



Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



Artículo: COMEII-19050

*Mazatlán, Sin., del 18 al 20
de septiembre de 2019*

EL RETO DE MODELAR Y REVIVIR UN RÍO: RÍO MAGDALENA

Abraham Rojano-Aguilar^{1*}; Waldo Ojeda Bustamante²

¹Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo. 56230. Km. 38.5, carretera México-Texcoco. Chapingo, México.

abrojano@hotmail.com. (*Autor de correspondencia)

²Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación A.C. Texcoco, C.P. 56190, Estado de México.

Resumen

Este trabajo presenta los retos de alcanzar un río viviente a partir de la observación a lo largo del tránsito a cielo abierto y paralelo a la avenida Universidad. El río es una constancia real del desarrollo de la ciudad de México en la parte sur. Asimismo, se reportan las iniciativas, la información y limitaciones que se tienen actualmente para lograr que dicho río sobreviva.

Palabras clave: oxígeno disuelto, temperatura, precipitación.



Introducción

Rescatar un río parece a primera vista una tarea sencilla, solo es cambiar un parámetro de mala a buena calidad. Históricamente, los ríos son entes dinámicos que se contaminan y limpian de acuerdo a sus propias leyes encontradas en el ciclo hidrológico. La sociedad empezó a interactuar con los ríos en forma creciente hasta que sus efectos empezaron a sentirse en su calidad de vida hasta llegar a convertirse en una amenaza.

Ante la situación, en varias regiones del planeta, se han empezado a realizar numerosas acciones directas, siendo algunas de tan funestas consecuencias que han consistido en darles la espalda a las inconveniencias de olores, colores y una degradación continua del material vivo, por medio de acciones físicas como entubamientos o limpieza de objetos sólidos.

La historia ha mostrado numerosas crisis que han venido desde el agua, siendo las biológicas con plagas y enfermedades, químicas con envenenamientos y físicas con la obstrucción de los cauces e inundaciones. El problema de la calidad del agua en un río tiene múltiples facetas, siendo lo físico, químico y biológico, solo una parte, y aunque en la física algo se ha avanzado para determinar las relaciones de presión, área y velocidad desde hace siglos, es hasta 1925 con Streeter-Phelps que empezaron a formalizar el modelado de la calidad del agua por medio de la concentración de oxígeno(DO), siendo el rango de menos de 5 ppm un factor limitante para la salud de un río(Yamuna, 2010; Thomas, 1948; O'Connor, 1967; Dobbings, 1964).

Rescatar un río implica entender su dinámica, conocer los factores involucrados y orientar las acciones con resultados positivos en los objetivos propuestos. En ese plan, varios parámetros se han incorporado porque son fáciles de medir o porque son absolutamente necesarios, tales como BOD, pH, temperatura, conductividad, nitritos, nitratos, coliformes fecales y totales, metales tóxicos y pesticidas.

Así, es necesario monitorear y medir los factores para poderlos normalizar, prevenir y controlar. Ahora los factores a evaluar son muchos siendo estos algunos ejemplos ya clasificados como generales COD (por carbono), TKN(por nitrógeno), amonio, sólidos disueltos totales, sólidos fijos totales, sólidos suspendidos totales, turbidez, dureza, fluor, boro, cloro, sulfato, alcalinidad, alcalinidad P, fosfato, sodio, potasio, calcio, y magnesio; obligatorios, pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, oxígeno bioquímico, nitratos, nitritos, coliformes fecales y totales; de campo, clima, topología del río, color, olor, descargas, y actividades humanas. Finalmente, el biomonitoreo como saprobiedad relacionada con DBO5 y diversidad de índices con muestras normalizadas, tasa de producción/respiración(P/R); metales como arsénico, níquel, mercurio, plomo, cromo, cobre, cadmio, zinc, y pesticidas como BHC, Aldrin, 2-4D, DDT, Deldrin, o Endosulfato.

En este trabajo consideramos que un camino factible es seguir las leyes de la física, la química, la biología dentro de un esquema económico, político y social. La realidad dice que a partir de compromisos políticos y sociales pueden asignarse recursos económicos



y humanos para entender, medir, y controlar la dinámica de las variables que afectan el comportamiento de un río. El continuar con acciones aisladas y a veces incorrectas llevarán a resultados desastrosos.

Según Tonda J. (2019), "La Zona Metropolitana del Valle de México, incluye todo el Distrito Federal y los alrededores que pertenecen al Estado de México, recibe aproximadamente 68 m³/s (metros cúbicos por segundo) de agua. Ésta proviene de diversas fuentes: 46.3m³/s corresponden a los diversos acuíferos de la cuenca de México, y 21.7 m³/s provienen de dos grandes cuencas externas: la del río Lerma, que aporta 6 m³/s, y la del Cutzamala, con 15.7 m³/s. Es decir, en forma aproximada, el 68% del agua que consumen los habitantes del valle de México proviene de las propias cuencas, y el 32% restante de cuencas externas, donde el agua de los acuíferos de la Ciudad de México y sus alrededores se extrae de alrededor de 2500 pozos, cuya profundidad está entre 25 y 400 metros.

El caso del río Magdalena en la ciudad de México es un ejemplo del único río vivo de los 51 que existieron con una longitud de 22 km y un caudal en la zona de viveros mayor a 0.4 m³/s llegando a casi 20 m³/s en situaciones críticas. Irónicamente, pasa cerca de la Conagua entubado, después de recorrer varios kilómetros descendiendo de las colinas con aguas cristalinas por los dinamos y áreas boscosas con menos de 5 mg/l de sólidos disueltos, lo cual corresponde al agua de buena calidad y garantía parcial de vida. Después los continuos desechos urbanos y su conjunción con el río más contaminado como es el Eslava que se juntan con el arrastre de la precipitación llega hasta un punto donde es entubado por la Magdalena Contreras y después de la CONAGUA vuelve a circular en forma abierta por unos pocos kilómetros, hasta llegar a una contaminación de 400 mg/l de sólidos disueltos en el punto donde se junta con el río Churubusco ya en forma entubada hasta salir en el Valle del Mezquital.

Resultados

Si uno quiere participar en la solución, varias ideas vienen a la mente. Primero, observar alrededor las condiciones ambientales o circunstanciales, así como los recursos económicos y humanos. Segundo, informarse en las instituciones académicas, gubernamentales y experiencias en otros lugares. Tercero, hacer un plan de acciones para normar, prevenir y corregir o convivir con el problema.

La región de la cuenca se localiza al sur de la Ciudad de México, entre los 19° 13' 53" y 19° 18' 12" norte y 99° 14' 50" y 99° 20' 30" oeste (Figura 1), y el punto de observación está localizado en las coordenadas 19.35 N y 99.16 W.

Al observar la zona, se notan bastantes recursos económicos, aparejados con el supuesto aboengo y alto nivel educacional de sus pobladores. Sin embargo, los habitantes le han dado la espalda al río, y privilegiado las fachadas de las casas hacia las calles. Una filosofía inversa a la que impera en otros lados del mundo, donde los jardines, restaurantes, paseos y zonas turísticas se enfocan a los cuerpos de agua. La zona está ligada con el parque de los viveros, como un legado histórico y emblemático

de las iniciativas del “Apóstol del Arbol” Miguel Ángel de Quevedo, y actualmente administrado como un parque nacional administrado por el gobierno federal.



Figura 1. Localización del punto de interés (Fuente: Google)

El parque tiene senderos y pista donde se estima la asistencia de unos mil corredores diarios. Dicho parque está poblado por arboles de diferente tipo, tales como castañas, nogales, cedros, fresnos, acacias, palmas moras, peras, jacarandas, pinos y muchos más organizados en senderos, así como una zona de venta de plantas, y juegos para niños. El parque a un costado del río también ha servido para experimentos de cañaverales con proyectos financiados por CONACYT y el establecimiento de una ONG para promover la agricultura urbana, oficinas de CONAFOR, INIFAP.

Segundo, haciendo una búsqueda de información meteorológica son encontrados varios programas computacionales de acceso libre disponibles, entre muchos, tales como Accuweather, y Meteoblue, y las búsquedas de google. Del programa Meteoblue es interesante encontrar los datos meteorológicos sintéticos no solo del punto de interés, sino también de cualquier punto de la cuenca con diferentes escenarios desde los mínimos hasta los máximos.

Asimismo, al informarse en las instituciones académicas, gubernamentales y experiencias en otros lugares. De una búsqueda, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la principal fuente de información a nivel nacional donde se reportan datos con ocho indicadores para 5028 sitios de monitoreo de la calidad del agua operados por la CONAGUA en todo el país. Incursionando, específicamente, en su base de datos SINA, se encontró para la estación del cuarto dinamo, una calidad de agua aceptable con DBO de 8.2 mg/l y comparando nuestro sitio de interés similar al del río Buena Aventura con una DBO de 111.9 mg/l. (Estudios particulares del río Magdalena registran extremos de DBO desde 1.2 mg/l hasta 300 mg/l, según ³).

Varias iniciativas por rescatarlo han sido llevadas a cabo, con grupos ecologistas y se supone con inversiones de los 400 millones de pesos. Existen iniciativas consolidadas como el encabezado por Manuel Perló en el Programa Universitario de Estudios de la Ciudad de México (PUEC) de la UNAM y el PUEM de la UAM Xochimilco con la idea de



rescate al igual como se ha hecho en varias ciudades del mundo y en específico en México, el río Catarina en Monterrey.

Este programa tiene el proyecto ejecutivo propone “la construcción de un parque lineal con una longitud de 1980 m y una superficie de 37400 m²; este último incluye los siguientes objetivos: • Sanear el río en el tramo que corre por superficie; • regenerar un espacio urbano-ambiental deteriorado; • dignificar el espacio público, y • remediar un problema de salud pública. El Parque Lineal Chimalistac-Viveros forma parte de las estrategias de revalorización del espacio urbano-paisajístico del Programa de Rescate Integral de los Ríos Magdalena y Eslava. Dicho programa tiene como objetivo a largo plazo transformar la relación entre la ciudad y los lagos y ríos, para dejar de considerarlos como una amenaza y convertirlos en espacios de oportunidades ambientales, sociales, culturales y económicas” del programa de Río Magdalena.

Según Tonda en el PUEC varias acciones deben llevarse a cabo para rescatar el río, como son: Manejo forestal de la cuenca alta; Ordenamiento de las actividades económicas en suelo de conservación; Detener el crecimiento de la mancha urbana; Saneamiento del cauce principal; Detener las descargas residuales (legales y clandestinas); Saneamiento de los afluentes y tributarios; Recarga del acuífero; Mejoramiento del paisaje urbano; Creación de espacios públicos; Manejo integrado de los recursos hídricos; e Involucrar a la población local.

Los resultados de dichas iniciativas han dejado una enorme cantidad de información y experiencias que pueden ser complementados con los nuevos recursos de internet, las redes sociales, el internet de las cosas y por supuesto con estudios científicos de primer orden ayudados por una enorme cantidad de programas computacionales que permiten simular diferentes escenarios.

Discusión

La naturaleza dinámica del ciclo del agua, hace que por sí misma la calidad del agua sea variable no solo en el tiempo sino también en el espacio. Pero la presencia del hombre con todas sus actividades que de alguna forma están relacionadas con el agua hacen que la dinámica del agua se modifique no solo en sus flujos sino también en la calidad.

Es curioso, al principio los asentamientos humanos se hacían en las corrientes de agua, y ahí se desarrollaba la agricultura, ahora el agua se transporta a los centros urbanos como es la Ciudad de México.

La población responde de buena voluntad recogiendo los objetos visibles de la contaminación como son los de naturaleza física, sin embargo, cuando los componentes químicos empiezan a hacer estragos, en la flora y fauna, la respuesta del gobierno y de la sociedad no es tan directa, ni rápida. La actividad biológica es notoria aun en condiciones contaminadas, el detalle es que las especies que nos interesan en el agua limpia siempre están del lado donde el DBO es menor a 5 mg/l.



La solución es regular y controlar la actividad humana, pero no solo es necesario coordinar la academia, el gobierno y la sociedad; sino que también se requieren medidas de todo tipo: desde observar, diagnosticar, medir, informar, educar, concientizar, prevenir, normar, hasta castigar y penalizar.

Actualmente dentro de la química existen numerosos parámetros para definir la calidad del agua y se ha empezado a discriminar entre los mas letales como plomo o arsénico, en forma individual y regulados por la Norma mexicana 127, o en su defecto agruparlos en diferentes indicadores para aplicar ciertas normas de estandarización tales como WRMA para medios ambientales o WASCO para agua potable.

Conclusiones

A simple vista parece fácil evaluar la calidad de un río, sin embargo, no existe hasta el momento una estrategia óptima y evolutiva que garantice llegar a un buen resultado y su conservación. Las numerosas interacciones de las variables que participan hacen que los estudios realizados sean parciales y que por ende muchas iniciativas terminen con grandes pérdidas económicas o alto costo.

Las tendencias de análisis van en diferentes direcciones: primero, por un lado, existe la idea de profundizar en los detalles de cada contaminante y que puede ser el factor limitante. Segundo, los diferentes parámetros son agrupados en diferentes índices para poder interpretarlos dentro de esquemas de normalización.

La idea de clasificar, monitorear y controlar los parámetros en físicos, químicos y biológicos, aunque suena muy efectiva, parece quedar muy limitada de acuerdo a los papeles que juegan, la economía, los gobiernos y las acciones de la sociedad de acuerdo a sus necesidades y comportamientos.

Lo que sí es una realidad es que mientras no haya un medio de comprometer a los actores optimistas que impulsan las acciones positivas e inhibir a los actores de acciones negativas en trabajar en un compromiso común de mejora, entonces cualquier factor puede convertirse en un problema público.

Referencias Bibliográficas

- Yamuna Anil Kumar Misra, 2010, A River about to Die, J. Water Resource and Protection, 2, 489-500, doi:10.4236/jwarp.2010.25056 Published Online May 2010 (4).
- Streeter H.W. and E. B. Phelps E.B 1925, A Study of the Pollution and Natural Purification of the Ohio River, United States Public Health Service, U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1925.



- Thomas Jr. H.A., 1948, "The pollution load capacity of streams", *Water Sewage Works*, vol. 95, pp. 409–413.
- O'Connor, D.J. 1967, "The temporal and spatial distribution of dissolved oxygen in streams," *Water Resource Research*, vol. 3, no.1, pp. 65–79.
- Dobbins, W. E, 1964, "BOD and oxygen relationships in streams," *Sanitary Engineering Division, American Society of Civil Engineers*, vol. 90, no. 3, pp. 53–78.
- Camp, T.R., 1963, *Water and Its Impurities*, Reinhold, New York, NY, USA
- Tonda, J. (2019), *Al rescate del Río Magdalena, "como ves"*,
¹<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/107/al-rescate-del-rio-magdalena>
² <http://www.bvsde.paho.org/legislacion/mexico/nom-127-ssai.pdf>
³<http://www.SciRP.org/journal/jwarp>