

# Agua inteligente, ciudades inteligentes

*Autor:*

Adrián Pedrozo Acuña

*Fecha de publicación:*

6 de diciembre de 2020

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), reporta que es muy probable que el número de eventos de precipitación extrema sobre la Tierra haya aumentado.



Foto: Genaro Servín

*Diversos investigadores señalan que durante el siglo XXI una gran cantidad de ciudades en todo el mundo enfrentarán retos hídricos incommensurables (Peirce y Johnson, 2009).*

La impermeabilización del suelo, debida a la presencia de concreto y asfalto en grandes superficies, modifica la relación lluvia-escurrimiento de las cuencas dentro de la ciudad, lo que a su vez produce que incluso lluvias de corta duración dificulten la conducción y el drenaje seguro de los volúmenes de agua resultado de precipitaciones moderadas. De esta manera, las inundaciones representan una amenaza importante al bienestar de la sociedad y al funcionamiento adecuado de los servicios urbanos.

Por otro lado, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), reporta que es muy probable que el número de eventos de precipitación extrema sobre la Tierra haya aumentado, además de que se espera que, en un futuro próximo, estos eventos sean cada vez más intensos y frecuentes (Stocker et al. 2013). Dada la magnitud de los riesgos hidrometeorológicos esperados, las ciudades tienen la obligación de **desarrollar e implementar estrategias de adaptación y resiliencia ante estos nuevos extremos**, de tal suerte que sea posible definir una estrategia para su gestión en el corto, mediano y largo plazos.



Es posible anticipar que, de no emprender ninguna acción en diversas zonas urbanas de nuestro país, se registrará un incremento en la cantidad y magnitud de impactos adversos registrados por la incidencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Tal como ya se ha visto durante esta temporada de lluvias (2020), con el nuevo récord de huracanes registrados en un año y las extensas inundaciones en Tabasco. Esto es evidencia clara de la proyección al alza en el número e intensidad de inundaciones y lluvias severas, por lo que es necesario implementar acciones concretas e inmediatas que permitan conocer los cambios en el ciclo hidrológico por la presencia del hombre, para de esta forma hacer un mejor uso del agua y la infraestructura disponible.

Los sistemas de monitoreo in situ proporcionan información clave para la gestión adecuada del agua y el manejo de situaciones extremas no previstas. Por ejemplo, las autoridades locales, las empresas y los habitantes necesitan información oportuna y detallada que les permita conocer de una manera precisa los riesgos e impactos a los que están expuestos durante una tormenta. Por otro lado, las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han sido reconocidas como un factor clave para el crecimiento sustentable, mediante las cuales se alcanza la eficiencia trascendiendo las formas y soluciones clásicas de la ingeniería hidráulica. Entre estas se encuentran el Internet, las redes inalámbricas, los teléfonos celulares y otros medios de comunicación que ya son utilizados en sociedades modernas y que están modificando profundamente la manera en la que se vive (p. ej. Uber para el servicio de transporte, Airbnb, para el alojamiento, etc.).

El uso de las TIC a nivel urbano permite un mejor monitoreo y diagnóstico de problemas, de tal manera que es posible priorizar acciones y manejar situaciones no previstas en un tiempo muy corto. La aplicación de estas tecnologías para el monitoreo del ciclo urbano del agua es referido en la literatura como sistemas de agua inteligentes. La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) define a estos sistemas como aquellos “con un alto grado de automatización, tiempos de respuesta rápidos o con la capacidad de capturar información en tiempo real y la habilidad para transmitir datos entre lugares remotos al servidor de procesamiento, de tal manera que estos datos están disponibles al público y usuarios” (OECD, 2014).

Mientras que este tipo de sistemas combinan innovaciones técnicas y no técnicas, las TIC proveen nuevas posibilidades de priorización de recursos y atención de zonas susceptibles a experimentar daños en tiempos muy cortos, con lo que se abre la posibilidad de disminuir y mitigar las pérdidas que de otra manera serían registradas hasta la finalización del evento.

Son aún pocas las ciudades del mundo que proveen acceso a la información hidrológica a través de las telecomunicaciones (p. ej. internet, sensores inalámbricos, teléfonos celulares, etc.), por lo que en diversos foros internacionales se reconoce que todavía existe un nivel de madurez bajo respecto a la estandarización de soluciones con base en TIC para este propósito (Goubersville, 2016). Uno de los factores que ha restringido la proliferación global de estos sistemas es el alto costo económico para su implementación en el monitoreo de lluvia, caudales y fugas en tiempo real (Boyle et al., 2013). Este costo es consecuencia directa no solo de los equipos de monitoreo necesarios, sino también de las herramientas sofisticadas que se necesitan para el proceso y posproceso de la información adquirida, ya que, por lo general, esta se encuentra en un formato que no suele ser amigable para personas sin la suficiente cultura informática, y su interpretación requiere un alto grado de especialización por parte del personal encargado.

Uno de los mayores retos de las ciencias hidrológicas y de la ingeniería hidráulica es el monitoreo remoto de las variables relevantes en tiempo real, de tal manera que se provea una fotografía instantánea de los forzamientos y el sistema en operación (p. ej. drenaje o zonas con lluvia intensa) (Bogena et al., 2010).



Un caso digno de rescatar es el de la Ciudad de México. Esta urbe constituye uno de los centros urbanos más grandes del mundo, en el que el monitoreo de la precipitación es de gran importancia para la adecuada operación de la infraestructura de drenaje. En este caso, en años recientes, a pesar de los esfuerzos de las autoridades para actualizar el sistema de drenaje (p. ej. construcción del Túnel Emisor Oriente, entre otros), ha sido evidente que la ciudad continúa expuesta a inundaciones. Esto se debe a lo complejo que resulta la operación del drenaje bajo forzamientos de lluvias de gran intensidad y corta duración (de tipo convectivo), además de la limitada ventana de observación (15 minutos) de estos eventos por parte de los sistemas actualmente instalados. Esta problemática ejemplifica la complejidad a la que están expuestas las autoridades encargadas de atender este tipo de eventos desde su nivel municipal hasta el nivel estatal. Por ejemplo, en aquellos casos en los que las afectaciones se registran de manera generalizada y simultánea es necesario proveer a todas las áreas pertinentes la información más reciente y precisa posible para la organización de brigadas de apoyo y rescate por parte de sus cuerpos de seguridad.

En este sentido, el aprovechamiento de las TIC para el monitoreo inteligente del agua en zonas propensas a inundación tiene el potencial de contribuir de manera directa al incremento de la seguridad de su población, así como al mejoramiento de las estrategias de prevención, atención y adaptación ante estos eventos climáticos, en virtud de que través de su uso es posible no solo contar con información en diversos puntos, sino también tener acceso (abierto y público) a la información de manera rápida y a una alta resolución temporal (minuto a minuto). De hecho, en todo el mundo existe una preocupación creciente por la obtención de información de lluvia en tiempo real (al minuto) a una escala urbana. Sin embargo, la mayoría de los componentes de almacenamiento de datos que se comercializan en el mercado no permiten la adquisición y transmisión de información en tiempo real. Esto se debe a las restricciones de cableado que elevan considerablemente el costo de implementación (Kerkez et al., 2012). Si bien es cierto que existen numerosos sistemas inalámbricos comerciales que pueden transmitir datos entre dos puntos, este hardware utiliza por lo general radios de alta potencia que requieren una energía sustancial para la transmisión de la información.

De manera alternativa, se han registrado avances en la tecnología informática que hacen uso de librerías gratuitas para diversos propósitos. Esto ha permitido el desarrollo de computadoras miniatura de bajo costo, conocidas como Arduino o Raspberry, cuyo uso dentro de la ingeniería hidráulica es todavía incipiente. A pesar de lo anterior, ya empiezan a registrarse los primeros casos de éxito, en los que se demuestra su capacidad para la implementación de soluciones de bajo costo y alta eficiencia, permitiendo el monitoreo de variables en tiempo real a escalas espaciales y temporales nunca antes vistas (Pedrozo-Acuña et al., 2017). Es el caso del sistema de monitoreo de lluvia desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM para la Ciudad de México, transformando el paradigma del alto costo de estos servicios e incorporando tecnologías de la información bajo una filosofía de datos abiertos y disponibles a toda la sociedad ([www.oh-iiunam-mx](http://www.oh-iiunam-mx)). Es posible afirmar que la misma arquitectura de este sistema se puede utilizar para medir concesiones, acuíferos, ríos, drenaje, presas y acueductos. Es una demostración viva de que un cambio de paradigma en el monitoreo del agua es posible, de la mano de la ingeniería nacional y con base en dispositivos de bajo costo para la adquisición y gestión de datos, cualidad que lo hace una plataforma escalable, interoperable y que soporta la recolección de datos de diversos sensores de una manera eficiente, además de su procesamiento, almacenamiento y publicación. Este esfuerzo representa una iniciativa que permite una mejor toma de decisiones a las autoridades de diversos niveles de gobierno que tienen bajo su jurisdicción la creación de estrategias que permitan un mejor manejo de estos desastres, a través de una mejor hidrología operativa (Watteyne et al., 2012).



Vivimos globalmente una nueva era tecnológica, lo que abre la oportunidad al uso de la ciencia, la innovación y la tecnología en los temas asociados con el agua. Sin embargo, en todo el mundo, los profesionales del agua son considerados conservadores, precavidos y, en general, lentos en adoptar la modernización. A pesar de ello, estamos ante una disyuntiva que nos obliga a comenzar a andar el camino hacia la desectorización y digitalización del agua. Hay dos razones fundamentales que dan origen a este razonamiento: primero, la idea de un mundo estacionario está muerta. Los ingenieros de antaño estaban entrenados para trabajar con la fluctuación natural del ambiente, anticipando las condiciones futuras con registros históricos, pero el pasado ya no sirve de guía. Conforme el cambio se instala en el clima global, los profesionales del agua deben modernizar sus estrategias para la planificación de infraestructura, utilizando observaciones del ciclo hidrológico en tiempo real. Segundo, los usuarios del agua estamos profundamente conectados.

Las tecnologías digitales permean nuestras vidas en maneras inimaginables hasta hace pocos años; por ello, la digitalización del agua ha comenzado con la recolección de información en tiempo real. El uso de sensores inteligentes, junto con la inteligencia artificial, abren la puerta a un uso abierto, honesto y legítimo de recursos. En el IMTA trabajamos arduamente para aprovechar la tecnología y la digitalización en el sector hídrico, de tal suerte que podamos construir un ecosistema de cooperación con base en evidencia e información común. La premisa básica para todos los involucrados deberá ser que es posible caminar hacia el desarrollo, de una manera socialmente justa y ambientalmente responsable. Ese es el mantra: el agua es un bien común del que todos dependemos, y su correcto manejo es preocupación de todos.

#### Referencias:

- Bogena, H. R., M. Herbst, J. A. Huisman, U. Rosenbaum, A. Weuthen, and H. Vereecken (2010), Potential of wireless sensor networks for measuring soil water content variability, *Vadose Zone J.*, 9, 1002-1013.
- Boyle, T., Giurco, D., Mukheibir, P., Liu, A., Moy, C., White, S., Stewart, R. (2013) Intelligent Metering for Urban Water: A Review. *Water*, 5, 1052-1081.
- Goubersville, P., (2016) Key Challenges For Smart Water. 12th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2016, Incheon, Korea
- Kerkez, B., S. D. Glaser, R. C. Bales, and M. W. Meadows (2012), Design and performance of a wireless sensor network for catchment-scale snow and soil moisture measurements, *Water Resour. Res.*, 48, W09515, doi:10.1029/2011WR011214.
- OECD. (2014). *Managing water for future cities*.
- Peirce, N.R., Johnson, C.W.: *Century of the City: No Time to Loose*. Rockefeller Foundation, New York (2009)
- Pedrozo-Acuña, A., Magos-Hernández, J.A., Sánchez-Peralta, J.A., Amaro-Loza, A., Breña-Naranjo, J.A., 2017. Real-time and Discrete Precipitation Monitoring in Mexico City: Implementation and Application. *HydroSensoft 2017*, International Symposium on Hydro-Environment Sensors and Software, IAHR, Madrid, Spain.
- Stocker, T.F., et al.: Technical summary. In: Stocker, T.F., et al. (eds.) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge and New York (2013)
- Watteyne, T., Vilajosana, X., Kerkez, B., Chraim, F., Weekly, K., Wang, Q., Glaser, S. and Pister, K. (2012), OpenWSN: a standards-based low-power wireless development environment. *Trans. Emerging Tel. Tech.*, 23: 480-493. doi:10.1002/ett.2558