



Foto: IM.

# SECTORIZACIÓN Y CONTROL DE PRESIONES EN CIUDAD UNIVERSITARIA

**DR. FERNANDO JORGE GONZÁLEZ VILLARREAL**  
Director de PUMAGUA

**M. EN C. CECILIA LARTIQUE BACA**  
Coordinadora Ejecutiva de PUMAGUA

**ING. JOSÉ DANIEL ROCHA GUZMÁN**  
Coordinador de Balance Hidráulico de PUMAGUA

# A

nivel mundial, en los países de economías emergentes las pérdidas en sus sistemas de abastecimiento de agua se encuentran entre el 40 y 50 % del suministro, mientras que en los países desarrollados se encuentran entre el 3 y el 7%. El panorama a nivel nacional muestra algo muy similar a lo que sucedía en el campus de Ciudad Universitaria (CU) hasta el año 2008, cuando dio inicio el Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA): los organismos operadores re-

portan eficiencias físicas del orden del 45%, es decir que se pierde más del 50% del agua inyectada a éstos.

PUMAGUA surgió para implementar el manejo eficiente del agua en los campus de la Universidad. El Programa se implementó en Ciudad Universitaria, como fase piloto. De acuerdo con las mediciones de PUMAGUA, en 2008 se extraían 100 l/s, en promedio, de los tres pozos que abastecen a CU y más de la mitad del agua extraída se perdía en fugas y desperdicios.

PUMAGUA SURGIÓ PARA IMPLEMENTAR EL MANEJO EFICIENTE DEL AGUA EN LOS CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

De acuerdo con las mediciones del Programa, actualmente se extraen en promedio 77.2 l/s (6,722 m<sup>3</sup>/día), lo cual constituye una reducción neta de 22.8 l/s (1,918 m<sup>3</sup>/día) con respecto a 2008. Esta disminución de 23% ha sido posible gracias a la sectorización y control de presiones, a la instalación de un sistema de medición de consumos en tiempo real, así como a la reparación de fugas en líneas primarias y secundarias; a la disminución de consumo en núcleos de baños y a la colaboración de más de 100 entidades universitarias con PUMAGUA.

### BENEFICIOS DE LA SECTORIZACIÓN

El propósito de sectorizar la red de distribución de agua potable en CU es el de incrementar su eficiencia hidráulica y ejercer un mayor control operativo de parámetros como la presión, la cantidad de agua, detección de fugas, así como la calidad del agua, e iniciar un programa de control de pérdidas con base a un análisis hidráulico de alto nivel, aplicando simuladores hidráu-

cos de redes de agua potable y tecnología de punta sobre sistemas de control automático y de medición.

Con la sectorización de redes de agua potable se trata de formar elementos separados físicamente e interconectados hidráulicamente sólo mediante líneas de conexión o circuitos primarios de la red de agua potable. Así, el diseño de cada sector obedece a la topografía, ubicación y capacidad hidráulica de las captaciones, rebombes, tanques, conducciones y tuberías, considerando el mínimo de cortes, conexiones, movimientos de válvulas e instalaciones de tuberías. Por ello los sectores tienen formas irregulares. El número de usuarios dentro de ellos depende de la disponibilidad de agua y de la infraestructura existente.

De acuerdo con los resultados de una simulación en la red de agua potable de CU, se determinó segmentarla en cinco sectores hidráulicos, tomando como principal criterio las presiones y, en consecuencia, la topografía de los datos del diagnóstico y posteriormen-

CUANDO DIO INICIO EL PROGRAMA DE MANEJO, USO Y REUSO DEL AGUA EN LA UNAM (PUMAGUA): LOS ORGANISMOS OPERADORES REPORTAN EFICIENCIAS FÍSICAS DEL ORDEN DEL 45%, ES DECIR QUE SE PIERDE MÁS DEL 50% DEL AGUA INYECTADA A ÉSTOS.

te, utilizando información producto de mediciones llevadas a cabo con un medidor ultrasónico.

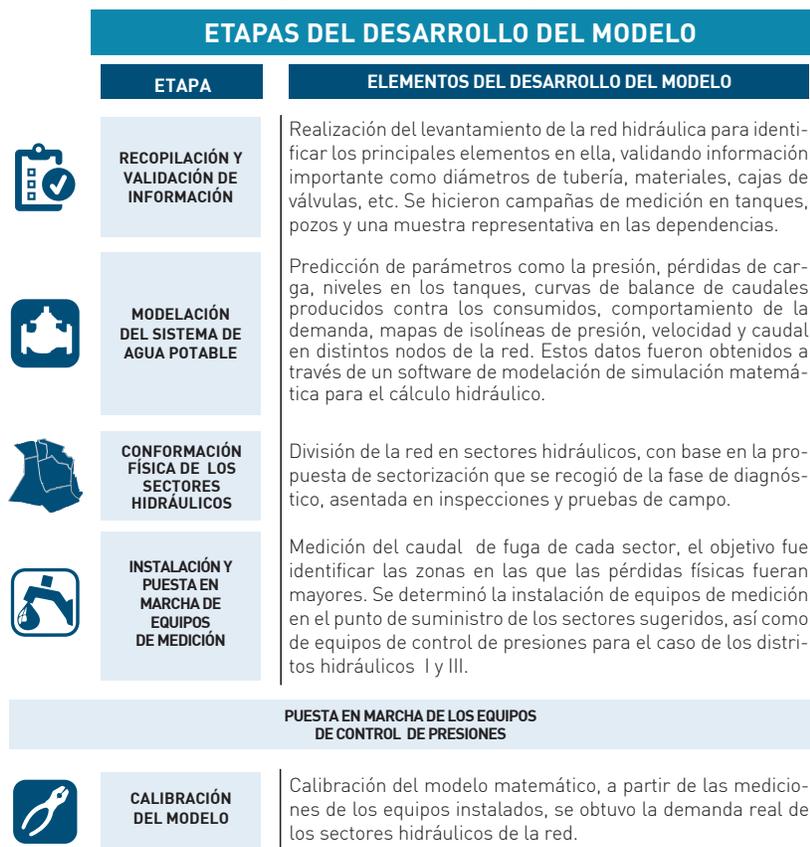
Actualmente, con apoyo del sistema de medición de consumos en tiempo real, se conoce la ubicación de aquellos sectores hidráulicos en los cuales la presencia de fugas o pérdidas en la red son significativas. Al poseer esta información, se reduce considerablemente el tiempo destinado a resolver estas pérdidas, enfocando efectivamente los recursos humanos y económicos, en coordinación con las instituciones universitarias.

### BENEFICIOS DEL CONTROL DE PRESIONES

La presión es el segundo factor más importante para la eficiencia hidráulica, después del estado de la infraestructura, y está relacionada con la presencia de fugas en un sistema. Para disminuir las fugas en CU, se recomendó instalar válvulas reguladoras de presión en dos de los sectores hidráulicos (I y III) del campus, donde se concentra la mayor presión del agua. Cabe recordar que los datos requeridos por las válvulas son los horarios de cierre y apertura, así como las presiones a reducir.

Se espera que con el control de presiones se logre recuperar, al menos, 8 l/s en uno de los sectores hidráulicos (8 horas y reduciendo la presión 2.4 kg/cm<sup>2</sup>), más 6 l/s en otro sector (8 horas y reduciendo la presión al

Figura 1. Modelo de sectorización y control de presiones de PUMAGUA.



menos 2 Kg/cm<sup>2</sup>), lo cual daría un total de 402 m<sup>3</sup>, por día.

Por otro lado, con el control de presiones se asegura que al reducir las pérdidas de agua en la red de distribución, las presiones inducidas a la red no se incrementan ni representan algún tipo de riesgo para la aparición de nuevas fugas.

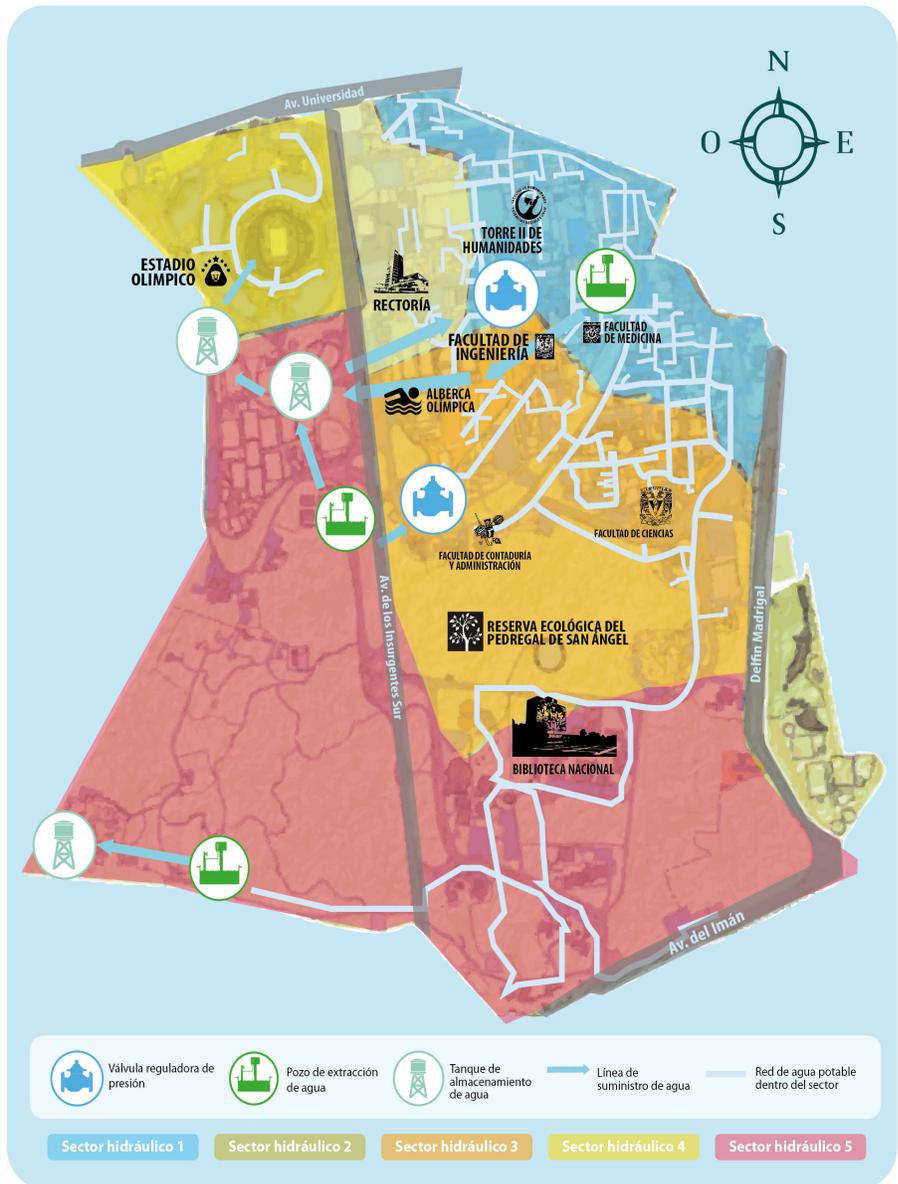
**MODELO DE SECTORIZACIÓN Y CONTROL DE PRESIONES: PUMAGUA**

Para contribuir en la reducción de las pérdidas físicas de agua en el sistema de distribución de Ciudad Universitaria e incrementar su eficiencia, PUMAGUA propuso un modelo para efectuar la sectorización y control de presiones en el campus, estableciendo seis etapas que se reflejan en la figura 1.

**REPLICACIÓN DEL MODELO**

La efectividad probada de este sistema, aplicado a lo largo de más de seis años, lo ha llevado a escalar el modelo a cuatro de las facultades de estudios superiores ubicadas en la zona metropolitana (Acatlán, Aragón, Iztacala y Zaragoza), además del campus Juriquilla en Querétaro. Adicionalmente, utilizando los ejes de PUMAGUA, la Red del Agua de la UNAM (RAUNAM) y el Instituto de Ingeniería diseñaron, en 2012, el Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico para los Estados de Oaxaca, Puebla y Tlaxcala, que busca lograr que ocho localidades en estos tres estados (con una población a atender de más de 340 mil personas), gestionen los servicios de agua en el medio urbano y rural de forma eficiente y sustentable, para contribuir de esta manera al desarrollo local.

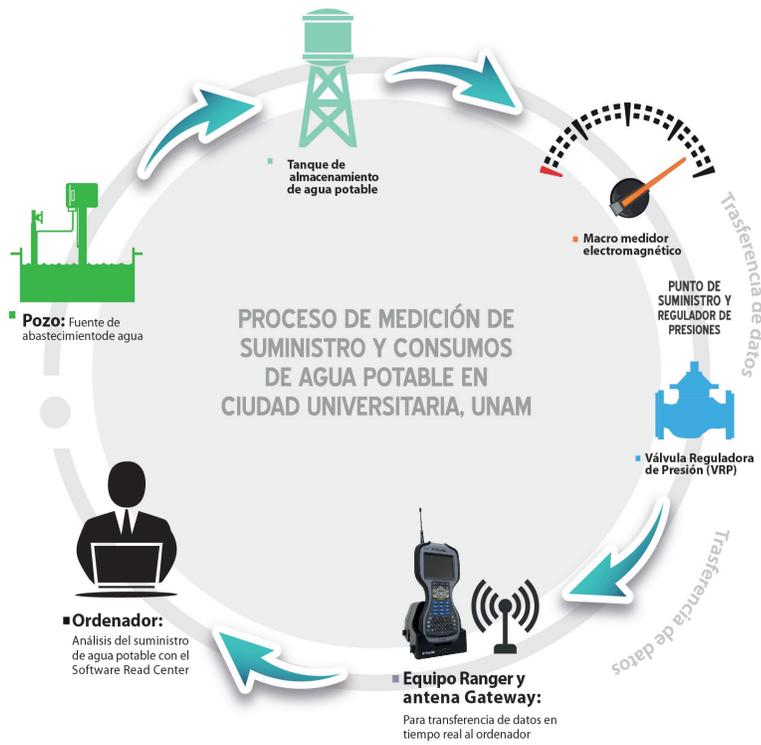
Sobre esa base, se ha determinado que PUMAGUA tiene la solidez suficiente para ser trasladado a otros espacios de magnitudes similares, realizando primeramente una fase piloto en una localidad considerada prioritaria por sus problemas en el manejo de agua, tanto en calidad, como en cantidad, elaborar un diag-



Sectorización del sistema de agua potable de Ciudad Universitaria, UNAM.

nóstico de la eficiencia en su organismo operador, tomando en cuenta, tanto las cuestiones de eficiencia física e hidráulica en la gestión del sistema. De dicho diagnóstico deberán surgir recomendaciones para realizar mejoras, para la reducción de pérdidas en líneas primarias y edificios públicos y establecimiento de sistemas de monitoreo cuya información sería comunicada de manera frecuente a usuarios, construyendo un Observatorio del Agua de la localidad en cuestión. Una vez consolidado el sistema a ese nivel espacial, se replica el sistema a otras colonias, con miras a cubrir todas aquellas zonas aledañas a la localidad principal.

CUANDO DIO INICIO EL PROGRAMA DE MANEJO, USO Y REUSO DEL AGUA EN LA UNAM (PUMAGUA): LOS ORGANISMOS OPERADORES REPORTAN EFICIENCIAS FÍSICAS DEL ORDEN DEL 45%, ES DECIR QUE SE PIERDE MÁS DEL 50% DEL AGUA INYECTADA A ÉSTOS.



## CONCLUSIONES

La puesta en marcha de un programa de recuperación de caudales implicó sectorizar la red de distribución de agua potable de CU, efectuando control de presiones, lo cual, junto con acciones de reparación de fugas y disminución de consumos, ha resultado en una disminución del 23% en la extracción de los pozos que abastecen a CU.

La siguiente etapa dentro de este modelo de sectorización y control de presiones para mejorar la eficiencia del sistema, es el plan maestro de sustitución de tuberías de la red primaria en Ciudad Universitaria, principalmente en las zonas más viejas del campus y en donde existan las mayores pérdidas.

Se continuará trabajando en el control de presiones, de tal manera que en el mediano plazo se logre disminuir la extracción de agua de los pozos a la mitad, lo cual fue la meta establecida al inicio de PUMAGUA. Así, la sectorización y control de presiones se han convertido en herramientas fundamentales para encaminar a Ciudad Universitaria al manejo responsable del agua. [III](#)

### EQUIPAMIENTO:

- Hay 9 macro medidores y 2 válvulas reguladoras de presión instalados en el campus de CU.
- El proceso de medición, de principio a fin, tiene una duración de 1 semana.
- Son 5 operarios quienes trabajan en las mediciones. Se realizó la sectorización de la red hidráulica basado en un modelo matemático.

### HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN:

El equipo Ranger, marca Badger Trimble Ranger, es una de las herramientas de medición que se utiliza para descargar en un ordenador (PC), la información sobre los caudales del suministro de agua, la cual ha sido recopilada por micro y macro medidores que se encuentran instalados en los puntos de suministros de agua.

También se utiliza una antena o concentrador Badger Meter Gateway para tener las mediciones en tiempo real a través de radiofrecuencia.