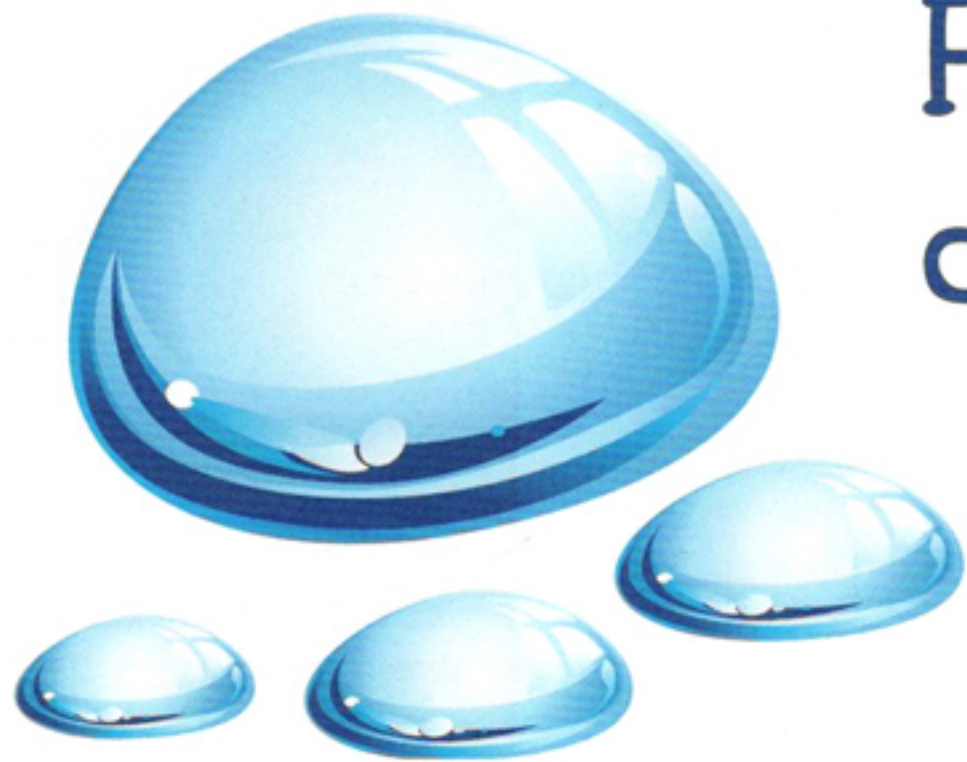


# PUMAGUA



## Programa universitario de uso eficiente del agua

Fernando González Villarreal,  
Cecilia Lartigue Baca y  
Rafael Val Segura

México sólo tiene el 0.1% del agua dulce accesible en el planeta y por ello se le considera un país con baja disponibilidad de agua. Las regiones del centro y el norte están ya en una situación crítica debido a que se extrae más agua de la que se recarga a los acuíferos. Por eso, aunque algunos de nosotros tengamos la suerte de no sufrir escasez de agua, hay que actuar de manera responsable para evitar que falte en un futuro muy próximo. Y es mucho lo que podemos hacer, como muestran los avances del Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua, PUMAGUA, en la Ciudad Universitaria (CU) de la UNAM, un *campus* que da servicio a 132000 personas.

### Ciudad en números

El *campus* de CU, ubicado en la zona sur del Distrito Federal, mide alrededor de 730 hectáreas y se construyó en terrenos del Pedregal de San Ángel, sobre suelos de lava, resultado del derrame del volcán Xitle, hace unos 5000 años. El Pedregal es un ecosistema endémico, con una riqueza muy elevada de especies de plantas y animales (más de 350 especies de plantas, 34 de mamíferos y 148 de aves, entre otras). Originalmente este ecosistema ocupaba alrededor de 4000 hectáreas. Conforme se fue urbanizando esta zona de la ciudad, el área de vegetación original se redujo a poco más de 300 hectáreas, localizadas hoy en día casi exclusivamente en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, cuyo cuidado está a cargo de la UNAM. El resto de los terrenos de CU

consisten principalmente en edificios, calles y jardines dominados por el pasto.

El agua que abastece al *campus* se extrae de tres pozos (dos que se utilizan diariamente y uno que se mantiene como reserva); en promedio el volumen total extraído es de 100 litros por segundo (l/s). El agua se almacena en tres tanques y se distribuye a los edificios a través de 54 kilómetros de tuberías. Las dos plantas principales de tratamiento de agua de CU procesan en conjunto alrededor de 22 l/s, menos de la mitad del volumen del agua residual de las dependencias universitarias. La red de agua tratada, con 4 km de tuberías, la distribuye a cuatro cisternas para el riego de áreas verdes.

En CU los baños siempre disponen de agua en abundancia y los jardines se riegan constantemente cuando no llueve. Los usuarios de los laboratorios en los institutos y centros de investigación y en las facultades del *campus* tampoco carecen de este recurso: los equipos de enfriamiento, los purificadores de agua, los equipos de revelado... todos cuentan con el agua necesaria. Y entonces muchos universitarios creemos que el problema del recurso hídrico no atañe a nuestro *campus*. La realidad es que en la red de distribución de CU se pierde alrededor del 50% del agua potable en fugas; tres cuartas partes de las áreas verdes (105 hectáreas) se riegan con agua potable y alrededor de la cuarta parte del agua que entra a cada dependencia se desperdicia. En un edificio con laboratorios se consume tres veces

más agua que en uno de docencia y cinco veces más que en uno de oficinas.

### Consumo racional

En 2007, por mandato del Consejo Universitario, se puso en marcha el PUMAGUA, que tiene tres objetivos a cumplir para el año 2011: reducir en un 50% el consumo de agua potable en CU; mejorar la calidad del agua potable y tratada para cumplir con las normas sanitarias más estrictas y lograr la participación de toda la comunidad universitaria. El Programa está dividido en cuatro áreas: balance hidráulico, calidad del agua, comunicación y participación, y geomática.

En el balance hidráulico se considera el volumen de agua que se extrae de los pozos y se distribuye a las dependencias, así como el volumen de agua residual que sale de éstas y va a las plantas de tratamiento, antes de usarse para regar 55 hectáreas de jardines, y el volumen del agua residual





que se descarga directamente al drenaje del Distrito Federal.

Para reducir el consumo de agua del *campus* a la mitad, se espera en tres años disminuir las fugas en un 50%, el agua potable que se usa para riego casi en un 70% y lo que se consume en los edificios (sobre todo en baños y laboratorios) en un 10% (ver tabla).

El área de calidad del agua, conformada por personal del Instituto de Ingeniería, el Instituto de Ecología y la Facultad de Medicina, busca que el todos los universitarios podamos beber el agua directamente de la llave, en lugar de consumir la de botellas de plástico (PET); cabe señalar que se necesitan 180 litros de agua para producir 1kg de este plástico y más de 100 años para degradarlo. También se busca mejorar la calidad del agua tratada, con el fin de que podamos utilizar las áreas verdes con la seguridad de que el agua con que la riegan no tiene contaminantes.

Para analizar la calidad del agua potable se toman muestras del agua de los pozos, antes y después de ser desinfectada, de las tomas de agua y de las cisternas.

Para conocer la calidad del agua residual se toman muestras en las plantas de tratamiento, antes y después de ser tratada, en las tomas de agua de riego y en los jardines en los que este tipo de agua se utiliza. Para ambos tipos de agua existen normas oficiales mexicanas que establecen diversos parámetros fisicoquímicos (turbidez, pH, nitratos, cloro residual, bencenos, etc) y parámetros biológicos (coliformes fecales y totales), pero en PUMAGUA medimos además otros factores que nos parecen importantes para conocer a profundidad la calidad del agua, tales como virus y micobacterias no tuberculosas.

Al área de comunicación y participación de PUMAGUA le corresponde involucrar a todas las autoridades de la UNAM, así como a cada uno de los miembros de la comunidad universitaria en el uso eficiente del agua. Para ello se ha elaborado una campaña en conjunto con los estudiantes de la carrera de diseño gráfico de la Escuela Nacional de Artes Plásticas. Ya se han distribuido una serie de carteles a todas las dependencias de CU informando las actividades de PUMAGUA y mensualmente se envía material en forma electrónica a la comunidad universitaria.

A las dependencias universitarias se les proponen maneras en las que pueden participar en el Programa, por ejemplo cambiando sanitarios por unos que ahorren agua, colocando medidores, asignando a una persona para atender los reportes de fugas y sustituyendo la vegetación por una más adecuada al ecosistema de CU. Hasta la fecha 42 dependencias universitarias han sustituido más de 1 900 muebles de baño por muebles con estas especificaciones y así han logrado ahorros de alrededor del 40% del agua que consumen.

El área de geomática trabaja en conjunto con el Instituto de Geografía para generar un Sistema de Información Geo-

gráfica (SIG), que despliegue toda la información hidráulica de la UNAM: pozos, tanques, cisternas, tuberías, tomas, alcantarillado, sistemas de riego, etc. Se hacen recorridos para detectar las coordenadas geográficas de cada punto importante (un pozo, una válvula, un medidor, etc.) y toda esa información se coloca en mapas digitalizados de Ciudad Universitaria. Cuando el SIG esté terminado, tendremos un panorama espacial muy claro de cómo se maneja el agua en el *campus*.

### Primero hay que medir

En cuanto al tema del volumen de agua (balance hidráulico), lo primero que se tiene que hacer para disminuir el desperdicio y las fugas es medir los consumos. Así, PUMAGUA instaló cinco medidores electromagnéticos en los pozos y tanques de la red de distribución. Sabiendo que en CU el consumo durante la noche es mínimo, de las 23:00 a las 6:00 horas, cuando se detecta agua en la red de distribución en ese horario es muy probable que se trate de una fuga. Esto nos permitió saber que la mitad del agua que se extrae de los pozos se perdía en fugas. Ya se han reparado alrededor del 15% de las fugas, equivalentes a unos 850 000 litros por día (lo que consumen más de 40 000 universitarios en el campus).

Se han instalado 50 micromedidores en 16 dependencias, gracias a lo cual se ha detectado que existe, en promedio, un 27% de fugas y desperdicio de agua dentro de los edificios. Varias dependencias, como la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, el Instituto de Investigaciones Filológicas, el Instituto de Ingeniería, la Dirección General de Actividades Cinematográficas y el Instituto de Geología han actuado rápidamente para corregir esto.

También se está actuando para reducir el volumen de agua que se usa en el riego. Como se mencionó, en CU tenemos la fortuna de contar con un área natural protegida, la Reserva Ecológica del Pedregal de

### PUMAGUA: metas de ahorro para el 2011

|         | ACTUAL (l/s) | CON PUMAGUA (l/s) | AHORRO (%) |
|---------|--------------|-------------------|------------|
| FUGAS   | 54           | 25                | 52         |
| RIEGO   | 19           | 6                 | 68         |
| CONSUMO | 21           | 19                | 10         |
| TOTAL   | 94           | 50                | 48         |

## MÁS INFORMACIÓN

- [www.torreingenieria.unam.mx/PUMAGUA.html](http://www.torreingenieria.unam.mx/PUMAGUA.html)
- [www.pumagua.unam.mx](http://www.pumagua.unam.mx)

San Ángel. Es la única reserva ecológica del mundo en un *campus* universitario, dentro de una megaciudad. En conjunto con la Reserva, el Jardín Botánico de la UNAM y el área de Arquitectura del Paisaje y Jardín Botánico, en PUMAGUA nos proponemos sustituir algunas zonas de jardines por vegetación nativa. Además de proteger la biodiversidad de la Reserva, con esta medida disminuirémos notablemente el consumo de agua, puesto que las plantas nativas no requieren de riego. Por otra parte, se ha empezado a automatizar el riego de algunos jardines, con lo cual lograremos ahorrar un 30% de agua con respecto al riego tradicional.

### La calidad

De acuerdo con los análisis realizados por PUMAGUA, el agua potable que se distribuye en CU es apta para consumo humano. Tomar agua de la llave ayudará a disminuir los gastos de la UNAM y de los universitarios en agua embotellada, así como la generación de residuos sólidos.

Hemos analizado el agua tratada y encontramos que debemos mejorar el sistema de tratamiento de la plantas para que ésta tenga la calidad exigida por la norma oficial mexicana más reciente. Igualmente, una prioridad de PUMAGUA es renovar las plantas de tratamiento para duplicar el volumen de agua residual que procesan. Ya se está adecuando una de las plantas de tratamiento, la de Cerro del Agua, para que, en una primera etapa, trate 25 l/s, y la Dirección General de Obras y Conservación está realizando las obras necesarias para conectar a varias dependencias de la zona cultural con la planta de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, de tal manera que, en lugar de procesar 1 l/s, como lo hace actualmente, procese los 7 l/s para los que fue diseñada. Para el 2011 se prevé que, entre las dos plantas de tratamiento, se traten 47 l/s.

### En el campus y en casa

Para todo el trabajo realizado en PUMAGUA hemos contado con la colaboración de más de 60 dependencias universitarias.

Otro punto prioritario

para el Programa es la formación de recursos humanos; se han concluido cinco tesis y 14 están en proceso. Asimismo, más de 70 estudiantes de la licenciatura de biología y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia han desarrollado trabajos de investigación relacionados con PUMAGUA y aproximadamente 30 becarios han colaborado en las áreas de detección de fugas, medición, riego, calidad del agua, y comunicación y participación. También se han impartido talleres sobre el uso eficiente del agua a los jardineros y al personal de mantenimiento.

Cada uno de nosotros es responsable de utilizar adecuadamente el agua. Para ello, no proponemos una lista larguísima de acciones, sino sólo 10 que son indispensables en las instalaciones de la UNAM, y cinco acciones para tu casa.

En los sanitarios:

1. Reporta fugas al jefe de servicios o al personal de limpieza.
2. Evita descargar manualmente los inodoros automatizados.
3. Reporta cualquier descompostura al jefe de servicios generales.
4. Mantén limpio el baño.
5. No dejes la llave abierta.

En los laboratorios:

1. No arrojes por el drenaje:
  - Materia orgánica.
  - Residuos peligrosos, ya sean neutralizados o no neutralizados.
  - Amortiguadores con sales sintéticas.
2. Pregúntale al investigador responsable del laboratorio cuál es la mejor manera de disponer de los residuos peligrosos.
3. Remoja, enjabona y enjuaga todo el material de laboratorio de una sola vez.
4. Remueve las partículas del material con cepillo, estropajo o con tu mano. No dejes la llave abierta.

En tu casa:

1. Coloca inodoros con un consumo de no más de seis litros por descarga.
2. Coloca regaderas ahorradoras (máximo 10 litros por minuto).



3. Toma duchas de no más de cinco minutos.
4. Verifica que tu lavadora de ropa sólo funcione con cargas completas.
5. No riegues tu jardín más de dos veces por semana y hazlo por la noche o muy temprano en la mañana.

Si te interesa participar activamente en PUMAGUA o conocer más sobre este programa, contáctanos al correo [clartigueb@iingen.unam.mx](mailto:clartigueb@iingen.unam.mx) o visita nuestra página: [www.pumagua.unam.mx](http://www.pumagua.unam.mx) 

Fernando González Villarreal es director de PUMAGUA e investigador y profesor de la Coordinación Hidráulica del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Ha sido asesor del Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo. Fue presidente del Colegio de Ingenieros Civiles y de la Asociación Mexicana Hidráulica.

Cecilia Lartigue Baca es bióloga por la UNAM y Coordinadora de Comunicación/Participación de PUMAGUA. Realizó la maestría en la Universidad de Edimburgo, Reino Unido. Ha participado en proyectos de manejo de recursos naturales y ha sido guionista de programas de televisión con temas ambientales.

Rafael Val Segura es Coordinador Ejecutivo de PUMAGUA. Estudió Ingeniería en la UNAM y recibió el grado de Doctor de la Universitat Politècnica de Catalunya. Fue Coordinador Nacional del Programa Hidrológico Internacional UNESCO.