Como parte de las tareas para involucrar a la comunidad universitaria, se han efectuado dos ediciones del Festival H2O: Efecto Esperado, con el objetivo de motivar el empleo responsable del recurso. A diferencia de la mayoría de los esfuerzos de comunicación sobre el tema, este festival busca darle un tono positivo al cuidado del recurso.

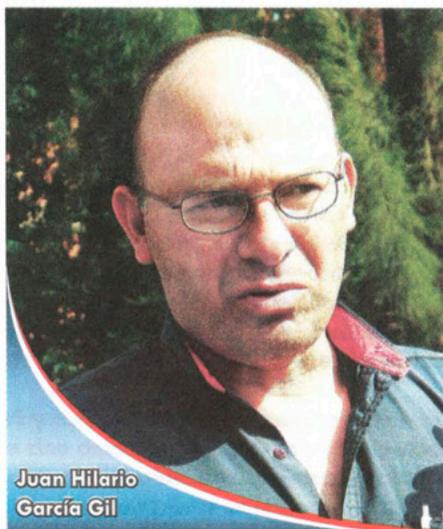
Con ello se genera un ambiente lúdico y festivo en el que destaca el disfrute del líquido como una estrategia para promover el interés por su cuidado.

En el ámbito académico se han generado más de 20 tesis de licenciatura y de posgrado; el trabajo de los tres ejes de acción se ha presentado en cinco congresos nacionales e internacionales. *g*



## Planta de tratamiento de aguas residuales

- Cada segundo se dota de 25 litros a la red de cisternas para almacenar el líquido que es utilizado en el riego de áreas verdes y jardines, informó Juan Hilario García Gil, superintendente de la planta para tratamiento de aguas residuales de Cerro del Agua.



Juan Hilario  
García Gil

La planta para tratamiento de aguas residuales de Cerro del Agua en Ciudad Universitaria cuenta con tecnología de vanguardia para obtener 25 litros por segundo de líquido de reúso para el riego de más de 50 hectáreas de áreas verdes y jardines del campus.

Gracias al sistema de membranas de ultrafiltración instalado en el lugar, se tratan dos millones de litros al día, sin necesidad de sedimentadores o filtros, para generar un recurso con calidad superior a la norma mexicana, lo que garantiza la salud de la comunidad universitaria en los lugares donde es utilizado.

Ante la creciente escasez del líquido, es necesario reutilizarlo en distintas actividades para liberar volúmenes equivalentes a los del agua potable disponible en la demarcación.

A futuro se plantea el suministro de agua tratada a edificios provistos con sistema hidráulico dual para descargas de inodoros, adelantó Juan Hilario García Gil, superintendente de la planta de tratamiento.

Estamos en la vanguardia, al contar con un sistema que gana popularidad alrededor del mundo por los beneficios que retribuye. El de la planta de CU es de los primeros equipos instalados en el país, subrayó.

### El proceso

El líquido residual proveniente de los edificios localizados en el casco viejo del campus y las instalaciones de los circuitos Exterior y de la Investigación Científica llega por un colector a la planta.

García Gil explicó que después de separar los sólidos con un tamaño equivalente o superior a dos centímetros, el recurso se bombea a la planta compacta de pretratamiento, donde los materiales que superan los tres milímetros de tamaño son retirados y las arenas sedimentadas.

Durante el proceso, el agua se mueve en círculos y la fuerza centrífuga empuja los sólidos más pesados a las paredes del tanque. Estos residuos se drenan y compactan, apuntó.

El caudal resultante es conducido al reactor biológico, que funciona mediante el proceso biológico de lodos activados. En esta fase, la materia orgánica contenida en el agua residual entra en contacto con microorganismos —principalmente bacterias— que se alimentan de partículas que, mediante otros métodos, no es posible remover.

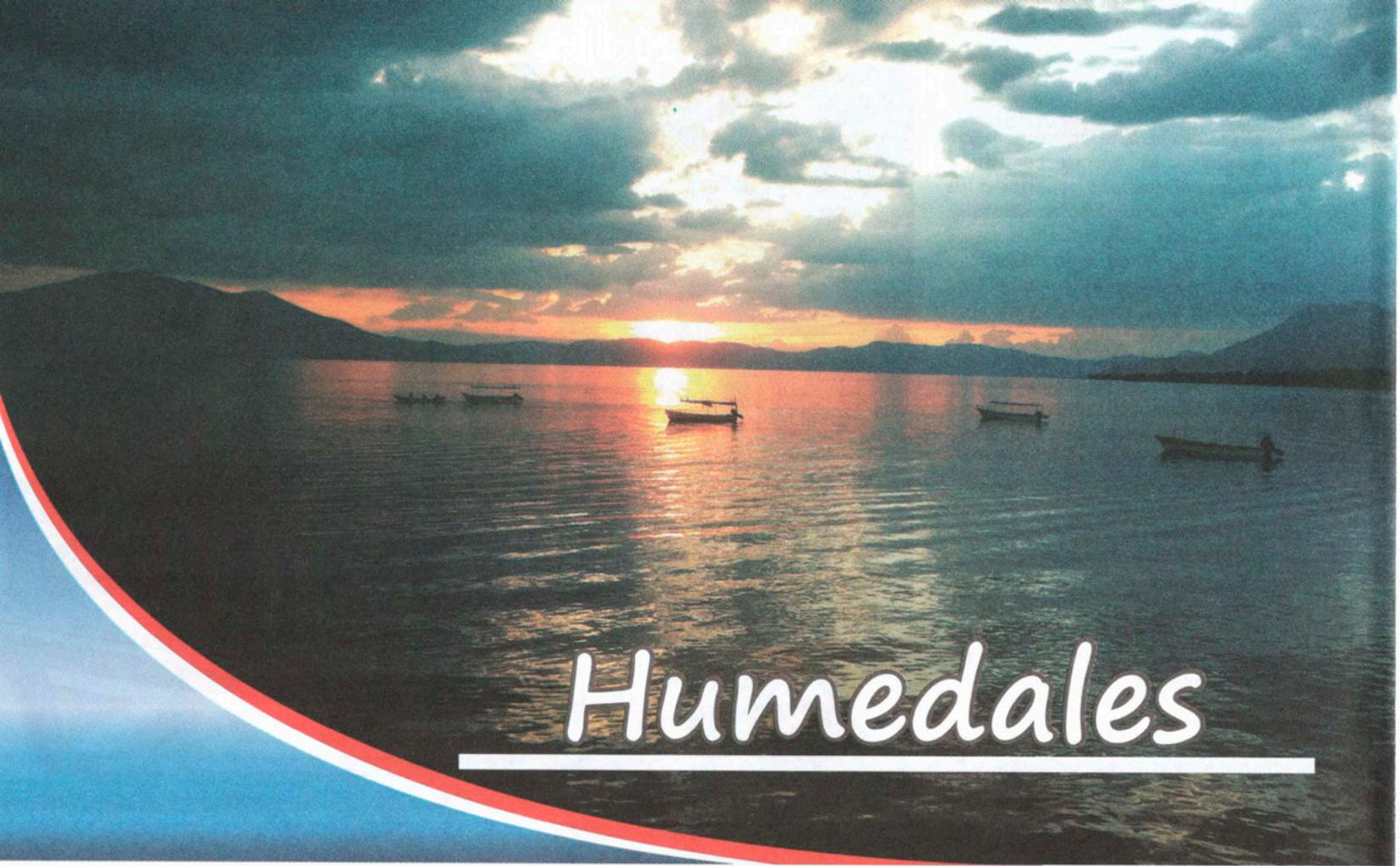
Los organismos utilizados requieren de oxígeno para metabolizarlos, el cual es suministrado por una instalación de sopladores. Al consumirlas, las transforman en elementos de mayor tamaño, lo que facilita su separación, precisó.



Para lograrlo se usa la tecnología de membranas de ultrafiltración, que tienen un tamaño de poro de 38 nanómetros (cada uno equivalente a la mil millonésima parte de un metro) que sólo permite el paso del agua. En el proceso, el líquido fluye por el sistema de placas planas rotatorias para retener los microorganismos. El efluente es colectado en un tanque y la biomasa que es obtenida es regresada al reactor biológico, señaló.

Anteriormente, la separación de los lodos del agua se realizaba por la diferencia de las densidades. Si los sedimentadores no eran de buena calidad, los sólidos flotaban y permanecían en el caudal tratado. En cambio, las membranas de ultrafiltración sí los retienen para obtener un recurso de la más alta calidad, destacó.

El líquido obtenido es distribuido a la red de 12 cisternas de Ciudad Universitaria para el riego de más de 50 hectáreas de espacios verdes en el *campus*, desde el perímetro del casco viejo hasta la zona del Vivero Alto, concluyó. *g*



# Humedales

Los humedales son cuerpos de agua con alta productividad biológica y una gran biodiversidad. Su delimitación es complicada por tratarse de ambientes de transición entre suelo, agua y vegetación, que incluyen manglares, pantanos, esteros, marismas y albuferas.

Representan una gran variedad de ecosistemas, de acuerdo con factores como la estacionalidad de la inundación, salinidad, flujos de nutrientes y las perturbaciones a las que están sujetos. En la nación destacan los pantanos de Centla, en Tabasco; los humedales del Río Lagartos, en la península de Yucatán, y la Laguna de Chapala, en Jalisco, entre otros sitios.

Constituyen uno de los ambientes más amenazados en el orbe por la explotación sin control de sus especies, la extracción excesiva de aguas superficiales y subterráneas, la desecación de sus terrenos para construcción de infraestructura urbana y su conversión con fines agropecuarios.

Actualmente, la falta de criterios para conservarlos, la competencia por el aprovechamiento de la tierra, las necesidades crecientes de agua y las condiciones sociales de los territorios representan un riesgo para la coexistencia pacífica de los habitantes de sus zonas de influencia, así como el aprovechamiento racional y armónico entre los diferentes usos.

En este contexto, un grupo interdisciplinario de la UNAM desarrolló el proyecto Estudio Interdisciplinario de los Humedales de la República Mexicana: Desarrollo Metodológico para el Inventario Nacional de Humedales y su Validación a Nivel Piloto.

Constituido en el marco de los trabajos de la Red del Agua de esta casa de estudios, fue integrado por 23 profesores e investigadores de 13 instancias universitarias y de la Unidad Tapachula de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), con el liderazgo del Instituto de Ingeniería.

Como resultado de este estudio se determinó que en México hay seis mil 464 humedales, que cubren alrededor de cinco por ciento de la superficie del territorio nacional, información fundamental para plantear las políticas públicas necesarias orientadas al manejo sustentable de los distintos sistemas.

## Amenaza global

En 1971 fue firmada la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, en la ciudad de Ramsar, Irán.

El acuerdo, que entró en vigor en 1975, tiene como objetivo la conservación y el uso racional de estos ecosistemas, con acciones locales, regionales y nacionales, mediante la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo. México se adhirió al convenio en 1986.

En el ámbito mundial se requieren estrategias para identificarlos, delimitarlos, preservarlos, protegerlos, restaurarlos y utilizarlos con un enfoque sustentable, además del diseño de planes de manejo específicos por sitio, inexistentes en la mayoría de los casos.

Para la aplicación de políticas, lineamientos, criterios y programas respectivos en nuestro país, es esencial una plataforma que incluya, fundamentalmente, su caracterización y ubicación.

Con este fin, se realizó el Inventario Nacional de Humedales, con técnicas de percepción remota y tecnología satelital. Para su elaboración, se si-

guieron tres criterios: agua (lagunas, cuerpos de agua, ríos, granjas agrícolas), suelo (suelos con características hídricas, es decir, que contengan agua o permitan generar vegetación) y vegetación (hidrófila y de humedal).

La metodología fue manejada a tres escalas: nacional, cuenca y humedal. En la primera, con información cartográfica existente a escala 1:250, 000; a escala de cuenca se incorporó la interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas y, por último, se caracterizaron 13 humedales en la República Mexicana mediante trabajo de campo y el levantamiento de sus respectivas fichas técnicas. Esta metodología permitió elaborar el primer mapa nacional de humedales.

Inicialmente, se detectó, por medio de un algoritmo, la presencia o ausencia de humedal; posteriormente, se clasificó según los criterios que se establecieron dentro del proyecto; incluso, se alcanzó a identificar el subsistema, clase y subclase de esos entornos.

A nivel humedal, se realizaron visitas de campo a cada una de las zonas para caracterizar los ecosistemas e informar sobre las condiciones del agua, el tipo de suelo y la vegetación predominante. Además, en esta fase se efectuaron talleres para conocer el uso que la gente daba a esas áreas.

A partir del estudio, será posible establecer su amplitud, estructura y funciones como un componente del ciclo hidrológico para generar, en el contexto de una visión estratégica, las propuestas y prioridades que sustenten la gestión integral de las aguas nacionales.

Un aspecto importante de la primera fase se refiere al análisis del "estado del arte" en materia de inventario, evaluación y monitoreo de humedales, donde se incorporó la experiencia nacional e internacional en la materia.

El proyecto conjunta los esfuerzos de distintas instituciones gubernamentales orientados a la integración del Inventario Nacional de Humedales y su Sistema de Información Geográfica, como los institutos nacionales de Ecología y de Estadística y Geografía, además de las comisiones nacionales de Áreas Naturales Protegidas, para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Forestal y del Agua.

Asimismo, organismos no gubernamentales como Pronatura, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), The Nature Conservancy y Ducks Unlimited de México.

El Sistema de Información Geográfica constituirá una ventana accesible para conocer los distintos humedales del país, sus condiciones ecológicas, hidrológicas, económicas, sociales, jurídicas y de manejo, con una mayor resolución que la información disponible en el ámbito nacional.

Con este instrumento se establecerán las pautas para la realización de estudios subsecuentes en materia de inventario, evaluación, monitoreo y planes de manejo de los humedales. *g*





Diseñan programa piloto  
Puebla, Oaxaca y Tlaxcala  
para el desarrollo hidráulico de

Entre los proyectos en desarrollo de la Red del Agua UNAM (RAUNAM), destaca el Programa Piloto de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PAD-HPOT), cuyo propósito es promover la gestión eficiente y sustentable de los servicios del recurso en el medio urbano y rural, para mejorar su competitividad y fomentar un crecimiento acelerado, equilibrado y justo, con participación de la sociedad.

Adicionalmente, identificará las condiciones actuales de las cuencas de los ríos Atoyac y propondrá una guía de acciones que contribuya al saneamiento de los sitios, en función de su manejo.

El programa considera componentes de tipo económico (unidades de riego), técnico (calidad del agua y saneamiento) y político, social y cultural (observatorio hídrico).

La propuesta establece el manejo integral de cuencas como principio rector para una mayor coordinación entre los actores gubernamentales y los representantes de las principales actividades productivas, con el fin de ubicar responsabilidades compartidas con altos beneficios generales.

Este enfoque constituye un instrumento de planeación adecuado, que posibilita la transversalidad de políticas públicas sectoriales relacionadas con la gestión del agua. Esta actividad no sólo permite la gestión equilibrada de los recursos naturales, sino también la integración de los actores involucrados en una sola problemática, en lugar de atender varios conflictos sectoriales dispersos.

#### Desarrollo hidráulico

La propuesta de acción se integró a partir de la identificación de distintos estudios y proyectos desarrollados entre 2005 y 2011 sobre los recursos hídricos en las tres entidades. La investigación fue realizada por la Coordinación Técnica de la RAUNAM, en colaboración

y con financiamiento del Instituto de Ingeniería de esta casa de estudios.

Con esta información y con el apoyo de la Fundación Harp Helú y Fundación UNAM, se formuló una propuesta para elaborar un programa que impulse el desarrollo hidráulico de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala, a partir del resultado de sus experiencias exitosas en la materia, su capacidad de innovación tecnológica y de convocatoria con los distintos actores involucrados en la gestión sustentable del agua.

En las entidades seleccionadas, los principales problemas se refieren a la baja eficiencia en el uso y cobertura de los servicios urbanos y rurales de agua y saneamiento; la contaminación de los cuerpos receptores; la eficiencia nula y escasa productividad en unidades de riego y el abatimiento de los acuíferos.

Como áreas piloto para implementar el programa fueron seleccionados ocho municipios: Ocotlán de Morelos, San Francisco Telixtlahuaca y Zimatlán de Álvarez, en Oaxaca; Cuetzalan del Progreso, Izúcar de Matamoros, San Martín Texmelucan y Tehuiztzingo, en Puebla, y El Carmen Tequexquitta, en Tlaxcala.

Después del diagnóstico realizado con apoyo en información bibliográfica, visitas de campo y entrevistas con funcionarios, empleados y usuarios, se propone la ejecución de acciones básicas de apoyo, la construcción de obras e instalaciones y, lo más relevante, fomentar un cambio en las percepciones, actitudes, concepciones y comportamientos de las poblaciones en el manejo del líquido.

En este contexto, es necesario reformular políticas públicas vinculadas a la gestión de los recursos hídricos y, derivadas de éstas, las estrategias que permitan llevarlas a efecto, además de desarrollar instrumentos adecuados para fortalecer la calidad de los servicios y el uso eficiente de los mismos. *g*

# Red del agua en la UNAM,



## iniciativa con futuro

**A**ctualmente, están en marcha distintos proyectos orientados a la atención de problemas relacionados con el recurso, para favorecer su diseño y la elaboración de propuestas que puedan ser financiadas por dependencias gubernamentales o instituciones interesadas.

Entre las iniciativas y propuestas destacan la creación de la Sala del Agua en Universum, Museo de las Ciencias; la integración de temas relacionados en los planes educativos de esta casa de estudios; la conformación de un programa de becas y la elaboración de un libro acerca de las políticas públicas en el sector.

El espacio museográfico representa uno de los proyectos de mayor relevancia para la Red del Agua UNAM (RAUNAM). Mediante herramientas interactivas se mostrarán distintos aspectos: disponibilidad del agua dulce; el ciclo del agua; manejo, calidad y tratamiento de aguas residuales y efectividad de acciones para ahorrar el recurso disponible.

Durante 2012 se evaluaron las características de lugares similares en el mundo para recabar experiencias que enriquecerán el diseño que próximamente será puesto a disposición de las autoridades universitarias.

### Currículo del Agua en la UNAM

Entre otros planes a futuro de la Red, destaca su interés en incluir el tema del agua en los distintos programas educativos de la UNAM, en todos sus niveles.

Con este objetivo se integrará un grupo de trabajo multidisciplinario que tendrá la tarea de diseñar un proyecto de reforma de planes de estudio y la creación de mecanismos que contribuyan en la formación de profesionales y especialistas capaces de participar en la solución de problemas relacionados.

Para integrar la propuesta se identificaron las materias sobre recursos hídricos y a profesores e investigadores que estudian aspectos del vital líquido.

Además, se buscaron programas académicos sobre la gestión integral del agua en instituciones de educación superior del mundo, entre las que destacan las universidades de Queensland, de Monash y Griffith, en Australia; King's College London, las universidades East Anglia, Cranfield y Bristol, en Inglaterra, y el Institute for Water Education, de Holanda.

En el rubro de difusión, la generación de conocimiento es una prioridad para la RAUNAM. Para cumplir con este objetivo, se conformará un fondo destinado a financiar la elaboración de tesis de licenciatura, maestría y doctorado, en temáticas del agua.

### Esfuerzo conjunto

La elaboración del libro sobre políticas públicas del agua es otro de los proyectos en incubación de la RAUNAM. El texto será resultado del esfuerzo de un amplio grupo de especialistas que analizarán diversos aspectos del tema.

Las conclusiones de las ediciones de 2009 y 2012 de los encuentros universitarios y del seminario de análisis y perspectivas, constituirán el punto de partida de la publicación, ya en proceso de elaboración. *g*

DIRECTORIO



**Dr. José Narro Robles**  
Rector

**Dr. Eduardo Bárzana García**  
Secretario General

**Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez**  
Secretario Administrativo

**Dr. Francisco José Trigo Tavera**  
Secretario de Desarrollo Institucional

**Enrique Balp Díaz**  
Secretario de Servicios a la Comunidad

**Lic. Luis Raúl González Pérez**  
Abogado General

**Renato Dávalos López**  
Director General de Comunicación Social



**Director de Gaceta UNAM**  
Hugo E. Huitrón Vera

**Subdirector de Gaceta UNAM**  
David Gutiérrez y Hernández

**Redacción:**  
Cristóbal López,  
Sergio Guzmán y Rodolfo Olivares

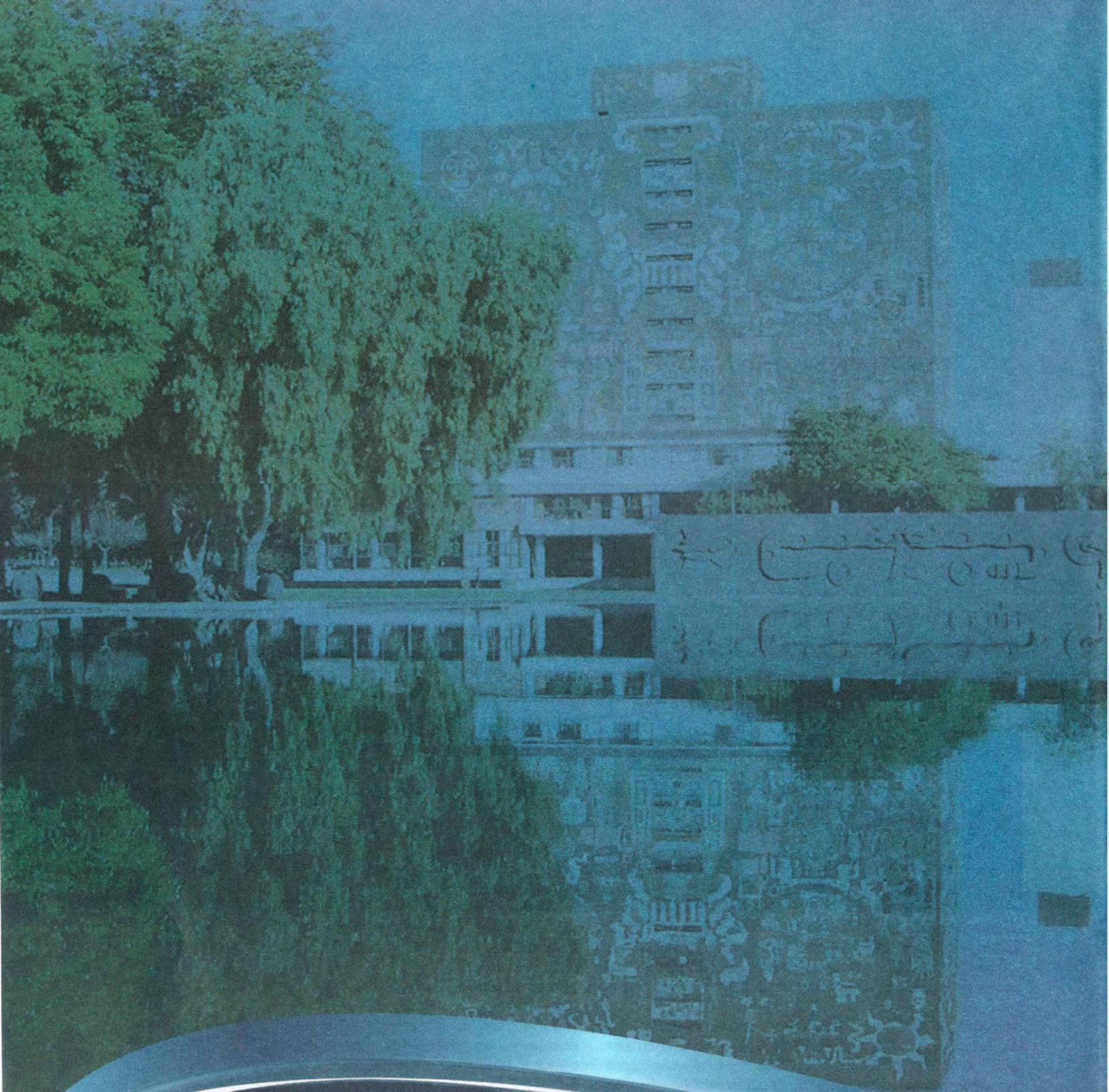
**Fotos:**  
PUMAGUA, RAUNAM,  
Juan Antonio López,  
Marco Mijares y Francisco Cruz

**Diseño:**  
Oswaldo Pizano

Responsables: Red del Agua UNAM y DGCS.

---

Gaceta No. 4537  
ISSN 0188-5138Suplemento  
agosto 26 de 2013



**PUMAGUA**  
Agua saludable, acción de todos

