

Agua y desarrollo urbano

Manuel M. Cabrera Delgadillo

Durante el curso histórico de la humanidad siempre ha existido una relación directa entre el tipo y grado de cultura de una sociedad, con la cantidad y calidad de recursos de que dispone. Pero ninguna civilización ha modificado su arraigo territorial a menos que los recursos le sean escasos, o sea removido por la vía bélica o desastre natural; y el asiento común de toda civilización es alrededor de un cuerpo de agua, río, lago o desembocadura al mar; un caso que rompe esta regla son los pueblos nómadas, pero sus rutas están ligadas a sitios donde pueden reabastecerse de agua; todo ser viviente precisa de este líquido, hasta en las rutas migratorias de los animales terrestres se observa esta necesidad.

Durante el curso histórico de la humanidad siempre ha existido una relación directa entre el tipo y grado de cultura de una sociedad, con la cantidad y calidad de recursos de que dispone. Pero ninguna civilización ha modificado su arraigo territorial a menos que los recursos le sean escasos, o sea removido por la vía bélica o desastre natural; y el asiento común de toda civilización es alrededor de un cuerpo de agua, río, lago o desembocadura al mar; un caso que rompe esta regla son los pueblos nómadas, pero sus rutas están ligadas a sitios donde pueden reabastecerse de agua; todo ser viviente precisa de este líquido, hasta en las rutas migratorias de los animales terrestres se observa esta necesidad.

El hombre ha apostado su seguridad a la presencia de este elemento, tal es el caso de antiguas culturas como Egipto y Tenochtitlan; todas las civilizaciones, incluso las actuales, se asientan en cuerpos de agua; sólo recuerde nombres como el Sena, Támesis, Rhin, Tíber, Nilo, Potomac, Hudson; o ciudades como Toronto, Montreal, Chicago y San Petersburgo que se asientan en lagos.

La antigua Tenochtitlan, hoy ciudad de México, asiento de varios reinos, entre los que destacó la cultura azteca, asoció su desarrollo con la estabilidad hídrica de una cuenca lacustre, marcando el asiento de una civilización ejemplar que respetaba y valoraba el recurso que era asiento de su ciudad.

Como caso único de desarrollo urbano, Tenochtitlan se funda en 1325 en el actual Valle de México, conteniendo un lago en proceso de desecación por azolveamiento; pero no sin impedir su desarrollo y esplendor los habitantes no sólo aprovecharon las riveras del lago sino que utilizaron el cuerpo de agua mediante el uso de chinampas por razones políticas, militares y agrícolas hasta la llegada de los españoles.

Durante el siguiente periodo, el lago del Valle de México acentuó su desecación, significando un incremento territorial y poblacional para la ciudad colonial, que continuamente debía renovarse debido a inundaciones, la más grave de las cuales sucedió en septiembre de 1629, cuando murieron más de 50 mil personas entre españoles e indígenas, accidentes que aceleraron los trabajos de drenaje y salida de las aguas del Valle de México iniciados en 1607 con el tajo de Nochistongo.

A partir de entonces, el recurso hidráulico del Valle de México sufre una creciente explotación, tanto para abastecer de agua potable a los habitantes, como para prevenir inundaciones; cuyas consecuencias a largo plazo las está pagando nuestra actual sociedad.

Hoy la civilización cuenta con los recursos técnicos y humanos para resolver los problemas derivados del uso del agua: la escasez, contaminación y control de escurrimientos máximos repentinos, pero ¿se cuenta con la voluntad de la sociedad?, ¿se tienen los recursos económicos y legales?, lamentablemente la solución está por definirse y depende de solventar la primera incógnita y romper con ideas preconcebidas.

La autosuficiencia

La cuenca del Valle de México por sí sola tiene una capacidad hidráulica importante para solventar las necesidades de la gran ciudad, pero faltan los mecanismos para hacer viable tal posibilidad.

Se determinan en este escrito soluciones de forma cuantitativa y cualitativa, en orden prioritario de pasos de solución, mismos que con voluntad, estudio y experimentación pueden ser aplicables, basadas en experiencias propias y estudiadas

El origen de todo cuerpo hidráulico son los escurrimientos debido a precipitaciones, el 3% del total de agua de todo el planeta es dulce, que tuvo o tiene su origen en la lluvia; de ahí es de donde debe obtenerse principalmente el recurso hidráulico.

La contaminación del agua es tan grave en el país que ya golpea a los suministros de agua potable, que a su vez son escasos y alejados de los grandes centros urbanos, propiciando incremento de costos por tratamiento o limpieza del agua. Se ha olvidado que directamente el agua de origen superficial o no, tiene que ser "potabilizada", de donde debe romperse la idea general de que sólo las aguas negras deben tratarse.

Después de los mecanismos de tratamiento de aguas negras, éstas se vierten a cuerpos de agua o se dirigen al riego (en algunos casos el tratamiento no se aplica), que de acuerdo con la actual legislación ecológica no deben sumar contaminantes, aceptando contenidos extraños en el agua que no modifiquen el estado actual del cuerpo receptor. Esta medida, puesta en marcha en la década pasada, no ha sido del todo integrada en los centros urbanos e industriales de forma exitosa y con importante cobertura, lo que trae como consecuencia altos niveles de contaminación en ríos y lagos de todo el país.

Debe implementarse un ejercicio de consumo del agua de acuerdo con prioridades por tipo de uso y grado de la calidad del agua; lo que permitirá un reuso del vital líquido o consumos racionales. La postura de ahorrar agua no es aplicable en México con las actuales condiciones de infraestructura, o ¿dónde se depositará el agua no utilizada?, ¿dónde se ubican las reservas de agua para mañana? En realidad no hay infraestructura, pero debemos usar el agua de manera racional y crear sitios de depósito para almacenar agua en el futuro.

Se ha mencionado que es necesaria una cultura del agua; en realidad necesitamos una educación sobre cómo utilizar el agua y cuánta agua debe usarse para las actividades diarias. Por ejemplo, mientras que ya se comienza con una cultura de prevención de desastres en aulas de educación primaria, mediante el no corro, no empujo, no grito; en sociedades como Japón, se les enseña a los niños cómo protegerse, dónde reunirse, qué sitios son peligrosos y sobre todo, escribir un plan de prevención y de emergencia; mencionando además, que los niños aprenden a usar equipo de protección personal como cascos, tapabocas y guantes. En realidad necesitamos educación y capacitación, después cultura.

A continuación se describen los mecanismos propuestos, indicando sobre todo la forma y los beneficios de aplicarlos en la ciudad de México.

Control de escurrimientos

Se cuenta con un importante instrumento de seguimiento y prevención ante los efectos de la lluvia sobre el sistema de drenaje, el sistema de estaciones pluviométricas electrónicas de monitoreo remoto, que viene funcionando desde mediados de la década de los ochenta, y que con los años en función de sus recursos va creciendo y sofisticándose, logrando coleccionar valiosa información respecto a la cantidad y forma de las precipitaciones en el Distrito Federal.

El registro acumulado a través de los años arroja que las zonas del poniente y sur de la ciudad son las que en promedio acumulado anual registran las mayores alturas de precipitación, con valores de 970 y 800 mm respectivamente; mientras que en las zonas sur (zona de canales de Xochimilco e Iztapalapa), oriente (aeropuerto) y centro se registran alturas de 615, 600 y 640 mm, lo que resulta en un promedio de 725 mm de altura de precipitación.

Estos volúmenes de lluvia son conducidos directamente a la infraestructura del drenaje de la ciudad, de donde se destaca la función del drenaje profundo, el cual salva el desnivel producido por el hundimiento de la capital y previene contra inundaciones.

Actualmente las barrancas del poniente de la ciudad son utilizadas para desagüe de aguas mezcladas, es decir aún conducen drenajes sanitarios y en época de lluvias se suma un importante caudal que arrastra no sólo basura, sino sedimentos debido a la erosión de la zona montañosa.

El mantenimiento de las presas del poniente de la ciudad de México representa una carga económica para el gobierno capitalino, ya que todos los años se invierten recursos económicos en desazolve para recuperar capacidad de almacenamiento y garantizar su operación.

Un programa viable que traería diversas ventajas será el rescate de barrancas, mediante el control de sedimentos aguas arriba de las presas; lo que reducirá o trasladará a años posteriores las inversiones realizadas al desazolve de las presas. Estas represas no tienen que ser tan grandes como las actuales ni de los mismos materiales; en ciudades como los Ángeles y otras en Japón se construyen con materiales que pueden ser desde empalizadas de placas de madera o concreto, reforzadas con vigas de acero (elementos prefabricados), de manostería de piedra local, llantas y gaviones. El mantenimiento es económico porque se puede optar por recuperarlas mediante dragado o dejar que se azolven completamente y construir una nueva estructura sobre el material sedimentado, repitiendo el proceso de forma indefinida, formándose escalones de estructuras, que además de controlar el flujo de sedimentos controlan el volumen de agua de lluvia que pase por sus cortinas.

Tal aplicación debe ser acompañada de una limpieza de basura acumulada en los cauces y de reducir, tratar y encausar en la zona las descargas sanitarias. Mientras las estructuras de control de azolve alcancen el final de su vida útil, se producirán de forma asociada microembalses de agua de lluvia, y si se es ambicioso se podrán usar para albergar agua tratada de la zona en tiempos de secas e inyectarla al subsuelo.

Por ello es necesario la creación de parques públicos, o corredores ecológicos; esto evitará invasiones de áreas protegidas, incrementará la forestación y se ganarán zonas verdes de recreación; también traerá consigo una disminución de la carga a la red de drenaje de la ciudad.

La importancia de estos valores se justifica mediante el siguiente ejercicio: considerando la superficie territorial del Distrito Federal en 1 525 km² y multiplicando esto valor por los 725 mm de precipitación media anual acumulada, se obtendrán 1 105 millones de m³ de agua; si tan sólo 50% se almacenara, se podría servir a una población de más de 5 millones de personas al año, considerando una dotación de 280 l/h/d; se superaría con más de 70% el servicio que brinda el sistema Lerma-Cutzamala, que actualmente proporciona 14 500 litros por segundo.

En la ciudad el ejercicio puede ser aplicado mediante pozos de infiltración, reteniendo las basuras de tamaño importante, arenas y suelos finos que se arrastren, para no tapan la tubería del pozo, mediante el uso de rejillas y areneros; podrán entonces ubicarse en importantes avenidas y cuidando no interferir con el resto de la infraestructura subterránea de la ciudad como lo son luz, teléfono, tuberías de agua potable y demás servicios.

Es constante observar que grandes estacionamientos están completamente pavimentados, privando al

subsuelo de recarga de lluvia; es en esos sitios donde estas estructuras pueden construirse y transformar el pavimento en permeable utilizando adoquines o el ecocreto. Las autoridades delegacionales podrán llegar a acuerdos con los propietarios y así transformarlos en zonas de captación e incluso de almacenamiento de agua de lluvia. Es de creciente aplicación el sustituir los pozos de visita en grandes estacionamientos, por tinacos o cisternas subterráneos, utilizados para contener momentáneamente excesos de volumen de agua debido a lluvia, y así aliviar las líneas de drenaje, ¿Por qué no transformar este tipo de instalaciones en verdaderos almacenamientos y "cultivar" agua de lluvia como se hace en otros países?

Ante la sobreexplotación del acuífero de la ciudad de México, vale la pena invertir en tales equipamientos urbanos.

Reuso del agua

Los desarrollos inmobiliarios de reciente creación, deben acompañarse de una planta de tratamiento de aguas residuales; el potencial que tienen tales estructuras es desperdiciado, e incluso la gran mayoría de las plantas de tratamiento instaladas a lo largo y ancho del país no funcionan adecuadamente, convirtiéndose en verdaderos elefantes blancos; a esta problemática se añade el hecho de que las aguas tratadas se mezclan con descargas sanitarias de asentamientos viejos, haciendo inútil la inversión de cuidar el medio acuático de destino.

La propuesta se centra en el manejo del agua de forma integral; esto es, reutilizar el agua en aquellos usos en que el destino o la calidad del agua no requiera que sea potable; este proceso se sustenta en una planta de tratamiento de alta tecnología, llegando a procesos más allá del conocido comúnmente como terciario, hasta el punto de potabilizarla o llegar sólo a la calidad requerida por los usuarios; tal propuesta no es nueva y un ejemplo de aplicación se dio en los pasados Juegos Olímpicos de Sydney, donde su villa olímpica usaba ese sistema de reciclaje.

La tecnología con que actualmente se puede descontaminar el agua, tiene varias opciones; una de las cuales es la llamada floculación iónica, que utiliza el mismo principio con que se contamina el agua, la bipolaridad de la molécula de agua, que funciona como un imán uniendo eléctricamente a las moléculas del agua con otras extrañas, hasta disolver cualquier sólido, líquido o gas.

Otro principio de descontaminación es la oxidación severa y espontánea de cualquier partícula orgánica o no, a través del uso de ozono; este proceso llega incluso a dañar al acero inoxidable.

Agregando al proceso filtros de carbón activado de diferentes tamaños de intersticios y lámparas de luz ultravioleta, se puede obtener a partir de descargas altamente contaminadas, agua al punto de potable, que puede ser reutilizada sin perjuicio para el ser humano o al propio medio ambiente, propiciando conservar consumos hasta de 60% si se reintegra a los usuarios.

Para la ciudad de México representaría la posibilidad de sumar 26.35 mVs al sistema de agua potable de la ciudad, o el equivalente a dejar de recibir el caudal proveniente del sistema Lerma-Cutzamala.

Por el tamaño de la ciudad, una sola planta de este tipo no remediaría el problema; por lo que deberá plantearse por zonas o regiones de la ciudad, por ejemplo a nivel de colonias o grupos importantes de casas o industrias.

Pero ya que la inversión en este tipo de plantas no será redituable de forma inmediata, deberá dirigirse la atención de primera instancia a ramos industriales altamente consumidores de agua, lo que permite recuperar la inversión de entre 9 meses a 3 años, debido a que estos grupos pagan el agua sin subsidios, posteriormente se deberá aplicar a desarrollos habitacionales nuevos.

Esta acción sin embargo repercutirá a los agricultores del distrito 03 del río Tula ubicado en el Valle del Mezquital, quienes reciben los desechos de la ciudad de México, sin embargo se podría subsanar una posible inconformidad social mediante el intercambio de aguas, siguiendo la política de prioridad al uso del agua.

Prioridad del uso del agua

Otra acción viable de utilizar el agua proviene en declarar prioridades de uso, proponiéndose la siguiente jerarquía: consumo humano, consumo industrial y consumo agrícola.

La agricultura no aporta descargas importantes; por el contrario, representa el más grande consumidor actual. El caudal explotado en el país asciende a 2 290 m³/s, 77% de este total se dirige a la agricultura (1 770 mVs), consumiendo 1 478 m³/s, descargando tan sólo 282 m³/s a ríos o cuerpos de agua receptores. Por la forma de riego y de cultivo en México, es incalculable la cantidad de agua que se infiltra al suelo o se evapora, además de que existen sistemas probados que proporcionan la lámina de agua adecuada para cada tipo de cultivo, uno de estos es el riego por goteo, que ha convertido en auténticos prados las zonas áridas.

Además se ha comprobado que para ciertos tipos de cultivos, el riego con agua proveniente de tratamiento mejora el rendimiento de la cosecha; por ejemplo una hectárea de alfalfa regada con aguas negras rinde 120 ton por cultivo, mientras que regando con aguas blancas se obtienen 70 ton (171% de diferencia); la proporción para el maíz es de 250%; trigo, 167; cebada, 200; avena de forraje, 183; tomate, 194; chile, 171; mientras que para el frijol, la proporción se invierte en 23 por ciento.¹

Puede concluirse que si se moderniza el campo, podrá retirarse un volumen de agua importante sin producir un fuerte impacto en la producción, además que de no conseguirse volumen, podrá optarse por intercambiar calidad de agua.

Para los casos de consumo industrial y doméstico los volúmenes de extracción alcanzan los 530 m³/s en todo el país, mientras que las descargas llegan a ser de 327 m³/s, mismos que podrían ser reciclados recuperándose un volumen importante, dejando el resto para vertidos ecológicos a cuerpos de agua con un tratamiento previo.

A la mayoría de los industriales no les importa el origen del agua que recibe, preocupándose sólo de la calidad, cantidad y precio.

Si se aplica este criterio y se establecen acuerdos con agricultores del Valle de México, se podría obtener mediante recambio 7.5 mVs de agua dulce, utilizados para el riego de alfalfa; de lograrse, estos pozos podrían aportar 11% del caudal consumido en la zona metropolitana²

En el mencionado distrito de riego 03, las descargas del Valle de México a través de los años han significado grandes volúmenes infiltrados al subsuelo de esa región, por lo que sus acuíferos subterráneos reportan grandes excedentes de recarga, e incluso el propio proceso de infiltración al subsuelo como resultado del riego por inundación, actúa como un mecanismo natural de tratamiento, al grado de que las aguas recuperadas por los acuíferos tienen buena calidad. De ahí que, una alternativa muy viable es la construcción de un sistema de extracción de agua subterránea en el Valle del Mezquital, su potabilización y conducción a la ciudad de México, algo que significaría en la práctica el reciclaje a gran escala del agua aprovechando un circuito natural; esta posibilidad aportaría entre 8 y 10 m³/s.

Alternativa de campañas

En Waterloo (Canadá), se elevaron los precios, se realizaron campañas de educación y utilización de dispositivos ahorradores de agua como estrategia de largo plazo, lo que produjo una caída del consumo

de 10% per cápita en tan sólo tres años.

El costo del agua actual para la ciudad de México que es de \$ 25.00 por los primeros 20 m³ de consumo, y de \$1.58 para los subsiguientes; y considerando un consumo por persona de 240 litros por día, en treinta días se consume un total de 7.20 m³, cobrándose en consecuencia \$ 9.00. Si se aplicara un cobro de \$11.00 por m³ por ejemplo, el mismo consumo producirá un pago de \$79.20 al mes, cifra no onerosa e importante para la ciudad; de donde deben de incrementarse paulatinamente las tarifas y propiciar campañas efectivas de ahorro de agua, a la vez que hacer conciencia de que se paga un servicio no un impuesto.

Si comparamos este costo contra lo que actualmente se paga por el agua embotellada, que alcanza hasta los \$ 24.00 por garrafón de 19 litros, el consumo del ejemplo alcanzará los \$ 909.47 pesos, cifra disparada pero que representa 70% de los gastos familiares al año por consumir agua embotellada.

Si se establece un costo justo por consumo y una real conciencia de pago, el gobierno federal y el de la ciudad de México estarán en posibilidad de cobrar 45 millones de pesos al día por consumo de agua, claro que esta cifra es sólo eso, y que para implementar un cobro real será necesario que el servicio actual se mejore sustancialmente en cantidad, calidad, oportunidad y con presión suficiente.

En Ontario, al igual que en la ciudad de México se produjo un cambio en la norma de fabricación de muebles de baño, reduciendo la capacidad de los tanques de los sanitarios a seis litros, pero en Ontario se ayudó a la población para lograr un recambio de aparatos y así proponer una meta de cero crecimiento de agua para los próximos 20 años. En la ciudad de México el esfuerzo se interrumpió a mediados de la década de los 90; mismo que se puede reintentar y proponer dispositivos en los sanitarios nuevos que permitan descargas de 3 o 6 litros usados a discreción del usuario, además de una campaña de revisión de fugas domiciliarias, a la par con la reparación de las fugas en tuberías primarias y secundarias.

Otra medida podrá ser la prohibición de diseños de conducción y almacenamiento de agua y la integración de tinacos en casas, lo que produce ahorros de más de 30% del consumo; esta medida está probada en México, los tinacos ahorran agua y dosifican el consumo.

...?? Conclusiones

Se está a tiempo de buscar soluciones que no frenen el crecimiento de las ciudades y de las zonas industriales; la ciudad de México necesita de infraestructura y de mecanismos para su mantenimiento, es la sociedad la encargada de dar solución a la problemática, y en este punto la sociedad está tomando medidas a discreción y sin el control de las autoridades, tal es el caso del florecimiento de empresas comercializadoras de agua purificada.

De la misma forma existen grupos interesados en aplicar estos sistemas, pero lamentablemente tiene más aceptación y apoyo en los estados, y de seguir la actual situación serán los estados quienes den el ejemplo o serán ellos quienes den soluciones a un alto costo para los habitantes de la ciudad de México.

Un formato de solución es la participación de la iniciativa privada, dejándose a las autoridades la observancia de normas y criterios, a fin de establecer un buen servicio, cuidando la salud e intereses de los usuarios, observando el no abuso de los concesionarios o de propiciar rescates a empresarios aficionados u oportunistas; el nivel técnico y moral de muchos ingenieros y empresas de ingeniería dedicadas a la hidráulica está a la altura de cualquier empresa extranjera, con una diferencia: no hay recursos económicos y muchas autoridades tienen las manos atadas por indecisión o vacíos legales.

Aplicando estos mecanismos se observa la creación futura de un nuevo tipo de industria, que empieza a florecer en los estados y que solventará las necesidades del mercado debido al vacío existente y las oportunidades que este campo ofrece; sólo lo impide la actual legislación, pero estados y municipios ya

trabajan para mejorar la figura de la concesión mediante sus poderes legislativos, y esta será la llave para abrir el campo a los particulares.

Notas

1. Banobras, *Federalismo y desarrollo*, 1995.

2. Gabriel Quadri, *Desarrollo sustentable*, CÉSPEDES, 2000.