

EVALUACIÓN DEL COSTO TOTAL DE PROPIEDAD (TCO) DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES EN UNA CIUDAD INTERMEDIA DE BOLIVIA

Heredia Deiters Edgar Gustavo¹

¹Fundación Aguatuya, C. Nicolás Ortiz No. 33, gheredia@aguatuya.org, Cochabamba-Bolivia

Becerra Orellana José Antonio²

²Fundación Aguatuya, C. Nicolás Ortiz No. 33, abecerra@aguatuya.org, Cochabamba-Bolivia

1.- INTRODUCCIÓN

Este estudio se enfoca en analizar todos los costos generados por la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del Municipio de Cliza, en la región del Valle Alto de Cochabamba (Bolivia). El estudio utiliza la metodología denominada Costo Total de Propiedad (más conocida como TCO por sus siglas en inglés) o Costo de Ciclo de Vida (LCC), con la intención de determinar no solamente los costos de inversión de la planta, sino también todos los costos relacionados con la operación y mantenimiento de la planta en el tiempo.

2.- OBJETIVO

Analizar tanto los costos de inversión como los costos de operación y mantenimiento de una planta de tratamiento para llegar a un costo total anual que pueda ser expresado tanto en USD/cápita como en USD/m³ de agua tratada y de esa manera contar con un parámetro estándar que permita valorar y comparar la PTAR estudiada desde la perspectiva financiera frente a otras tecnologías de tratamiento de aguas residuales o con PTARs de distinto tamaño.

Esta evaluación de costos es especialmente necesaria en el caso del tratamiento de aguas residuales puesto que la literatura especializada cita solamente costos de inversión (Daudey 2017) y hay muy poca información disponible y publicada en cuanto a costos de operación y funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales, especialmente en el contexto latinoamericano.

3.- ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LA PTAR

3.1 La PTAR municipal de Cliza

La PTAR de Cliza está ubicada en el Valle alto de Cochabamba a una altura de 2718 m.s.n.m. El municipio de Cliza tiene un clima frío y árido que se caracteriza por un invierno seco con precipitaciones de entre 2-20 mm por mes (abril a octubre) y un verano cálido y lluvioso con precipitaciones entre 20-130 mm por mes (noviembre a marzo), una temperatura media anual de 16.6°C y una precipitación anual de solo 494 mm. El Municipio tiene una vocación agrícola especializada en la producción de maíz. Debido a esto y la baja precipitación pluvial, existe una constante demanda de agua para riego y por lo tanto el re-uso de las aguas residuales tratadas se convierte en un recurso muy atractivo.

La PTAR está compuesta por un cárcamo de bombeo que eleva el agua residual que llega a la planta. Este cárcamo tiene una profundidad de 7 metros por debajo del nivel del suelo. Un equipo de pre-tratamiento mecanizado se encarga de remover todos los sólidos mayores a 6 mm de diámetro y separar las arenas. Posteriormente el agua pasa por un tanque de homogenización y luego es distribuida en 5 módulos de tratamiento en paralelo donde cada módulo cuenta con dos reactores anaerobios de flujo ascendente tipo UASB y dos biofiltros (humedales artificiales) horizontales de flujo horizontal sub-superficial. También cuenta con 5 cámaras desgrasadoras, además de un área para el secado de lodos (AguaTuya, 2013). La Figura 1 muestra el perfil del tren de tratamiento y la Figura 2 el esquema de la PTAR

FIGURA 1: TREN DE TRATAMIENTO

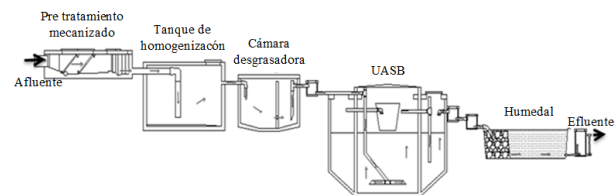
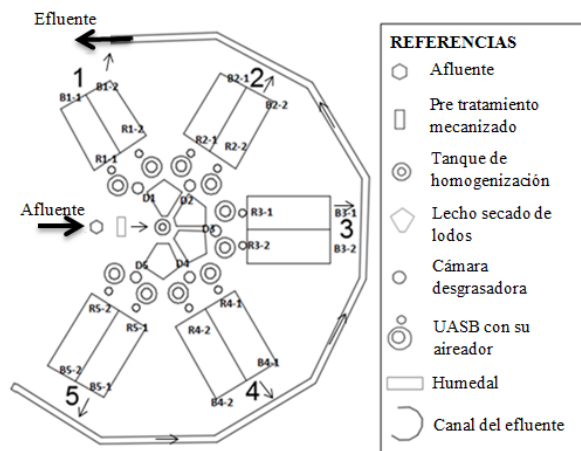


FIGURA 2: ESQUEMA DE LA PTAR CON CINCO MÓDULOS



Esta planta es propiedad del Gobierno Autónomo Municipal de Cliza, opera desde el año 2014 y atiende a una población aproximada de 10.000 habitantes.

3.2 Modelo de gestión

La PTAR inició operaciones el mes diciembre del 2013, con una fase de puesta en marcha, por el período de un año, según convenio suscrito entre el Gobierno Autónomo Municipal (GAM) de Cliza y AGUATUYA. Durante este período de tiempo se realizaron las correspondientes pruebas de calibración de niveles y de los equipos mecanizados así como el monitoreo necesario para asegurar el correcto funcionamiento de los mismos.

Este período de tiempo también sirvió para determinar el modelo de gestión apropiado al contexto local y a los requerimientos del Municipio de Cliza.

Con el concurso de autoridades municipales del GAM Cliza, se plantearon varias alternativas para determinar el modelo de gestión, finalmente el modelo elegido fue el que se muestra en la figura 3.

FIGURA 3: MODELO DE GESTIÓN



El mes de septiembre de 2014 el GAM Cliza (Propietario de la infraestructura) suscribe convenio específico para la operación, mantenimiento y monitoreo de la PTAR Cliza con AGUATUYA por un período de 5 años, con la finalidad de que esta PTAR sea manejada inicialmente por una entidad especializada, hasta que el GAM cuente con los recursos humanos y técnicos necesarios para hacerse cargo de manera directa.

4.- METODOLOGÍA

El estudio utiliza la metodología denominada Costo Total de Propiedad (TCO) o Costo de Ciclo de Vida (LCC). De acuerdo al International Water and Sanitation Centre (IRC), los costos de ciclo de vida incluyen tanto los costos de construcción como de mantenimiento tanto en el corto como en el largo plazo. Toma en cuenta las necesidades tanto de “hardware” como de “software”, operación y mantenimiento (O&M), mantenimiento de capital, costo de capital, protección de fuentes, y las necesidades de soporte tanto directo como indirecto (Fonseca et al 2011). Dado que el propósito principal del presente estudio es determinar el costo de la tecnología de tratamiento de aguas residuales, el trabajo se enfoca principalmente en los costos de inversión, O&M y mantenimiento del capital en el tiempo. Los costos de soporte directo e indirecto como ser campañas educativas, capacitaciones y fortalecimiento institucional han sido excluidos del análisis.

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Determinación del CAPEX

Es la agrupación de costos de inversión de la infraestructura (obras civiles), conexiones hidráulica, equipos eléctricos y mecanizados. La suma del costo de inversión total en la PTAR se determina sumando los costos de inversión de todos los componentes de la PTAR. En el análisis no se ha tomado en cuenta el costo del terreno porque el mismo fue cedido sin costo por una comunidad agrícola. La superficie aproximada del terreno es de 8.000 m².

Para determinar el costo *anualizado* de la PTAR (Capital expenditure o CAPEX por sus siglas en inglés), se deben tomar en cuenta el tiempo de vida de cada componente (en años) y una tasa de descuento utilizando la fórmula en la figura 4:

FIGURA 4

$$A = \frac{P0 * i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Donde,

- A Valor anualizado de mantenimiento de capital por componente (CAPEX) [USD/año]
- P0 Costo de inversión de cada componente [USD]
- i Tasa de descuento [%]
- n Vida útil del componente (en años) [años]

Para el cálculo del CAPEX anualizados se ha asumido una tasa de descuento (interés real) del 5% y un tipo de cambio de 1 USD = 6.97 Bolivianos. La vida útil en años de cada componente ha sido determinada en base la vida útil de diseño de cada componente.

FIGURA 5

DETALLE DEL CAPEX				
Item	Descripción	Total Costo [USD]	Vida Util [Años]	Costo [USD/año]
1	Cárcamo de Bombeo	16.503	20	1.324
2	Sistema de Bombeo	3.340	10	433
3	Equipo de Pretratamiento Mecanizado	29.741	20	2.387
4	Desgrasadora/Tanque Homogenizador (HoAo)	22.770	20	1.827
5	Tratamiento primario (biorreactor de ferrocemento)	260.012	20	20.864
6	Tratamiento secundario con biofiltros (revestimiento HDPE)	132.729	30	8.634
7	Area de secado de lodos (revestimiento con HDPE)	9.232	30	601
8	Instalaciones Hidráulicas	12.300	20	987
9	Oficinas/laboratorio	7.506	30	488
10	Cerco perimetral (malla FG)	15.197	20	1.219
11	Areas de difusión/Areas de circulación/	6.576	20	528
12	Canalización desague (concreto)	10.000	20	802
13	Caudalímetro digital	7.615	10	986
14	Señalética (metálico)	429	5	99
Total		533.950		41.179

