

# Cero lagunas: una tecnología totalmente ecológica para el tratamiento de efluentes en las plantas de beneficio, asequible y rentable

"Zero Ponds": Total Green Solution for POME Treatment, and Affordable and Profitable for Sustainable Future



**Jyothi Hadli**

Directora de Servicios de Integración de Conocimientos, KIS, Singapur  
drjyothi@knowledge-integration.org

## Palabras CLAVE

Cero lagunas, tanque reactor continuamente agitado, CSTR, tratamiento de efluentes en las plantas extractoras.

Zero ponds, Continuously Stirred Tank Reactor, CSTR, palm oil mill effluent treatment

Editado por Fedepalma a partir de la grabación de video y la presentación en power point.



## Resumen

La tecnología verde del Grupo KIS ofrece una solución completa para el tratamiento de los efluentes de las plantas de beneficio (POME) sin el uso de lagunas, con una generación de biogás consistentemente más alta. Los POME contienen grandes cantidades de materiales de desechos orgánicos con niveles de demanda química de oxígeno (DQO) tan altas como 65,000 mg/l y niveles de demanda bioquímica de oxígeno (BOD) de 30,000mg/l. Existen múltiples riesgos ambientales de las lagunas abiertas, como que pueden contaminar las aguas subterráneas, se desperdician tierras fértiles, producen mal olor y hacen emisiones de metano que dañan el medio ambiente. El 90% del metano se captura en el reactor de diseño exclusivo del Grupo, el CSTR. Luego, los efluentes de la planta de beneficio se someten a tratamiento secundario y terciario por aireación. Con eso se eliminan las emisiones de metano para reducir los niveles de DQO/BOD a niveles inferiores a los requeridos por las autoridades ambientales. En este trabajo se presentan algunas opciones para la utilización del biogás generado, y otras igualmente rentables.

## Abstract

The Group KIS green technology provides complete solution for the Palm Oil Mill Effluent (POME) treatment without use of any lagoons (ponds) and consistently higher biogas generation. POME contains high amounts of organic waste materials with COD levels as high as 65,000 mg/l and BOD levels of 30,000mg/l. There are several environmental hazards of open ponds (lagoons), such as: Underground water pollution, waste of fertile land, bad odor, and methane emissions causing global warming. 90% of methane is captured in the unique Design CSTR reactor and post reactor. Then, the POME is treated in secondary and tertiary aeration treatment. There, by eliminating the methane emission to reduce the COD/ BOD levels, less than the requirements of the Department of environment regulations. In the paper some options for utilizing of biogas generated are shown.



## Introducción

El Grupo KIS ofrece una completa gama de soluciones de tecnología sostenible y “verde”, para todo tipo de efluentes industriales, asequibles y rentables, simples y fáciles de operar con mayor eficiencia de remoción de COD, BOD y el sistema de captura de metano.

La empresa es la primera en desarrollar la innovadora y probada tecnología de estado de arte ZPHB (cero estanque, cero contaminación y biogás superior), ampliamente utilizada en todo el mundo. Asimismo, ofrece cero descarga del sistema de gestión de reciclaje de agua.

Fue la primera en concebir el diseño sostenible total de tecnología ZPHB para los efluentes de las plantas de beneficio de palma de aceite (POME, por su sigla en inglés). El mismo ofrece una solución completa y eficiente de tecnología para el tratamiento de POME sin ningún tipo de sistema de lagunas, y al mismo tiempo el gas metano se captura y se puede utilizar en la caldera de biomasa o en un motor de gas para producir electricidad. Los estanques convencionales (lagunas) abiertos usados para el tratamiento de POME están prohibidos en algunos

países y seguramente dentro de pocos años ya no se permitirán para el tratamiento de efluentes. Adicionalmente, este es un asunto que pronto traerá a colación la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible (RSPO, por su sigla en inglés).

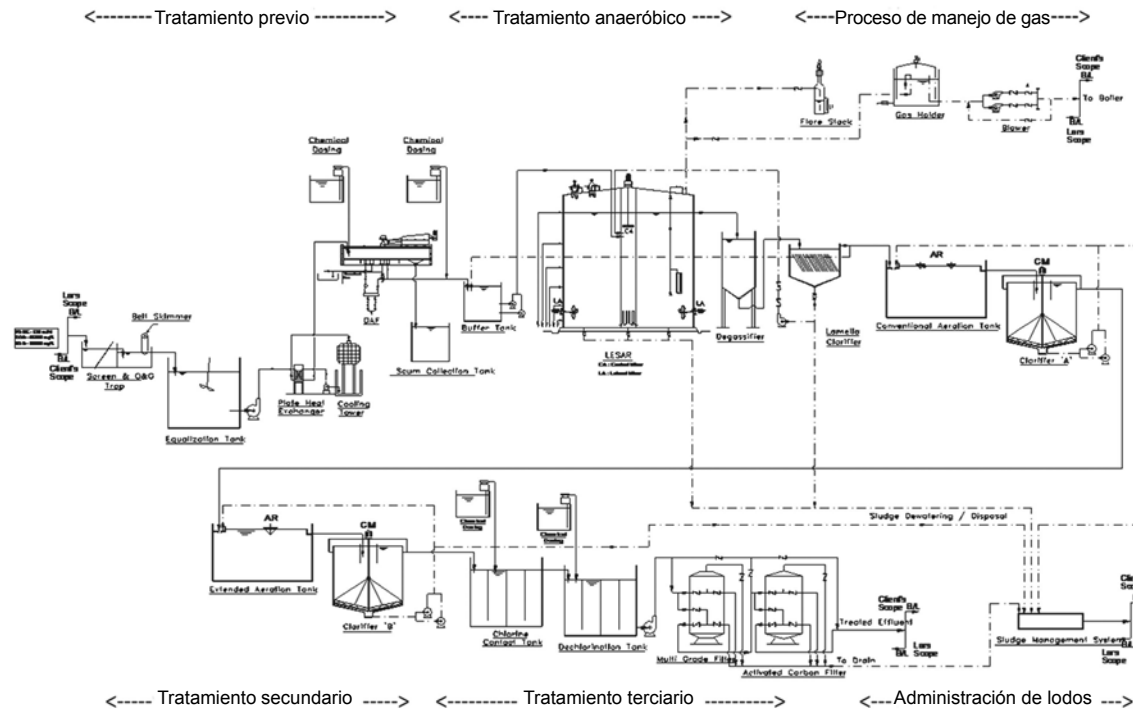
En la actualidad, la mayoría de las plantas de beneficio cuentan con sistemas de lagunas, y muy pocas están equipadas con sistemas de recuperación de biogás.

## El sistema

Las características del POME son las siguientes:

- Generación de efluentes: 400-1.000 m<sup>3</sup>/día
- pH: 4.0-4.5
- COD: 50.000-70.000 mg/l
- BOD: Alrededor de 30.000 mg/l
- O & G: 4.000 a 10.000 mg/l
- Temperatura: 85-90 °C

La captura y la combustión del biogás permiten que el proyecto se registre como MDL (mecanismo de desarrollo limpio) bajo el marco de tratado del protocolo de Kioto, lo que genera CER o créditos de carbono de venta, con lo



**Figura 1.** Esquema del tratamiento del sistema ZPHB.

que en consecuencia aumenta la rentabilidad de los proyectos.

El muy eficiente sistema de digestión anaerobia del ZPHB permite la máxima eficiencia de eliminación de DQO, DBO y captura de biogás a partir de la óptima operación de control de la digestión anaerobia del efluente. El sistema de tratamiento consiste en un tratamiento previo de digestión anaerobia, tratamiento secundario y tratamiento terciario de la planta. El nivel final de descarga de DBO cumplirá con los requisitos del DOE de 100 o 20 mg/l (Figura 1).

El proceso de tratamiento es una tecnología simple y amigable para el usuario, que se puede manejar con facilidad. Requiere menos tiempo de retención hidráulica, menor área de impresión del pie y consume menos energía. La mezcla es eficaz sin estratificación dentro de los digestores, es muy económica y altamente eficaz en la remoción, a la vez que tiene menores costos de operación y mantenimiento.

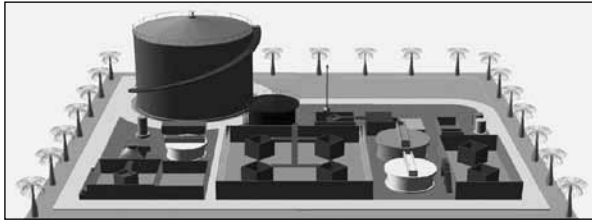
De los proyectos de efluentes manejados por KIS, se han completado con éxito dos, y están en construcción diez tratamientos de efluentes con cero lagunas, con captura de

biogás en el tanque reactor continuamente agitado (CSTR, por su sigla en inglés). Entre 85 y 90% de BOD y COD se elimina en el digestor. El postratamiento se hace por vía secundaria y terciaria. La descarga final, como se dijo, satisface los estándares locales de DOE y BOD.

En la fabricación de los tanques se utilizan placas de acero especial con propiedades físicas y químicas específicas, adecuadas para tanques anaerobios.

Los beneficios ambientales del sistema se pueden resumir así:

- No hay contaminación de aguas subterráneas, como quiera que no se utilizan estanques para el tratamiento.
- El metano se captura y se usa de manera productiva para generar ingresos.
- Solo se requieren 80 x 80 metros de superficie para una planta de beneficio de 60 toneladas por hora, lo que significa un ahorro de 5 hectáreas de tierra (Figura 2).
- No hay malos olores en absoluto.
- La tecnología se encarga de cualquier cambio futuro en las regulaciones o leyes gubernamentales sobre el medio ambiente.



Área de trazado: Aprox. 80 x 80 m<sup>2</sup> Planta de beneficio de 60 t/hora  
 Área de trazado: Aprox. 70 x 70 m<sup>2</sup> Planta de beneficio de 45 t/hora  
 Área de trazado: Aprox. 65 x 65 m<sup>2</sup> Planta de beneficio de 30 t/hora

**Figura 2.** Tratamiento de efluentes sin lagunas, con mayor generación de biogás.

Por su parte, las ventajas económicas son:

- En diez años se estiman beneficios económicos por 3 millones de dólares.
- Lodos de aceite del POME de alrededor de 4 a 5 toneladas por día en una planta de beneficio de 60 toneladas por hora.
- Hay ganancias por los ingresos de créditos de carbono.
- Hay beneficios por los ingresos de la venta de la biomasa (fibra para briquetas) ahorrada por el uso de biogás en la caldera.
- Ingresos potenciales debido al ahorro del costo de diésel.
- Lodos disponibles para uso productivo para fertilizantes, porque contienen fósforo suficiente para 503 ha/año; nitrógeno para 140; y potasio y magnesio para 103.

De manera que todo se convierte en un centro de ganancias, pues anualmente se reciben considerables ingresos por la venta de biomasa, por el lodo de los aceites y por los créditos de carbono.

El proceso anaerobio se realiza mediante un reactor anaerobio equipado con agitadores que continuamente están agitando los efluentes. El sistema tiene un tiempo de retención apropiado, requiere menos espacio y es rentable.

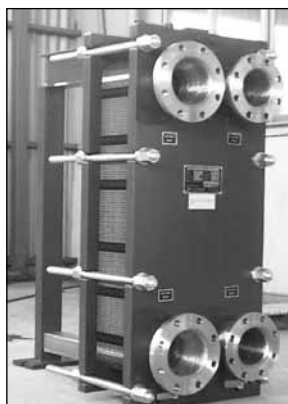
El proceso del tratamiento se compone de las siguientes etapas:

- Pantalla y trampa de aceite y gas.
- Tanque de ecuilización (Figura 3).
- PHE (precalentador de intercambio) y torre enfriadora (Figura 4). En el precalentador de intercambio (PHE) se controla la temperatura de la alimentación.
- DAF (flotación de aire disuelto) (Figura 5). En el DAF se remueven el aceite y los sólidos suspendidos.
- Tanque *Buffer*/Tanque alimentador del reactor (Figura 6),
- CSTR de KIS.
- CAT (tanque de aireación convencional).
- EAT (tanque de aireación extendida, por su sigla en inglés).
- Cloración y descloración.
- MGF (filtros multigrado) y ACF (filtros de actividad del carbón).
- Sistema de manejo de lodos.

El sistema tiene un tiempo de retención apropiado, requiere menos espacio y es rentable. El flujo luego se pasa por el proceso aerobio de clarificadores y tanques de aireación extendida y convencional, después de lo cual se somete a tratamiento terciario con filtros multigrado y de carbón activado, resultando unos niveles de BOD < 100 mg/l (Figura 7).



**Figura 3.** Tanque equalizador.



**Figura 4.** PHE - precalentador de intercambio.



**Figura 5.** DAF (flotación de aire disuelto)



**Figura 6.** Tanque buffer.

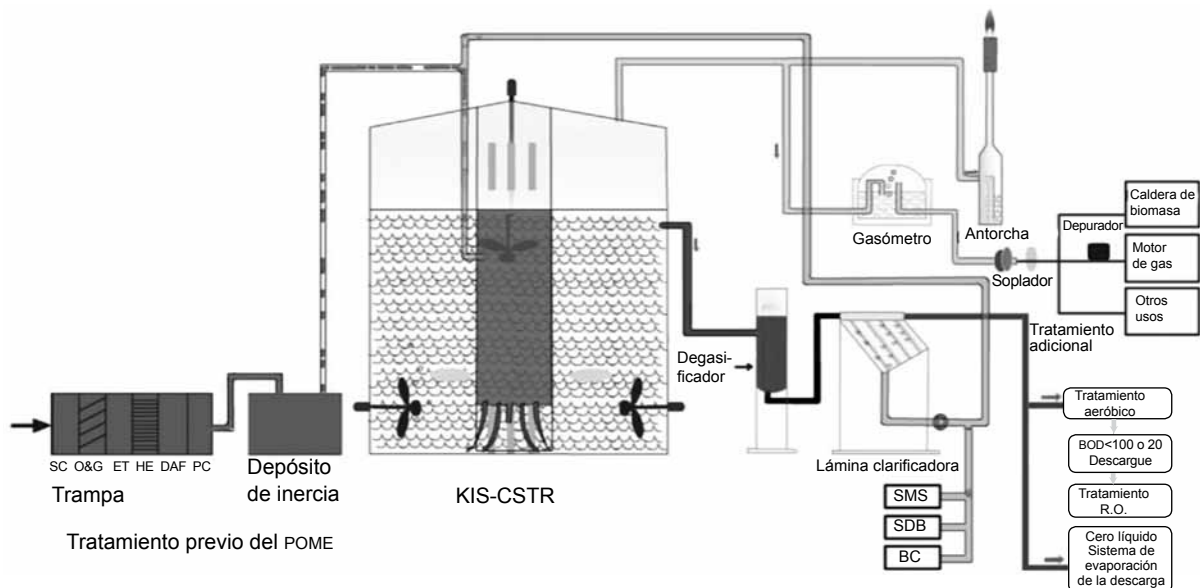


Figura 7. Animación del CSTR (por su sigla en inglés, Reactor de tanque continuamente agitado).

Los componentes del CSTR (por su sigla en inglés, Continuously Stirred Tank Reactor) son:

- Tanque de reactor
- Agitador central
- Agitadores laterales
- Desgasificador
- Clarificador
- Gasómetro
- Antorcha

Cuando el efluente llega a la parte superior del reactor, hay deposición de lodo, cuyo exceso se envía a centrifugar para la deshidratación o el proceso de compostaje con racimos de fruta vacíos, y ser utilizado como fertilizante.

En la Figura 8 se ven algunos de los reactores del Grupo KIS.

La composición del biogás que se obtiene es la siguiente:

- Metano, CH<sub>4</sub>: 60-70%
- Dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>: 30-40%
- Nitrógeno, N<sub>2</sub>: 0-1 %
- Sulfuro de hidrógeno, H<sub>2</sub>S: 0-0,3 %
- Hidrógeno, H<sub>2</sub>: 0-1%
- Oxígeno, O<sub>2</sub>: 0-2%

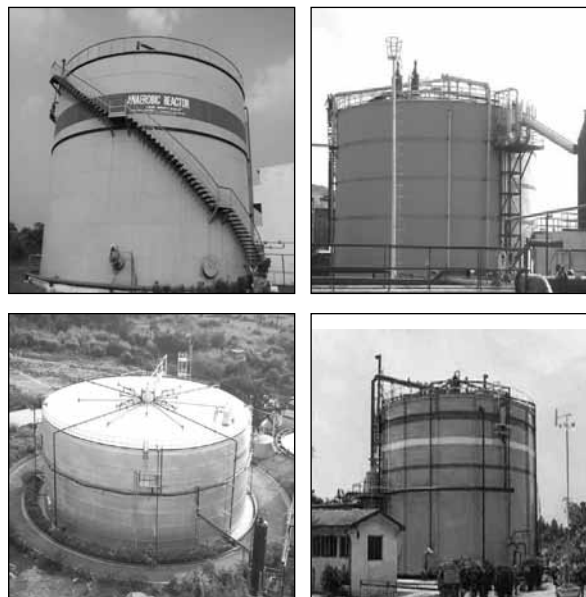


Figura 8. Reactores del Grupo KIS.

Y el desempeño alcanzado por el sistema es:

- BOD: < 100 mg/L
- TSS: < 100 mg/L
- Aceite y gas: < 50 mg/L
- Biogás: App. 28 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de efluente.