



III CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2017

Puebla, Pue., del 28 al 30 de noviembre de 2017

HISTORIA DEL AGUA EN EL VALLE DE MÉXICO

Abraham Rojano^{1*}, Raquel Salazar¹, Jorge Flores², Waldo Ojeda²

¹Universidad Autónoma Chapingo, carretera mex-tex, km 38.5, Chapingo, Mexico, 56230

abrojano@hotmail.com - telf.: 595 101 2661 (*Autor de correspondencia)

²Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532. Jiutepec, Morelos, México.

Resumen

El agua en el valle de México, es un recurso que ha ido pasando de la abundancia a la escasez por diferentes razones. Un incremento poblacional desproporcionado y sin planeación correlacionado con el consumo de agua, así como un conjunto de malas decisiones y omisiones, han hecho que el agua se convierta en un verdadero problema y desafío, en sus diferentes modalidades de predicción, cuantificación, entendimiento, manejo y control. Así, el agua es algo más que la visión poética de transparencia, tranquilidad, pureza, limpieza y traviesa; es también turbidez, violencia y sus estragos en la sociedad y el resto de la naturaleza viva, y que por su presencia o ausencia causa problemas de dimensiones gigantescas en cualquiera de sus fases: sólida, líquida o gaseosa. En este trabajo tan solo se esboza brevemente un panorama general del agua, del pasado, presente y futuro en el valle de México.

Palabras Clave: río, agua contaminada, modelos



Introducción

El agua es uno de los recursos básicos y fundamentales de la vida, es el inicio y puede ser el fin de la vida misma. Su presencia, restricción o ausencia tiene gran significado para el hombre, la sociedad, plantas y animales. El agua está afuera, adentro y dentro de un conjunto innumerable de procesos y reacciones químicas, cuyo estudio completo es un reto gigantesco. La simpleza de los modelos del agua en cualquier sección o etapa del ciclo, quizás son una caricatura cuando empiezan a involucrarse más interacciones de los previstos. La evaluación y cuantificación de los recursos hídricos a nivel global ha sido una tarea encomiable para cualquier diagnóstico, y nos permite visualizar y dimensionar las magnitudes del objeto en estudio, y del cual solo una reducida parte es viable para el consumo humano.

Cuadro 1. Cantidades y porcentajes estimados de agua en la tierra.

Origen del agua	Volumen del agua en kilómetros cúbicos	Porcentaje de agua total
Océanos	1 321 000 000	97.24%
Capas de hielo, glaciares	29 200 000	2.14%
Agua subterránea	8 340 000	0.61%
Lagos de agua dulce	125 000	0.01%
Mares tierra adentro	104 000	0.01%
Humedad de la tierra	66 700	0.01%
Atmósfera	12 900	0.00%
Ríos	1 250	0.00%
Volumen total de agua	1 360 000 000	100%

Así las cantidades disponibles de agua dulce para cada habitante, se ha estimado en el Cuadro 2, donde es posible observar que Oceanía y Sudamérica son los más socorridos y en cambio África del norte es el más vulnerable y cabe mencionar que aun dentro de cada macro región existen heterogeneidad.

Cuadro 2. Recursos de agua dulce por macro regiones en el mundo.

Región	Metros cúbicos anuales promedio <i>per cápita</i>
Oceanía	53 711
Sudamérica	36 988
África Central	20 889
América del Norte	16 801
Europa del Este	14 818
Europa Occidental	1 771
Asia Central y del Sur	1 465
África del Sur	1 289
África del Norte	495



La magnitud de las cantidades de agua no han cambiado en millones de años, sin embargo su continuo fluir ha hecho que el mundo sea como lo conocemos, y las velocidades de cada ciclo son diferentes como puede verse en la Figura 1, y donde los tiempos de permanencia pueden variar de algunos días como en la atmosfera o de miles de años como en el agua subterránea y los polos.

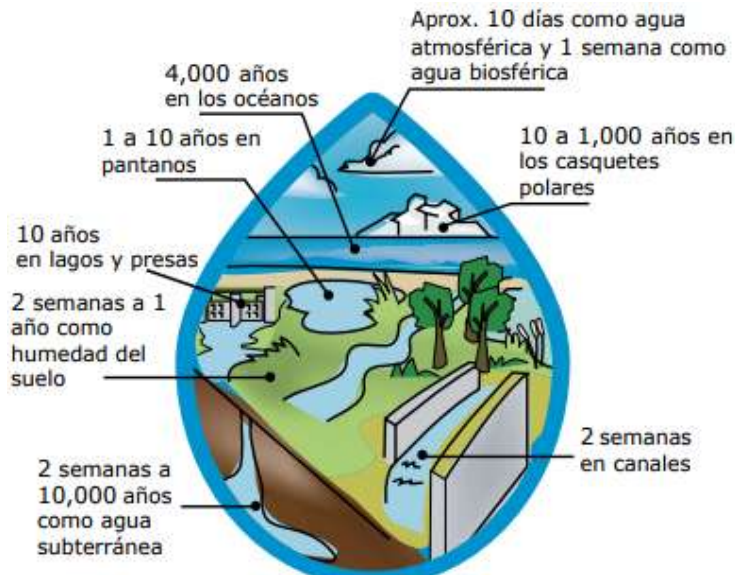


Figura 1. Tiempos de permanencia promedio del agua en las diferentes etapas del ciclo del agua.

Materiales y métodos

Específicamente, de acuerdo a investigación documental, para la geografía original del valle México como una cuenca endorreica, donde cinco grandes lagos eran alimentados por 45 ríos distribuidos en la periferia del valle, ha cambiado no solo por el crecimiento no planeado de la mancha urbana sino también por las grandes obras hidráulicas que lo alimentan y drenan. El valle de México consiste en un área de 9 000 km² localizada a más de 2 200 m sobre el nivel de mar, y con algunas montañas circundantes de más de 5 000 m sobre el nivel del mar. El valle estuvo conformado por cinco grandes lagos interconectados (Chalco, Xochimilco, Texcoco, Xaltocan, y Zumpango) ahora prácticamente extintos.

Así, históricamente, el agua en el valle de México, desde los tiempos antiguos se usó para la agricultura, pesca y transportación. Quizás de su importancia, deriva que uno de los dioses más connotados en el mundo indígena (Tlaloc) estaba dedicado a la lluvia. Dicha dignidad no solo manejaba la lluvia, sino que extendía su poder y control de la naturaleza con los truenos, centellas, vientos, huracanes y hasta terremotos. Pero con la llegada de los españoles la concepción cambio un poco, y la relación con el agua aunque primero siguiendo la experiencia de los indígenas, sirvió para construir estructuras para el manejo del agua como los canales y bordos; pero un gran salto de avanzada fue el aprovechamiento de la tecnología romana para construir acueductos con el uso de arcos de piedra. Se



pudo trasladar agua de una fuente a una necesidad, por medio de la fuerza de gravedad, sin perder demasiada carga hidrostática o cruzar cañadas y valles.

Sin embargo dichas soluciones eran muy locales, y frecuentemente había inundaciones que provocaron en la sociedad un terror e inseguridad, traducido en tragedias y miedos a la fuerza devastadora del agua ya sea embalsada o en movimiento. Por lo tanto, la solución encargada a Enrico Martínez, hizo que se pensara en sacar el agua de la cuenca por gravedad por medio de un túnel en el siglo XVII. Las consecuencias ya las conocemos y ahora vivimos en un valle que se seca y una población que sufre de sequias y carece de agua potable, pero aun así se ha seguido con la misma idea ampliando y construyendo obras hidráulicas de desagüe de magnitudes gigantescas, que conectan las cuencas del valle de México con la de Tecolutla (Legorreta, 2013).

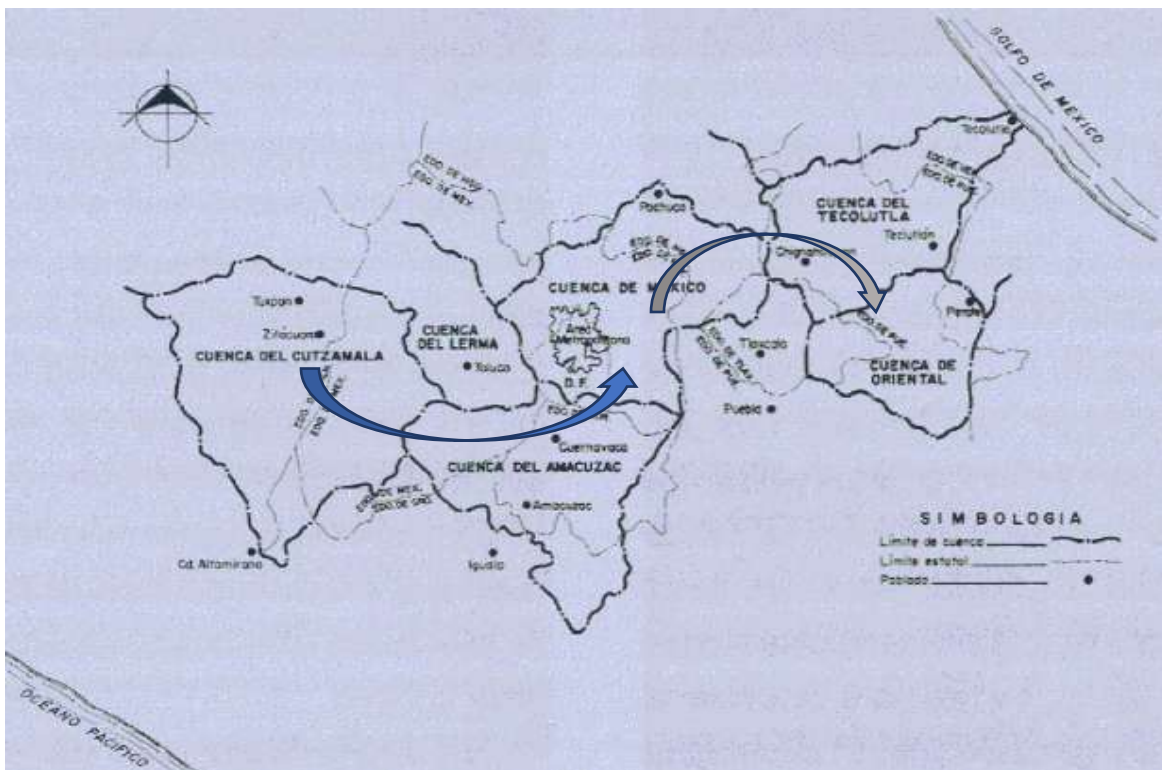


Figura 2. Localización de la cuenca del valle de México y su relación con el entorno, de las cuencas de fuente de agua y desagüe.

Análisis y discusión de resultados

La lógica de solución ha sido buscar nuevas fuentes de agua aparte del bombeo del agua subterránea cada vez más grandes y lejanas. Las nuevas fuentes externas de agua viene de otra cuenca (Cutzamala) y dichas aguas tienen que superar los bordes de la cuenca también por medio del bombeo, para entrar al valle de México, ser utilizadas y después salir a los valles de Hidalgo (Figura 2). Interesante que la evolución del problema ahora involucre al menos con tres diferentes cuencas cuando el problema original era en una. A una cuenca le



quitamos agua limpia, a otra cuenca le surtimos agua subsidiada y con mucho desperdicio con fugas por una red de distribución envejecida y finalmente otra cuenca recibiendo aguas grises con fuertes cargas de contaminación, pero que como un caso anecdótico, ha servido para que la agricultura florezca aun con las amenazas de fuertes problemas de contaminación futuros. El fenómeno es por demás otro círculo o ciclo de la contaminación: los contaminantes son mandados a regar las plantas en otra cuenca, y después los productos agrícolas regresados para el consumo en la ciudad de México. El problema ahora a resolver es no solo de cantidad sino de calidad simultáneamente. Un detalle o problema adicional que poco a poco se ha ido haciendo relevante es el bombeo de aguas subterráneas en el valle de México, el cual al ser sobreexplotado ha ido generando un hundimiento paulatino que no solo destruye las construcciones, sino que empieza a obligar también a bombear las aguas negras del valle de México hacia los destinos finales en Hidalgo (Cruickshank, 1995; Diez-Pérez, 1998)

Así, investigar la mecánica del movimiento del agua en el valle de México, implica explorar diferentes ángulos o aristas, desde la historia desde tiempos prehispánicos hasta el actual desarrollo de la Ciudad de México y el área conurbada con más de 21 millones de habitantes. Esto trae consigo hasta puntos contradictorios que en algún momento deberán resolverse. El agua al igual como los otros restantes tres elementos básicos descritos por los griegos tiene sus peculiaridades y relaciones especiales con la sociedad. La naturaleza del ciclo del agua definida en cuatro pasos, tiene que ser revisada, entendida y discutida no solo en cada etapa, sino también cuantificada en cada uno de sus detalles.



Figura 3. Vista actual de la ciudad de México (izquierda). Vista de los 70s de la ciudad de México (derecha).

Dichos lagos fueron alimentados por ríos localizados en las cuencas locales de la periferia y dentro de la ciudad. Actualmente, los más notables están con fuerte contaminación y se usan como drenaje: Magdalena, Piedad, Churubusco, Consulado, y Remedios. Curiosamente algunos nuevos ríos solo transportan vehículos, y se ha cambiado hasta la concepción de flujo de agua por el de flujo de automotores, donde se habla de forma irónica como ríos, arroyos y canales vehiculares (Figura 3).



Específicamente, para el entendimiento del agua como un proceso cíclico no solo que le ha dado forma a la cuenca del valle de México, sino también las rutas y el movimiento del agua provocado por las fuerzas de gravedad, y las obras hidráulicas de desagüe, se tiene el desafío de encontrar las formas más eficientes del manejo y operación del agua en armonía con las crecientes demandas de una sociedad en constantes cambios. El hombre siempre ha querido sacar los máximos beneficios de los elementos de la naturaleza que lo rodean, aunque a veces pague caro por decisiones erradas.



Figura 4. Izquierda: Rio la Piedad (Viaducto) actualmente con el agua entubada y el arroyo vehicular. Derecha: vista futura con el cauce al aire libre propuesto como una solución.

La sociedad aunque siempre comodina, aletargada y solo algunos de sus más conspicuos elementos buscan los mejores escenarios futuros, por lo que siempre hay propuestas novedosas con cambios que a veces al final llevan la idea del eterno retorno a convivir con los escenarios del pasado, pero con las ventajas de una vida moderna, libre de plagas, enfermedades y sobresaltos. La idea final de una de las propuestas del agua en el valle de México, es convivir con el agua de una forma más funcional, e integral, y donde el uso, reúso y el reciclado con tecnologías de tratamiento moderno permitan generar un mejor entorno ambiental como se ve tan solo en una sección de la ciudad como se ve en la Figura 4, y que coincide con algunos de los sueños de las pinturas clásicas de Diego Rivera haciendo al valle de México como una nueva Venecia.

Conclusiones

La realidad sigue demostrando que la naturaleza del agua, por su participación en numerosos procesos de la vida, se debe tomar en cuenta seriamente en cualquier escala de su ciclo o de otros en los que participa, actúa y transforma. Asimismo, en las diferentes etapas de su recorrido por la parte terrestre, ya sea sujeta a las fuerzas gravitacionales en su fase líquida como es el de precipitación, almacenamiento, transportación, distribución, colecta, drenaje, y desagüe; o también, a las leyes de la evaporación y condensación dentro de las teorías cinéticas de las moléculas. Pero entre la precipitación, evaporación y



condensación, se anexan y suceden muchos fenómenos como la infiltración, y transpiración, que le proveen y enriquecen al ciclo del agua con y diferentes rutas. Nada es estático, todo es fluir y cambiar, quizás por eso, el filósofo griego Heráclito, decía que es imposible bañarse en el mismo río dos veces, puesto que el cauce, y su composición siempre serán diferentes. En suma, en este trabajo se da una descripción breve del ciclo del agua en el valle de México.

Referencias bibliográficas

- Legorreta, Jorge. (2013). Los ríos de la ciudad de México: pasado, presente y futuro. *Ciencias* 107-108, julio 2012-febrero 2013, 18-32. [En línea]
- Cruikshank, G. 1995. Proyecto Lago Texcoco: Rescate Hidrogeológico. Comisión Nacional del Agua. Gobierno de la Ciudad de México, México. 111 pp.
- Diez-Pérez, A. 1998. Análisis de las zonas de recarga de acuíferos mediante la percepción remota: Aplicación a la Cuenca de Almoloya del Río. Masters thesis. Universidad Autónoma del Estado de México, México, 156 pp.
<http://water.usgs.gov/gotita/earthwherewater.html>