

## **RESUMEN EJECUTIVO**

# **DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA RESIDUOS LIQUIDOS INDUSTRIALES GENERADOS POR LA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA “ATAHUALPA” (LA CONCORDIA – ECUADOR)**

**GUSTAVO VITERI ELIZONDO**

**QUITO – ECUADOR  
SEPTIEMBRE DEL 2005**

El presente trabajo, plantea el Diseño del sistema de tratamiento de los residuos líquidos industriales generados por la planta extractora de aceite de palma “ATAHUALPA” ubicada en el Cantón Santo Domingo - Recinto Monterrey. El objetivo principal es cumplir con los requerimientos sobre los límites permisibles que se establecen en la ley ecuatoriana ambiental. Para comprobar la existencia de contaminación ambiental generada por la planta extractora, se procedió a realizar la caracterización físico-química del residuo líquido industrial de la planta y del agua del río en el que se produce la descarga.

El sistema propuesto para un adecuado tratamiento del residuo líquido consta de una rejilla para retención de material grueso, un sedimentador para retener las arenas producidas en la extracción, una trampa de grasas para recuperar aceite y grasa de segunda clase, un lecho de secado para deshidratar los lodos residuales, un tanque de neutralización para lograr un pH alrededor de 7 antes de ingresar al tratamiento microbiológico, una piscina de tratamiento biológico anaerobio y una piscina de tratamiento biológico facultativo con el fin de disminuir mediante biodegradación toda la carga contaminante. Se utilizará la infraestructura y equipos existentes en la planta para reducir los costos de su implementación.

## **DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

### **Criterios de diseño**

En los estudios de diseño y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, municipales e **industriales**, es necesario aplicar una metodología que permita identificar cada problema específico, caracterizarlo, definir los criterios de tratamiento y establecer las operaciones y procesos de tratamiento óptimo para los requerimientos definidos y concretar el diseño correspondiente.

Para los análisis de las dimensiones necesarias de los sistemas a diseñar, se deben tomar en cuenta los resultados de análisis de caracterización del efluente, tales como: DQO, aceites y grasas, sólidos totales y sólidos suspendidos, los cuales fueron sometidos al análisis estadístico por el método de Hansen. Este método ayuda en establecer valores máximos del comportamiento ambiental, aplicándolo en nuestro caso mediante el percentil 10, el percentil divide la distribución en cien partes; es decir, un percentil contiene el 1% de los casos. Se usa cuando se tiene un significativo número de datos.

En la siguiente tabla se presentan los factores principales que se deben tomar en cuenta para el correcto diseño de la planta de tratamiento de líquidos residuales industriales de la extractora “ATAHUALPA”

#### Factores de diseño

<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>PH</b>	<b>Aceites y grasas (ppm)</b>	<b>Sólidos Totales (ppm)</b>	<b>Sólidos Suspendidos (ppm)</b>	<b>DQO (ppm)</b>
3.5	67.8	6.58	12339.1	45883.5	29347	129923

#### Eficiencia mínima de remoción de la PTRLI

<b>Unidad de tratamiento</b>	<b>Eficiencia mínima de remoción (%)</b>			
	<b>DQO</b>	<b>Aceites y Grasas</b>	<b>Sólidos Totales</b>	<b>Sólidos Suspendidos</b>
<b>Rejilla</b>	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
<b>Sedimentador</b>	30	40	60	20
<b>Trampa de grasas</b>	50	99.9	90	40
<b>Neutralizador</b>	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
<b>Piscina Anaerobia</b>	95	80	60	95
<b>Piscina Facultativa</b>	95	80	60	95

#### Concentración mínima a la salida de cada unidad.

<b>Unidad de tratamiento</b>	<b>Concentración mínima a la salida de cada unidad (ppm)</b>			
	<b>DQO</b>	<b>Aceites y Grasas</b>	<b>Sólidos Totales</b>	<b>Sólidos Suspendidos</b>
<b>Concentración de descarga original</b>	<b>129923</b>	<b>12339</b>	<b>45883</b>	<b>29347</b>
<b>Rejilla</b>	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
<b>Sedimentador</b>	90946	7403	18353	23478
<b>Trampa de grasas</b>	45473	7	1835	14087
<b>Neutralizador</b>	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
<b>Piscina Anaerobia</b>	2274	1	734	704
<b>Piscina Facultativa</b>	114	0.2	294	35

### Limites de descargas que la PTRLI debe cumplir según el TULAS

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Sólidos Suspendidos Totales	SS	mg/l	100
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Temperatura	°C		< 35

### Presupuesto para la construcción general

Descripción	Costo en (\$UD)
Subtotal de canaletas	2434.43
Subtotal del sedimentador	429.54
Subtotal de tanques recolectores	666.58
Subtotal de muros separadores	363.19
Subtotal de Lecho de secado	1177.35
Subtotal de piscinas de tratamiento	58665.7
<b>Total</b>	<b>63736.8</b>

### DISCUSIÓN

- Para el desarrollo del presente trabajo investigativo se tomaron en cuenta varios aspectos significativos para lograr obtener los resultados deseados y al menor costo posible, diseñando sistemas de tratamiento adecuados y dimensionados exactamente a las necesidades de depuración que las características del residuo líquido a tratar exigen. Para ello se planteó un cronograma de trabajo que se adecua a los tiempos requeridos para poder realizar las salidas de campo en los cuales se reconoció, dimensionó y muestreó el área de trabajo; de igual manera el cronograma fue diseñado para coordinar

los muestreos con el tiempo que tomó realizar los análisis químicos en los laboratorios de la Universidad Internacional SEK.

- La toma de muestras se la realizó en la descarga de la canaleta de transporte del residuo líquido industrial, que libera el efluente directamente a una de las piscinas de oxidación; es en este punto donde se instaló el vertedero triangular con el fin de registrar medidas de temperatura, pH, caudal y muestras para los respectivos análisis en laboratorio.
- La temperatura tomada como criterio para el diseño fue de 67.8 °C, a esta temperatura no se puede ingresar el residuo líquido a las piscinas de tratamiento biológico debido a que las bacterias que se encuentran presentes, no tienen la capacidad de mantener su equilibrio poblacional, ni desarrollarse hasta lograr su rendimiento óptimo; por lo que es importante que la temperatura disminuya alrededor de 35°C.
- Por medio de la prueba de enfriamiento realizada en el campo, se determinó que de las 25 horas de tiempo de residencia dentro de la trampa de grasas, el residuo líquido tarda en reducir su temperatura hasta los 21 °C en un tiempo de 18 horas.
- El pH tomado como criterio de diseño fue de 6.58, es decir es un pH ácido que al igual que la temperatura afecta directamente al desempeño de las bacterias establecidas naturalmente en las piscinas de tratamiento biológico, por tanto la neutralización del residuo líquido es fundamental. Dado que la acidez del medio es crítica para el sistema, se deberá realizar una neutralización y para ello se realizarán mediciones de pH a la salida de la trampa de grasas, debido a que el pH de residuo puede cambiar sustancialmente. Una vez tomada la medición del pH en la entrada al tanque neutralizador se decidirá la forma en que se neutralizará el efluente.
- El caudal de criterio para el diseño, se lo obtuvo de la misma manera que todos los parámetros medidos para esta investigación, es decir a través del método estadístico de Hansen el cual presenta los valores significativos del parámetro medido y sugiere el criterio de diseño. El caudal usado fue de 3.5 l/s con el cual se dimensionó todos los sistemas de la Planta de tratamiento.
- Se diseñó una rejilla metálica al inicio del sistema de tratamiento, con el fin de retener todo escombros mayor a 1.5 cm de diámetro ya que estos pueden causar problemas en sistemas de bombeo.
- El sedimentador fue diseñado para remover el 30% de DQO, el 40 % de Aceites y grasas, el 60 % de sólidos Totales y el 20% de sólidos suspendidos. Los niveles medidos de sólidos totales fue de 45883 ppm y 29347 ppm de sólidos suspendidos. El fin de retener todos sólidos totales y parte de los suspendidos es para evitar que estos

pasen a otros sistemas como son las bombas por las que pasará el efluente. El sedimentador tiene un volumen de  $1.46\text{m}^3$ , es decir, tiempo de residencia de 7 minutos.

- La trampa de grasas también es necesaria en la planta de tratamiento de residuos líquidos, ya que el efluente tiene una concentración de 12339 ppm de aceites y grasas que deben ser removidos para cumplir con los límites permisibles. La trampa de grasas fue simplemente rediseñada y readecuada a partir de la estructura principal que existía anteriormente. Con el nuevo diseño se logrará reducir en el 50% la DQO, un 99.9% de aceites y grasas recuperados en tanque de recolección de  $1\text{m}^3$ , el 90% de sólidos totales y el 40 % de sólidos suspendidos. Con la ventaja que, mientras más se retengan los sólidos, mas será la vida útil de las piscinas de tratamiento biológico. La trampa de grasas tiene un volumen de  $309\text{m}^3$ , es decir, 25 horas de tiempo de residencia.
- La neutralización se realizará por medio de un dosificador de hidróxido de calcio y un agitador mecánico hasta obtener un pH de 7. Los cálculos de concentración para lograr neutralizar el efluente se los realizará tomando medidas a la salida de la trampa de grasas, es decir cuando ésta ya se encuentre en funcionamiento, la decisión del método mas adecuado para la neutralización se la lleva a cabo de esta manera ya que el efluente puede cambiar su pH en el transcurso de las 25 horas que reside en la trampa de grasas. El tanque neutralizador tiene un volumen de  $2\text{m}^3$ , es decir, dos horas y media de tiempo de residencia.
- Las piscinas de tratamiento biológico, fundamentalmente cumplirán con la función de reducir la DQO que presenta el efluente; dichas piscinas serán construidas en el mismo lugar de las ya existentes.
- Por tal motivo no se puede disponer de un área mayor a la señalada, en la readecuación de las piscinas. La piscina #1 (anaerobia) tiene un volumen de  $8360\text{ m}^3$  y un tiempo de residencia de 28 días, dentro de las cuales se lograra reducir la DQO en un 95%, los aceites y grasas en un 80 %, los sólidos totales en un 60% y los sólidos suspendidos en un 95%, rendimientos que son los mismos para la laguna #2 (facultativa) cuyo volumen es de  $2709\text{ m}^3$  y un tiempo de residencia de 9 días.
- El diseño de toda la planta, direccionamiento del efluente y tiempos de residencia han sido concebidos rigiéndose a las estructuras actuales que posee la planta extractora, de manera que los costos de construcción y eficiencia de la planta sean los mas conveniente para conseguir el propósito de descargar el residuo liquido al río el Diablo dentro de los limites permisibles aplicados a este tipo de descarga.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- La caracterización físico-química del residuo líquido industrial proveniente de los procesos de la planta extractora de aceite de palma africana “ATAHUALPA” demuestran que el residuo es sumamente contaminante al ambiente, en especial para el río El Diablo, ya que los análisis concluyen que ningún parámetro medido está dentro de los límites permisibles que la ley exige.
- La caracterización físico-química del río el Diablo demuestra que existe contaminación, por incumplir los límites permisibles en descargas a cuerpos de agua como se establece en el TULAS, anexo 1, literal 4.2.3.2. El río muestra contaminación antes y después de la descarga del efluente proveniente de la planta extractora “ATAHUALPA”
- Es de suma importancia que la planta extractora desarrolle el presente proyecto lo antes posible con el fin de parar y controlar la desmedida contaminación que se está causando.
- El área y los sistemas existentes destinados para el tratamiento del residuo líquido, son de gran utilidad para la ejecución del proyecto, ya que se encuentran en condiciones aptas para ser rediseñados y puestos en funcionamiento.
- Los rendimientos estimados en todos los sistemas de tratamiento planteados, son positivos ya que reducirán la carga contaminante, para cumplir con los límites permisibles que exige la ley.
- Todo el lodo acumulado en los sistemas de tratamiento, debe ser recogido y destinado al Lecho de secado.
- Para la operación y el mantenimiento de la PTRLI (Planta de Tratamiento de Residuos Líquidos Industriales) no es necesario personal técnico o capacitado para dicha tarea.
- El costo total de construcción de la planta es de 63736.8 dólares americanos, el mayor costo pertenece a la excavación de las piscinas y el desalojo del material retirado que suman un total de 58665.7 dólares americanos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo la ejecución del proyecto para reducir la contaminación ambiental, con el fin de cumplir con la normativa ambiental vigente.
- Destinar adecuadamente los residuos que genera la planta de tratamiento, ya que estos son subproductos con carga de nutrientes y que pueden generar ingresos económicos a la empresa.
- Realizar periódicamente un adecuado mantenimiento de todos los sistemas de la PTRLI (Planta de Tratamiento de Residuos Líquidos Industriales).
- La torta proveniente del lecho de secado se lo puede destinar a camas de formación de bio-abono o se lo puede colocar directamente sobre la carona de la palma africana como fuente de nutrientes.
- El efluente tratado en la PTRLI podrá ser dispuesto para regadío, debido a que este contiene nutrientes importantes para la plantación de palma africana.
- Los aceites y grasas recuperados en la PTRLI, podrán ser dispuestos como productos de segunda clase, ideales para la fabricación de jabón, cosméticos, entre otros.
- Construir un sistema adecuado de recolección de agua lluvia alrededor de todas las instalaciones de la planta extractora, incluida la PTRLI, para evitar que el agua lluvia se mezcle con el proceso de tratamiento.
- Se tiene que realizar una caracterización semestral del efluente tratado, con el fin de verificar la eficiencia del proceso.
- Adquirir una motobomba o una draga que ayude con la limpieza de los sedimentos acumulados en todos los sistemas de tratamiento.
- Controlar continuamente el correcto funcionamiento de la PTRLI.