

## CAPÍTULO 5

### RESULTADOS DE CASO DE ESTUDIO

#### 5.1 Cuantificación de los lodos biológicos de exceso de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Universitaria.

La PTAR-CU fue construida entre los años de 1979 y 1982, ocupa una superficie de aproximadamente 2000 m<sup>2</sup>, incluyendo el tren de tratamiento, el regulador de tormentas y los jardines, en la Figura 5.1 se muestra la fachada de la PTAR-CU y en la Figura 5.2 se muestra una vista panorámica de su ubicación. El flujo de agua residual de entrada a la planta es de 20 l/s, procedente de casi toda Ciudad Universitaria, excepto la zona cultural. La PTAR-CU cuenta con tres procesos de tratamiento en paralelo: Lodos activados, discos biológicos y filtro percolador, estos procesos se muestran en las Figuras 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6 respectivamente. Actualmente, la PTAR-CU, se encuentra en un proceso de reingeniería puesto que ya no esta operando a las condiciones de flujo de entrada a la que fue diseñada. La cantidad de lodos biológicos de exceso que se eliminan diariamente en la PTAR-CU son de 80 m<sup>3</sup>/d. Con una cantidad de sólidos totales de 2,500 mg/l y de sólidos volátiles de 2,050 mg/l.



Figura 5.1 Fachada de la PTAR-CU



Figura 5.2 Ubicación de la PTAR-CU



Figura 5.3 Sedimentadores secundarios



Figura 5.4 Filtro biológico



Figura 5.5 Discos biológicos rotatorios



Figura 5.6 Tanque de aireación

## 5.2 Producción de biogás y metano

La producción específica de biogás se sitúa en el rango de 0.75 a 1.12 m<sup>3</sup>/kgSV<sub>destruidos</sub>, ó 0.5 a 0.75 m<sup>3</sup>/kg SV de carga (Qasim, 1999; Metcalf y Eddy, 2003). Para nuestro caso de estudio se cuenta con una cantidad de sólidos volátiles de carga de 2.05 kg SV/m<sup>3</sup><sub>lodo</sub> y se tiene un volumen de lodo de 80 m<sup>3</sup>/d. Realizando las operaciones correspondientes se tienen los siguientes resultados:

$$(2.05 \text{ kgSV/m}^3\text{lodo}) (80 \text{ m}^3\text{lodo/día}) = 164 \text{ kgSV/día} \quad (5-1)$$

Si se multiplica esta cantidad por la producción específica de biogás se obtiene la producción de biogás diaria

$$(164 \text{ kgSV/día})(0.75 \text{ m}^3\text{biogás/kgSV}) = 123 \text{ m}^3\text{biogás/día} \quad (5-2)$$

La producción anual es

$$(123 \text{ m}^3\text{biogás/día})(365) = 44,895 \text{ m}^3\text{biogás/año} \quad (5-3)$$

Dado que el biogás contiene el 65% de metano (Metcalf y Eddy, 2003), la producción diaria de metano sería de:

$$(123 \text{ m}^3\text{biogás/día})(0.65) = 80 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{/día} \quad (5-4)$$

Y la producción anual

$$(80 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{/día})(365) = 29,200 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{/año} \quad (5-5)$$

## 5.3 Producción de electricidad

El poder calorífico del biogás es aproximadamente de 21-25 MJ/m<sup>3</sup><sub>biogás</sub> (Metcalf y Eddy, 2003). Por lo tanto, se tiene la siguiente producción de electricidad:

$$(123 \text{ m}^3\text{biogás/día})(21 \text{ MJ/m}^3\text{biogás}) = 2,583 \text{ MJ/día} \quad (5-6)$$

$$(2,583 \text{ MJ/día})(1 \text{ día}/24\text{h}) = 107.625 \text{ MJ/h} \quad (5-7)$$

$$(107.625 \text{ MJ/h})(1 \text{ kWh}/3.6 \text{ MJ}) = 29.90 \text{ kW} \quad (5-8)$$

El poder calorífico del biogás en kWh es de 6.5 kWh/m<sup>3</sup>biogás (Persson y col., 2008). Por lo tanto la energía que se produce es:

$$(6.5 \text{ kWh/m}^3\text{biogás})(123 \text{ m}^3\text{biogás/día}) = 800 \text{ kWh/día} \quad (5-9)$$

Utilizando el convertidor interactivo de unidades de la EPA (EPA, 2009) se tiene:

$$80 \text{ Cubic meters (m}^3\text{) CH}_4 = 840.079 \text{ Kilowatt-hrs (kWhr)}$$

Considerando un foco de 100 W funcionando las 24 h se tiene:

$$(0.1 \text{ kW})(24 \text{ h}) = 2.4 \text{ kWh} \quad (5-10)$$

Por lo tanto los focos que se podrían encender en un día con la energía generada serian:

$$800[\text{kWh}] / 2.4[\text{kWh}] = 333 \text{ focos} \quad (5-11)$$

#### 5.4 Volumen del digester y del tanque de lodo digerido

Para nuestro estudio el tiempo de retención de sólidos (TRS) que se va a manejar es de 10 días a 35 °C, conforme a la Tabla 3.4. Sustituyendo en la ecuación (5-12), se obtiene el volumen del digester (Metcalf y Eddy, 2003). Para obtener el volumen de almacenamiento de los lodos digeridos, se sustituyen los valores en la ecuación (5-14) (Castro-González, 2007)

$$V_{\text{digester}} = \tau Q \quad (5-12)$$

donde

$\tau$  es el tiempo de retención de sólidos  
 $Q$  es flujo de lodos que se eliminan diariamente

$$V_{\text{digester}} = (80 \text{ m}^3/\text{día})(10 \text{ días}) = 800 \text{ m}^3 \quad (5-13)$$

La cantidad de lodos de exceso que van a ser digeridos anualmente en el digester son de

$$(80 \text{ m}^3/\text{d})(365) = 29,200 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$V_{\text{almacenamiento}} = (\text{sustrato entrante (m}^3/\text{año)}) (\text{tiempo de almacenamiento requerido}/365) - V_{\text{digester}} \quad (5-14)$$

Sustituyendo los valores correspondientes en la ecuación (5-14) se tiene:

$$V_{\text{almacenamiento}} = (29,200 \text{ m}^3/\text{año})(15/365) - 800 \text{ m}^3 \quad (5-15)$$

$$V_{\text{almacenamiento}} = 400 \text{ m}^3 \quad (5-16)$$