



## CAPÍTULO I. RESUMEN

Los lodos derivados de los procesos de tratamiento de aguas, resultan de difícil manejo y disposición final debido a las características nocivas que poseen. En el presente estudio se analiza la alternativa que el gobierno a planteado para el manejo de los lodos generados por tres de las 4 plantas de tratamiento primario avanzado de aguas residuales de la ciudad de Puebla operadas por el SOAPAP: Atoyac Sur, San Francisco y Barranca del Conde, a fin de conocer las potencialidades del tratamiento de digestión anaerobia al cual son sometidos. Estas plantas tratan de 25,000 a 75,000 m<sup>3</sup>/d de agua residual cuya composición es muy variada, ya que no sólo captan drenaje doméstico sino también industrial, generando alrededor de 22 ton/d de lodos residuales. Los lodos generados por la planta Barranca del Conde son bombeados a través de un “lodo-ducto” hasta la planta San Francisco, donde se mezclan y vuelven a ser bombeados hasta la planta de Atoyac Sur. El caudal de lodos entra en un tanque de homogeneización y se mezcla con los lodos ahí producidos para posteriormente ser alimentados al reactor.

El estudio se realizó con información proporcionada por personal del SOAPAP, esta información comprende las características del digestor, tales como volumen, material de fabricación, sistema de calefacción y mezclado, flujos de entrada y salida del digestor (lodos y biogás), temperatura y pH. Los lodos residuales fueron caracterizados a la entrada del digestor (lodos crudos), dentro del digestor, y a la salida (lodos digeridos). Se hicieron determinaciones de DQO, DBO, SST, SSV, SSF, Sólidos Sedimentables, Nitrógeno Total, Fosfatos y Humedad para 30 muestras de lodos crudos y digeridos, obteniéndose porcentajes de reducción del 8.4% para DBO, 23.8% para DQO, 18.4% para Sólidos Sedimentables, 16.5% para SST, 43.2% para SSV, 31.7% para Nitrógeno Total y 9.8% para Fosfatos.



Para complementar la caracterización del sistema se utiliza el modelo propuesto por Monod para crecimiento microbiano, por medio del cual es posible plantear la cinética del digestor, los parámetros determinados fueron: La tasa de utilización de sustrato  $q=4.18$  mg DQO/mgSSV·d. La concentración de sustrato en el medio (cuando  $\mu=q/2$ )  $K = 276787.80$ mgDQO/l; la tasa de respiración endógena  $b = 0.02$  d<sup>-1</sup> ; la masa de células producidas por masa de sustrato removido  $Y= 0.88$ mgSSV/mgDQO y la tasa de utilización de sustrato  $\mu= 3.66$  d<sup>-1</sup>. Estos valores pueden servir como base para futuros estudios y diseño del proceso de digestión de lodos residuales.

Así mismo se hace un análisis económico dentro del entorno de la ciudad de Puebla a fin de tener un panorama más completo. En este análisis los costos de inversión para el proceso de digestión anaerobia se estimaron en 66, 037,381.50. Los costos de operación y mantenimiento fueron proporcionados por personal de Degremont y ascienden a 4, 840,643.62 pesos al año. Los beneficios obtenidos de esta tecnología fueron estimados en base al uso de biogás en las calderas, su uso como mejorador de suelos y al ahorro por lodos no dispuestos, los datos fueron proporcionados por personal de SOAPAP y SUP y ascienden a 60,483,732.73 anuales. Por lo que el payback es de 1.3 años y se cuenta con un beneficio ambiental igual a \$ 50, 488,759.60. Se presenta el análisis económico en base a las hectáreas cosechadas y un análisis para distintas capacidades del digestor, este análisis arroja datos que nos permiten obtener una visión más precisa de la aplicación de la digestión anaerobia en relación al número de habitantes de una población o ciudad, para la planta de Atoyac el costo de tratamiento de lodos crudos asciende a \$38.47/m<sup>3</sup>, lo cual equivale a \$7.64/persona.

Dados los resultados obtenidos de los experimentos y análisis económico podemos concluir que la digestión anaerobia es una tecnología desaprovechada en México, las condiciones climáticas que brinda nuestro país son excelentes y se podrían obtener grandes beneficios con la implementación de esta tecnología. Aunque el biogás es una



buena fuente de energía alterna no ha tenido mucho éxito debido a la demanda de combustibles fósiles, sin embargo es importante conocer los alcances y limitaciones del proceso, ya que la digestión puede aplicarse a distintos sustratos y cargas orgánicas, desde aguas residuales, lodos provenientes del tratamiento, descargas industriales, residuos ganaderos, etc., y los resultados siempre serán los mismos, un residuo estabilizado y un flujo de metano.