


Aprovechamiento de los lodos generados en la planta potabilizadora Los Berros, sistema Cutzamala, primera etapa

 Rosa María Ramírez Zamora, Nathalie Roberte Chantal Cabirol, Sandra Millán Hernández, Fabricio Espejel Ayala, Arturo Rodríguez Cruz, Marcelo Rojas

 188 En la depuración de aguas residuales y en la potabilización por clarificación de aguas superficiales (ríos, lagos, presas, etc.), se generan significativas cantidades de lodos que, en caso de no darles una adecuada disposición final, contribuyen de manera importante a la contaminación del ambiente, afectando suelo, agua y aire (Arteaga y Cusidó-Fábregas, 1998). En Francia, por ejemplo, en 384 plantas potabilizadoras con una producción total de agua tratada de 1.2×10^9 m³/año, se generan 63 800 ton/año (base seca) de lodos (Adler, 2002). En España la obtención de agua potable para consumo humano proviene en más del 80% de los casos de la potabilización de aguas superficiales; se producen anualmente 120 mil toneladas de materia seca de este residuo en 215 estaciones de potabilización de aguas superficiales, que producen 1.35×10^9 m³/año de agua potable (Armenter *et al.*, 2002). En México no se tienen datos sobre la producción de lodos; sin embargo se considera que ésta puede ser significativa si tomamos en cuenta el flujo tratado de agua cruda (2.84×10^9 m³/año) en 307 plantas potabilizadoras que utilizan la clarificación en su tren de tratamiento.

La Comisión Nacional del Agua (CNA), a través de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala (Gravamex y sc), opera la planta potabilizadora Los Berros (PPLB) del sistema Cutzamala para la entrega de agua potable a la ciudad de México y su zona metropolitana, así como a la ciudad de Toluca. Estos residuos han sido acumulados a lo largo de veinte años en las instalaciones de esta planta potabilizadora dentro de tres sistemas de disposición (una presa y dos tarquinas). Debido a lo anterior Gravamex y sc solicitó al Instituto de Ingeniería realizar un estudio para determinar opciones viables de valoración o aprovechamiento de estos residuos.

Con base en los antecedentes presentados se planteó como objetivo del proyecto proponer y evaluar conceptualmente tres opciones viables, desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental, para aprovechar en diferentes

opciones los lodos depositados y generados en el tren de tratamiento de la planta potabilizadora Los Berros, sistema Cutzamala.

La metodología aplicada para este estudio abarca seis principales actividades:

1) Establecimiento del estado actual del conocimiento relacionado con las características, volúmenes producidos y opciones de aprovechamiento de lodos de plantas potabilizadoras.

2) Determinación, mediante un programa de muestreo y caracterización, de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de los lodos depositados y los generados en el tren de tratamiento de la planta potabilizadora en estudio, que permitan establecer diferentes alternativas de aprovechamiento de estos residuos.

3) Estimación de los volúmenes de los lodos depositados y los flujos de los lodos generados en el tren de tratamiento de la planta potabilizadora en estudio.

4) Selección, con base en los resultados de caracterización y estimación de volúmenes, de seis alternativas para el aprovechamiento de los lodos depositados y generados en la planta potabilizadora en estudio con base en sus propiedades, volúmenes o flujos estimados.

5) Determinación, en laboratorio y de manera preliminar, de los principales parámetros que permitan estimar la viabilidad técnica de las seis opciones seleccionadas, para el aprovechamiento de los lodos depositados y generados en la planta potabilizadora en estudio.

6) Realización de pruebas de acondicionamiento (deshidratación y estabilización microbiológica) de lodos de la planta potabilizadora en estudio.

7) Determinación de la viabilidad técnica, económica, social y ambiental de las opciones de valoración evaluadas.

En este estudio se determinó, con base en lo reportado en la bibliografía, que las principales opciones de aprovechamiento

de lodos reportadas que se aplican en plantas potabilizadoras o a nivel de planta piloto son: 1) elaboración de cemento-clinker; 2) aplicación en suelos (elaboración de brechas cortafuego en suelos forestales y, en menor grado, aprovechado como mejorador de suelos en invernaderos); 3) elaboración de productos de la construcción (tabicones); 4) elaboración de productos cerámicos de alfarería (vasijas ornamentales y ladrillos); 5) elaboración de adsorbentes y catalizadores a base de alúmina, y 6) recirculación de lodos en el tren de tratamiento de plantas potabilizadoras.

El muestreo y la caracterización de los lodos evaluados en este estudio se realizaron en dos periodos: época de estiaje (21 al 23 de junio de 2005) y época de lluvias (3 de agosto de 2005). Los valores de las características (físicoquímicas y contenido de óxidos) presentaron diferencias significativas entre ambas época. El análisis del contenido de óxidos reveló que estos residuos se constituyen principalmente de aluminio, silicio y compuestos orgánicos. El contenido de metales pesados no rebasó los límites propuestos por la normatividad mexicana correspondiente a residuos. En general este desecho no es clasificado como un residuo peligroso, y sus características fueron similares a las reportadas en la bibliografía para otros lodos de plantas potabilizadoras.

Durante los dos periodos de muestreo realizados también se colectaron muestras de lodo y de agua (influyente y efluente) en sedimentadores, para poder estimar la producción de lodos y la cantidad de lodos que se depositan en la parte inferior de aquéllos. Los resultados muestran que la producción total de lodos, en términos de sólidos suspendidos totales, oscila, bajo las condiciones actuales de operación, de 1 050 a 1 200 ton/mes (respectivamente, en época de lluvias y de estiaje), de las cuales

entre el 36 y el 53% (respectivamente en época de estiaje y de lluvias) son recuperadas por el sistema de recuperación de lodos, entre 25% a 40% se depositan en el fondo de sedimentadores (respectivamente, en época de estiaje y de lluvias) y el resto pasa a filtros (el cual se recircula al inicio del tren de tratamiento). El porcentaje depositado en el fondo de sedimentadores fue significativamente elevado y puede ser un indicador de que el sistema de recuperación de lodo no operó en condiciones óptimas, al menos durante el muestreo realizado en este estudio.

Con base en los resultados de caracterización y de estimación de volúmenes, se seleccionaron las seis principales opciones de aprovechamiento reportadas en bibliografía y mencionadas en párrafos previos. De las pruebas de aprovechamiento resaltan los buenos resultados obtenidos en la elaboración de materiales de la construcción y productos cerámicos de alfarería.

La estimación de la viabilidad técnica, económica, social y ambiental de cada opción se realizó aplicando el método de matriz de decisión multicriterio. Considerando la calificación total ponderada, la cual toma en cuenta los cuatro aspectos evaluados (técnico, económico, social y ambiental), de cada una de las seis opciones evaluadas se pudo determinar que el valor máximo fue de 67.5% (el cual está todavía muy por debajo de la calificación ideal de 100%) y el mínimo de 45.3%. Las cuatro mejores opciones de aprovechamiento de lodos, debido a que obtuvieron las mejores calificaciones ponderadas, fueron las siguientes (en orden decreciente): 1) aplicación en suelos (66-67.5%); 2) elaboración de cemento-clinker (65% para lodo espesado); 3) elaboración de tabicones y productos cementantes 62.6% para lodo deshidratado, y 4) productos cerámicos (55.1%).



Figura 1. Floculación de lodos purgados de sedimentadores. Segunda etapa de espesamiento.



Figura 2. Clarificación de lodos purgados de sedimentadores. Tercera etapa de espesamiento.



Figura 3. Tamizado de lodos espesados antes de su envío a deshidratación.



Figura 4. Detalle de centrifugadora y de dosificador de polímero para espesamiento y deshidratación.



Figura 5. Descarga de lodos deshidratados en contenedor abierto.



Figura 6. Silo de lodos deshidratados.



Figura 7. Sección del sedimentador donde se muestran las paredes con lodos adheridos.



Figura 8. Etapa de vaciado de sedimentador donde se aprecian los lodos depositados en el fondo.



Figura 9. Lodo depositado en las placas del sedimentador.



Figura 10. Lavado hidráulico (mangueras y botes) del sedimentador.



Figura 11. Pruebas de los nucleadores de material de PVC de 1.5 pulgadas de diámetro para el muestreo de los lodos en la tarquina.



Figura 12. Prueba de tracción de la balsa para el muestreo de lodos donde hay agua acumulada.