

TECNOLOGIA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS EN AMERICA LATINA *

Por **GUSTAVO RIVAS MIJARES**

Por muchos años, la mayoría de los países de la América Latina han venido aplicando una gran diversidad de tecnologías extranjeras en el campo del tratamiento de aguas potables y de aguas residuales. Desafortunadamente casi toda esa tecnología ha sido tomada de la existente en muchos de los países más industrializados del mundo, localizados en áreas de clima templado en los cuales los problemas a ser solucionados, aparecen radicalmente diferentes a los existentes en nuestras regiones tropicales de Ibero América. Además, a causa de la idiosincrasia de la población de esos países nórdicos y sus patrones socio-económicos y culturales, son también muy diferentes a los de nuestra población latinoamericana.

Durante la pasada década, sin embargo, un diferente pensamiento por parte de los ingenieros sanitarios de nuestra región americana, ha venido afortunadamente, generando una nueva tecnología para lograr un mejor enfoque de los problemas relacionados con el campo del tratamiento de aguas. Tal conocimiento ha sido generado no sólo a través de una política de investigaciones, principalmente de carácter aplicada, sino también con la necesaria investigación básica, cuando no ha existido información disponible para desarrollar variaciones a los procesos convencionales hoy conocidos y aplicados al campo de tratamiento y estabilización de las aguas.

Se ha encontrado en tal sentido, que los procesos y operaciones unitarias aplicables al tratamiento de las aguas para el uso municipal, y de estabilización de las aguas servidas, deben ser estudiados profundamente con el objeto de determinar el grado de variabilidad a la cual esos tratamientos son susceptibles para obtener un máximo de beneficio bajo las condiciones imperantes de nuestra climatología. Ello, para tomar así en cuenta la magnitud y la propia

* Conferencia dictada en el Centro de Investigaciones de Agua de Inglaterra, en junio de 1978.

variabilidad de los tantos parámetros de diseño contemplados dentro de esa tecnología y que son afectados en forma significativa en nuestras zonas tórridas, en donde las altas temperaturas mantenidas durante todo el año, hace aparecer diferencias apreciables con relación a los correspondientes valores reportados, la literatura generada por países situados en zonas templadas. Además, a causa de la marcada diferencia acusada por las características de los líquidos residuales domésticos, por ejemplo, descargados dentro de nuestros sistemas de alcantarillados sanitarios. En ello, entendida así la diferente concentración de algunos iones presentes en las aguas de abastecimiento como será más adelante expuesto, y en razón a las limitadas facilidades disponibles para construir y operar las plantas de tratamiento de potabilización de aguas residuales. Por último, en razón a los limitados recursos económicos que pueden aportar en general, nuestros países latinoamericanos para diseñar, construir y operar plantas de tratamiento de una sofisticada naturaleza como las existentes en muchos de los países altamente industrializados.

Es de gran interés mencionar que nuestros recursos naturales son, generalmente, muy limitados para ser utilizados, por ejemplo, para la manufacturación de los equipos, materiales y productos químicos frecuentemente más utilizados en este campo de trabajo.

Los hechos arriba enunciados, unidos a la poca tradición dentro de la investigación científica en esta problemática del tratamiento de aguas, no nos habían permitido generar una tecnología autóctona que estuviese adaptada a las condiciones reinantes dentro de nuestra región latinoamericana.

Todo lo anterior ha generado dentro de nuestras universidades, y con la participación de organizaciones internacionales vinculadas al problema, tales como la Oficina Sanitaria Panamericana, trabajos investigativos dirigidos a desarrollar una nueva tecnología al llevar a cabo una serie de experimentos, básicamente dirigidos a obtener una información capaz de producir una mejor aplicabilidad de la muy bien conocida tecnología internacional foránea, con el objeto de simplificar la mayoría de los procesos convencionales, de carácter tradicional, adoptados por la mayoría de nuestros países.

Para ilustrar lo antes dicho, me permito presentar algunos casos, todos ellos comprendidos dentro de mi área de especialización, la del tratamiento de aguas potables y de aguas servidas domésticas.

NUESTRA TECNOLOGIA

Para iniciar este aparte, interesa presentar algunos comentarios relacionados, más detalladamente, con lo indicado anteriormente respecto a las características y composición de las aguas y líquidos cloacales de nuestra región.

El frecuente alto contenido de hierro soluble en las aguas provenientes de pozos profundos, generalmente utilizados como fuente de abastecimiento de agua para áreas rurales y pequeñas comunidades, que por ejemplo, nos han obligado a desarrollar técnicas capaces de remover el alto contenido de ese metal, a través de métodos simples y económicos para operar tales dispositivos.

En primer lugar, para oxidar las sales ferrosas a través de torres de aereación construidas en sitio y con los materiales disponibles del lugar o de oxidar los compuestos ferrosos aplicando el cloro que es al mismo tiempo utilizado para la desinfección de las aguas. En este último caso, la presión de descarga de las bombas del pozo profundo, es utilizada para producir el necesario vacío que permita inyectar la solución de hipoclorito de calcio, dentro del agua bombeada desde el pozo. Los compuestos férricos así formados son luego separados, bien con el uso de sedimentadores excavados en tierra y cubiertos, por ejemplo, con "gunnite" o pasando el caudal bajo tratamiento y bajo presión a través de un filtro de arena de presión instalado en la línea de aducción conectada al estanque elevado de almacenamiento del Sistema. La altura del estanque y el diámetro de la tubería de interconexión son diseñados en este caso, para obtener un lavado satisfactorio a la vez del filtro de presión nombrado. Así es posible simplificar la operación del sistema y al mismo tiempo el reducir los costos de construcción de las unidades de tratamiento requeridas.

Cuando los susodichos filtros de presión son utilizados para la remoción final de los compuestos férricos formados, un dispositivo muy simple, nos permite determinar la rata de filtración óptima requerida en cada caso. Para ello, se utiliza un pedazo de tubería, de 4 ó 6 pulgadas de diámetro llenada con una grava de soporte que sustenta una arena de la granulometría adecuada y que al conectar a la descarga de los pozos de prueba nos permite determinar la máxima velocidad de filtración que puede ser aplicada a los filtros prototipo para obtener al máximo una remoción de las sales férricas indeseadas.

En otras ocasiones las sales ferrosas son oxidadas a través de un cana de mezcla rápida, diseñado para producir una alta turbulencia del agua cruda que se trata. A la vez, la unidad floculadora es diseñada usando la energía hidráulica del agua, para obtener un satisfactorio crecimiento de los microflocúlos formados durante el proceso de mezcla. Un toque de cal, como es conocido, en muchas ocasiones permite la formación de flocúlos pesados que pueden ser fácilmente separados luego, durante el período de asentamiento a que es sometido el flujo en los estanques separadores que siguen esa operación de acondicionamiento.

Las posibilidades de desarrollar procesos industriales económicos para manufacturar polielectrolitos naturales, orgánicos macromoleculares, están siendo estudiadas para que actúen con ayudantes de coagulación y así promover una mejor floculación ortocinética del líquido, al lograrse el crecimiento de macroflóculos más resistentes y más fácilmente separables.

La técnica de sedimentación de alta rata que ha sido últimamente aplicada para el diseño de clasificadores. En estos casos, al utilizar, por ejemplo, láminas de asbesto-cemento, colocadas a unos 45° a 60° de inclinación con la horizontal, que han dado resultados muy satisfactorios. Esta sedimentación laminar es muy económica y de fácil control y operación, además, como se sabe, de reducir significativamente los volúmenes de estos separadores.

En lo posible, además, se evitan aquellos aditamentos mecánicos que para pequeñas y medianas plantas de tratamiento, resultarían muy onerosos.

Las unidades de filtración rápida a través de lechos granulares de arena, han sido operadas bajo una modalidad muy interesante. Con la modalidad llamada de rata declinable (de filtración), en la cual la carga positiva de filtración se reduce a lo largo de la carrera de filtración. El aumento de la pérdida de carga del filtro, consecuentemente, produce una reducción de la velocidad del agua a través de la unidad filtrante.

Hasta el presente no se han reportado problemas en relación con la calidad del efluente de estas unidades y tal modalidad reduce marcadamente los equipos y materiales utilizados en la filtración convencional que incluye entre otros los reguladores de los gastos de filtración y estanques de lavado, y por ende los costos de construcción, operación y mantenimiento de los mismos. En este arreglo la capa filtrante es lavada con el agua almacenada en las otras unidades filtrantes; y la carga disponible para llevar a cabo el lavado es suministrada por la altura de agua acusada por las otras unidades filtrantes.

Diseños típicos de esta naturaleza han sido, por ejemplo, desarrollados por CEPIS, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, localizado en Lima, Perú, en donde un grupo de investigadores han venido trabajando para desarrollar ésta y otras nuevas tecnologías en el campo del tratamiento de aguas.

Es de interés, además, el mencionar que una muy baja turbiedad no es requerida en la mayoría de los casos, particularmente, para filtros operando para suplir de agua potable a comunidades rurales o a poblaciones de pequeño o aún mediano tamaño.

Los arreglos antes citados permiten además el diseñar filtros con un concepto diferente en lo que a granulometrías del lecho filtrante se refiere, a las velocidades de filtración y otros parámetros conexos.

Dentro del campo del tratamiento de aguas residuales de nuevo, un estudio de las características de los líquidos cloacales y condiciones climáticas nos han dado una información muy útil relacionada con el comportamiento de algunos de los procesos tradicionales utilizados para el tratamiento de las aguas servidas domésticas.

En primer lugar, en lo relativo a la DBO, se ha demostrado que la proporción de hidratos de carbono a proteínas en nuestras aguas residuales municipales en el trópico, es mucho mayor que la correspondiente indirectamente reportada por la literatura proveniente de países de clima templado. Ello a causa de la dieta alimentaria del hombre en países nórdicos es marcadamente diferente a la correspondiente de nuestros países tropicales. Ello, por supuesto, resulta en una mayor biodegradabilidad de la materia orgánica presente en las aguas cloacales de nuestros países latino-americanos. Esta circunstancia, unida a las mayores temperaturas medias reinantes en el trópico, produce más altos valores para la llamada constante de deoxigenación que gobierna la rata de oxígeno demandada por tal líquido residual. Por ello se requieren menores tiempos para que se ejerza la demanda de primera etapa de la DBO; y los valores de la $DBO_5-20^{\circ}C$ utilizada para los diseños, representan un mayor porcentaje de la total de primera etapa de la fase de transformación de los compuestos del carbono presentes en el agua servida de origen doméstico.

Más aún, la temperatura del agua como tal, está directamente relacionada con su viscosidad y ésta con la velocidad de desplazamiento de los particulados presentes en agua.

Esta circunstancia, produce así un incremento en la velocidad de desplazamiento de la substancia suspendida, sedimentable o flotable, a ser removida durante los procesos de clarificación para con ello permitir el utilizar mayores ratas de desbordamiento superficial en el diseño de las unidades separadoras (sedimentadores o flotadores).

Al mismo tiempo, la influencia de cargas orgánicas impuestas a los sistemas de tratamiento (biorreactores), con más fácil biodegradabilidad, producen un mejor comportamiento de las unidades de tratamiento que configuran el proceso de estabilización de tales aguas residuales.

Por otra parte, el consumo de agua per cápita y por día produce un líquido cloacal más concentrado en lo referente a la DBO, DQO y sólidos suspendidos. Esto se refleja también en el comportamiento de los llamados cienos activados y de los filtros de goteo tipo convencional y de alta rata.

Otro ejemplo ilustrativo a este respecto es el relacionado con las "Normas de Calidad de los Efluentes Cloacales", en cuyo caso es importante el

tomar en cuenta, por ejemplo, la sensibilidad de la fauna superior autóctona que prevalece en nuestros receptores acuáticos, en especial en lo concerniente al oxígeno disuelto en las aguas de recibimiento.

Las especies de peces más comunes del medio tropical, en general, toleran un muy alto déficit de oxígeno disuelto en comparación con las de otras especies de aguas templadas o frías.

Al mismo tiempo, es importante tomar en cuenta los altos valores promedio de temperatura de las aguas fluviales o litorales, lo cual de hecho se refleja sobre los valores de saturación de oxígeno disuelto en aguas. Por ejemplo, la concentración de esta saturación a 10°C es de 11,33 mgl y a 30°C es de sólo el 7,63 mgl.

Es de gran interés mencionar algo sobre la creciente utilización de las denominadas "Lagunas de Estabilización" para el tratamiento de aguas residuales, y que por motivos de su bajo costo inicial y simplicidad de operación, en áreas de bajo costo de terrenos, las hacen aparecer como una solución muy viable al problema de la disposición controlada de aguas servidas. Tal es el caso, para tratar efluentes cloacales provenientes de áreas rurales o de pequeñas comunidades en donde el espacio para su ubicación no representa un problema económico para las comunidades. Ello es aún más significativo en el caso de que se seleccionen lagunas del tipo de oxigenación fotosintética, en cuyo caso aparecen aún más obvias tales consideraciones, al sólo pensar en los más altos valores acusados en el trópico para la energía de la luz visible aprovechada por estos reactores biológicos.

La digestión anaerobia de lodos cloacales es otra área de especial interés mencionar en nuestro caso, ya que por las temperaturas reinantes durante todo el año y las horas de insolación también disponibles, es posible obtener, bajo ciertas circunstancias, un más corto período para que las reacciones biológicas que en ella se producen sean satisfactorias. Más aún, es posible con una concentración de infrarrojos de la luz solar, el hacer elevar la temperatura de esos digestores a los rangos mesofílicos sin un calentamiento convencional.

Los hechos de secado al aire para recibir los lodos digeridos pueden también ser reducidos en el área requerida, por las mismas razones arriba comentadas.

En lo relativo a la desinfección de las aguas, es por último, de interés comentar lo siguiente:

En nuestra área tropical, uno de los problemas cruciales de salud asociado con los mecanismos de desinfección, es la presencia de formas patógenas entéricas mucho más resistentes que las bacterias y virus de la misma pro-

cedencia. El caso de los protozoarios que como la *Entoanaeba hystolytica* y trematodes como el *Schistosoma mansoni*, en nuestro caso, muy frecuentes asociados en regiones endémicas de esas enfermedades, en donde debe estudiarse la cinética biológica de tal mecanismo de desinfección, para asegurar la eficiencia del proceso.

Basado en todo lo anteriormente expuesto, podemos concluir que: La tecnología del tratamiento de las aguas potables y las residuales, en los países de la América Latina, presenta hoy una muy positiva reorientación tendiente a lograr un mejor entendido y utilización de nuestros particulares y especiales condiciones de medio existentes en esta región de las Américas.