

# Tratamiento de aguas residuales del efluente una fábrica de alimento balanceado para camarones, mediante el diseño de procesos unitarios.

Carlos Prado Garcés<sup>1</sup>, Kleker Orozco Patiño,<sup>2</sup> Giovanni Gualpa Yambay<sup>3</sup>, Jerry Landívar Zambrano<sup>4</sup>,

1 Ingeniero Acuicultor 1999

2 Ingeniero Acuicultor 1999

3 Ingeniero Acuicultor 1999

4 Director de tesis. Licenciado en Acuicultura, Escuela Superior Politecnica del Litoral, 1989; Master en Medio Ambiente, Universidad de Quebec (Montreal – Canadá), 1995. Profesor de la ESPOL desde 1989.

## RESUMEN

La contaminación es la antesala a la polución de los ecosistemas, por lo tanto para que exista un desarrollo sustentable de la industria, es necesario tomar medidas de prevención para disminuir su impacto.

La industria camaronera está encaminada por la corriente de cultivos semi-intensivos, esto ha logrado que el alimento suplementario pase a ser un renglón importe en esta actividad. Como consecuencia de esto se estima que las plantas de balanceados estarían fabricando el casi doble de la producción total de camarones en el país.

El principal contaminante de esta industria es la grasa (material flotante), la cual debe estar ausente según las normas de descarga de aguas industriales.

El diseño esta realizado en función de la eficiencia de los procesos y de la alternativa de una planta de tratamiento de bajo costo.

Para llegar a la selección del diseño se tomaron algunas alternativas que al final nos hizo elegir el tratamiento por medio de Pozo séptico mediante zanja filtrante, se hace una descripción del dimensionamiento, en base a la caracterización realizada del efluente.

El presente trabajo desarrolla un diseño mediante procesos unitarios capaz de reducir los componentes contaminantes del efluente de la industria de alimento balanceado para camarones.

## **INTRODUCCIÓN**

Las empresas necesitan resolver su problemática de efluentes líquidos para cumplir las normativas legales vigentes tanto nacionales como extranjeras. Actualmente los alimentos balanceados para camarones ocupan un alto rubro en los costos totales para la producción camaronera, esto es aproximadamente el 22% (Luis Calvo 1998).

Se presume que las plantas producen casi el doble de la producción de camarones, esto hace que se genere una contaminación de los efluentes de cada planta de balanceados, ya que la mayoría no procesan sus aguas antes de su descarga, es por esto que la mayoría de estas empresas tienen olores fuerte que están contaminando el ambiente.

Se conoce que existe la presión de las comunidades y de las autoridades para que las normas de desecho de estas y otras industrias sean más severas.

En el cantón Guayaquil esta por decretarse algunas ordenanzas municipales que tienen que ver con las descargas de aguas industriales.

Actualmente la industria camaronera esta haciendo consciencia de que esta actividad debe perseguir un desarrollo sustentable, y para lograr este objetivo se debe tomar acciones que conlleven a conseguir dicho propósito a mediano plazo.

El principal problema es la contaminación de esta industria es por grasas y aceites, ya que la norma según la DIGMER y el IEOS (ahora MIDUVI) en su reglamento de Prevención y Control de la Contaminación del recurso agua, exige a las industrias que sus efluentes deben de cumplir rangos permisibles de parámetros físicos-químicos y microbiológicos previos a ser evacuados y dentro de estos esta la ausencia de grasas y aceites.

En el proceso de depuración de aguas residuales se busca conseguir resultados efectivos a un costo razonable.

Nuestro diseño luego de caracterizar y analizar alternativas considera la implementación de una planta depuradora de bajo costo, constando para esto de los siguientes procesos unitarios:

- Cámara de grasa, estructura cuya función es retener las grasas y aceites.
- Pozo séptico, tiene la función de sedimentador y floculador, su acción es anaeróbica
- Zanja filtrante, acción aeróbica por filtro biológico.

De esta manera se pretende reducir los contaminantes a niveles permitidos por los reglamentos de la DIGMER y MIDUVI.

## **CONTENIDO**

### **1.- Principales desperdicios producidos durante el proceso de elaboración de alimento balanceado para camarones.**

Se desperdician como sólidos en suspensión ingredientes de la materia prima, que están en forma de polvo y que luego van a las alcantarillas cuando se realiza la limpieza, por lo tanto el efluente se genera como resultado de limpieza de canales de drenaje y de lavado con vapor de agua de los recipientes de recepción de materias primas líquidas ubicados en el área de tanques de almacenamiento.

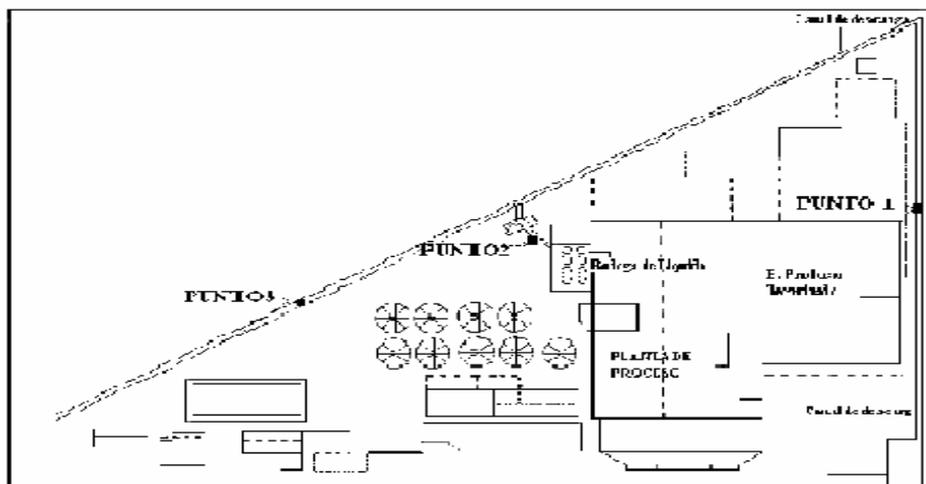
Este es el principal contaminante de esta industria ya que es uno de los ingredientes que se utiliza en la fabricación, el agua contaminada forma una película de grasa en la superficie que impide el normal desarrollo de los procesos de degradación aeróbica.

La cantidad de grasas y aceites que pasan a contaminar los efluentes en el proceso de fabricación de alimento balanceado para camarón se ha estimado en un 0,0235% del peso total de alimento fabricado.

## **2. Caracterización del agua residual de la industria de fabricación de alimento balanceado para camarones.**

Para determinar la caracterización del efluentes de aguas residuales de la fabricación de alimento balanceado para camarones, se hicieron tres tomas en una planta modelo (Molinos Champion S.A; ver figura 1).

**FIGURA 1. Ubicación de los sitios de muestreos (toma de muestra)**



En la tabla I se muestran los valores obtenidos en el muestreo.

**TABLA I. Caracterización de agua residual de la fabricación de alimento balanceado para camarones en tres puntos diferentes.**

PARAMETROS	PUNTOS (Concentraciones)			Rango. Permisible de Descarga
	1	2	3	
Temperatura	28	32	28	+/- 3
PH	6.8	4.75	6.75	6 a 9
Amonio Total (mg/l)	1.0	0.4	0.8	No hay dato
Amoniaco (mg/l)	0.007	0.0028	0.0056	No hay dato
NH4+ (mg/l)	0.993	0.3972	0.2944	No hay dato
NO2 (mg/l)	0.09	0.23	0.14	No hay dato
NO3 (mg/l)	2.2	8.2	4.4	No hay dato
Fósforo (mg/l)	0.2	2.0	0.2	No hay dato
Oxígeno (mg/l)	2.2	5.4	0.8	4 a 6
Dureza Total (mg/l)	135.3	480.6	174.4	120
DBO5 (mg/l)	4.0	132.6	20.0	Remoción 80% carga
DQO (mg/l)	10.0	180.0	27.7	Remoción 80% carga
Sólidos T (mg/l)	586	2906	570	200 a 250
Sólidos suspendidos (mg/l)	8.0	839.0	4.0	Remoción 80% carga
Solidos.Disueltos (mg/l)	578	2067	566	1000 a 1500
Aceites y Grasa (mg/l)	74.0	150.0	79.0	Ausencia
Contaje de aerobios (Col/ml)	2000	INC.	2400	No hay dato
Hongos y levaduras (Col/ml)	10	20	10	No hay dato
Coliformes totales (Col/ml)	11000	>11000	>11000	1000 a 1500
Ident. Bact. Gram (Presencia)	E.freundii	E.freundii	E.freundii	Presencia

Como se puede observar en la tabla I, el punto 2 es el efluente de la planta de balanceado, es decir proceso y bodega de liquido, es por esta razón que en esta columna se dan los valores mas altos de contaminación.

### 3.- Criterios de diseño de procesos.

Para tomar la decisión del diseño de los procesos unitarios se analizaron algunas alternativas y escogimos la que nos pareció la más apropiada en cuanto a manejo, costo y alcance técnico. Entre los sistemas de pequeñas depuradoras tenemos:

Fosa Séptica:

- A. Fosa séptica y pozo filtrantes.
- B. Fosa séptica y zanja filtrantes.
- C. Fosa séptica y lechos bacterianos.
- D. Fosa séptica y filtros de arena.

Tanque de decantación-digestión

- E. Tanque de decantación-digestión y pozo filtrantes
- F. Tanque de decantación-digestión y zanja filtrantes
- G. Tanque de decantación-digestión y lecho bacteriano

Lechos bacterianos.

Fangos Activados

Lagunajes

Aplicación al suelo

Entre todos estos sistemas se escogió las fosas sépticas ya que son de fácil construcción y su costo de mantenimiento es bajo, además el volumen de agua a tratar no es muy alto (15 TM/día) y cumple con los objetivos planteados para tratamiento de agua de esta industria.

Se analizó cada una de las alternativas de fosa séptica y se escogió las de fosa séptica y zanja filtrante ya que los otros sistemas tenían alguna limitante, así tenemos que:

Fosa séptica y pozo filtrantes, presenta problema cuando existe impacto por contaminación de aguas subterráneas.

Fosa séptica y lecho bacterianos, considera que estos medios biológicos no deben estar sobrecargados, ni sumergidos un tiempo demasiado largo. No será admisible una situación de condiciones anaeróbicas.

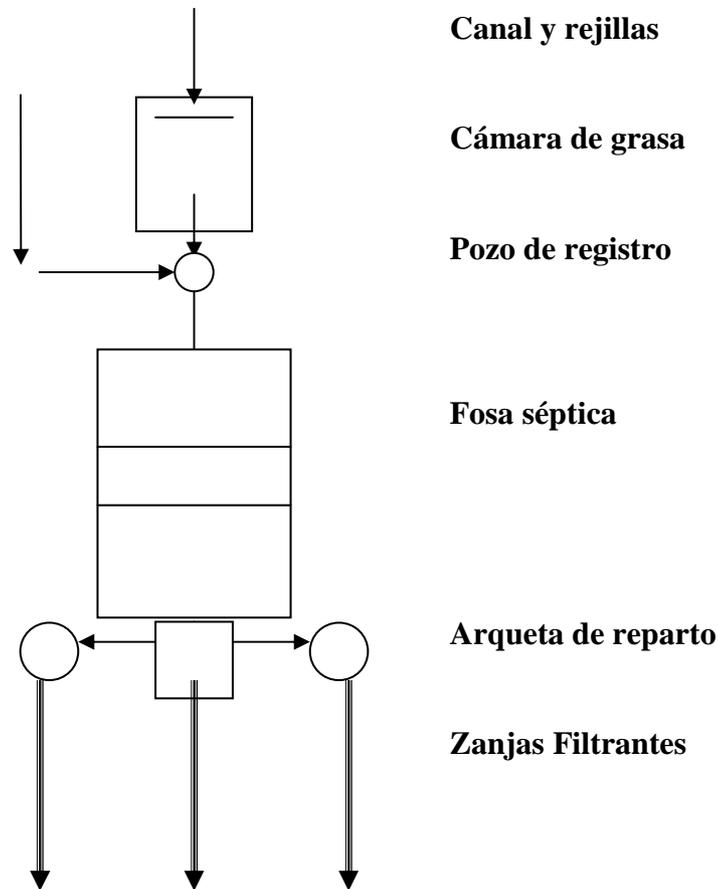
Fosa séptica y filtros de arena, es parecido a zanjas filtrantes, pero su construcción es mas costosa ya que requiere de mayor movimiento de tierra.

#### **4.- Descripción y diagrama de flujo de los procesos unitarios utilizados para el tratamiento del efluente de las plantas de alimento balanceado para camarones.**

Con los antecedentes estudiados y tomando como base la caracterización de este tipo de industria tenemos que describir los siguientes procesos unitarios ya que ellos nos servirán para mejorar la calidad de agua del efluente de este tipo de industria. Además haremos la descripción de algunos tipos de procesos unitarios cuyos conceptos teóricos están inmersos en los procesos que nosotros vamos a utilizar.

El principal problema de esta industria es el manejo de la bodega de líquidos que siempre va a contaminar con aceites y grasas, estos compuestos en nuestra caracterización son altos y lo confirman los datos proporcionados por Champion S.A, ya que su porcentaje de desperdicio es alto con relación a la contaminación total descargada en su efluente. Es por esta razón que para tratar este tipo de efluente se debe contar con los siguientes procesos unitarios:

**FIGURA 2. Diagrama de flujo de procesos unitarios**



\***Canal y rejillas.** Conducto que lleva el efluente a los procesos unitarios.

\***Cámara de grasa.-** Recibe el agua residual de la bodega de líquido.

\***Pozo de registro.-** Recibe las aguas residuales del efluente de la planta y de las procedentes de la cámara de grasa.

\***Fosa séptica.-** Recibe las aguas del pozo de registro, aquí se cumplen algunos procesos anaerobios y aerobios que reducen la contaminación del efluente.

\***Arqueta de reparto.** Recibe el efluente procedente de la fosa séptica. Permite distribuir el efluente, a través del pozo séptico y entre las zanjas filtrantes.

**\*Zanja filtrante.** Recibe el efluente procedente de la arqueta de reparto, el cual a su paso a través de la arena se depura por vía aerobia y pierde las partículas en suspensión.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

1. Luego de la caracterización de agua residual de la industria de alimentos balanceado se puede concluir que el mayor contaminante de esta industria son las grasas y aceites.
2. Las aguas de desecho de esta industria son altamente biodegradables, ya que la relación de DBO5 y de BQO es menor a 0,4.
3. El sistema propuesto es una alternativa modelo de tratamiento del efluente de la industria de alimento balanceado de bajo costo y de manejo sencillo.
4. El dimensionamiento del diseño esta hecho en base a los parámetros recomendados por la Environmental Protection Agency (E.P.A)
5. La planta de tratamiento es de fácil mantenimiento ya que solo necesita de limpieza y esto lo puede hacer cualquier obrero.
6. El sistema propuesto se basa en los principios de decantación-digestión en la primera cámara de la fosa séptica; decantación-digestión anaerobica en la segunda cámara y el paso a condiciones aerobicas en la tercera cámara.

Entre las recomendaciones estan las siguientes:

1. Para la construcción de las zanjas se deberá realizar primero el ensayo de infiltración, y también un estudio del nivel freático de la zona donde se requiera poner el sistema, además de la caracterización del efluente.
2. El mantenimiento de la cámara de grasa es clave para el buen funcionamiento del sistema, se recomienda que la limpieza sea diaria.
3. El lugar donde vaya a ser ubicada la planta de tratamiento debe ser un poco alejado de la nave de producción, y sí es posible un lugar solitario.
4. Encima de la capa vegetal de las zanjas se puede sembrar césped, no arboles porque sus raíces pueden romper las tuberías del sistema.
5. No se deben hacer limpiezas con cloro ni otros oxidantes fuertes ya que mata la flora bacteriana que actúa en la descomposición de la materia orgánica.
6. Se debe monitorear periodicamente el sistema haciendo tomas de agua en el pozo de infiltración ya que nos dará una idea como esta trabajando el sistema.
7. En caso de tener un nivel freático muy alto se puede construir el sistema mas alto y se debería colocar sistema de bombeo, para que trabaje con pendiente.
8. Se puede usar liner plásticos en vez de geotextil, ya que esto encarece el sistema.
9. El tiempo de vida útil del sistema es para 10 años, que es lo recomendado para obras de hormigón armado.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **CALVO Luis**, *Uso de comederos para el control de polución en estanques y reducción de F.C.A*, Primer Congreso Latino americano de Camaricultura, Panamá, 1998, pp 8.
2. **DE MELENDEZ Ma. De Lourdes**, *Record de exportaciones ecuatorianas de camaron durante 1997*, Revista Acuicultura del Ecuador, Edición 22, pp 17.
3. **EKLUN Carl W**, *Manejo de agua residuales*, USA, 1994, pp 435.
4. **GERARD Kiely**, *Ingeniería ambiental*, Mc Graw Hill, Vol II, pp 697 – 698.
5. **KEMMER F, McCALLION J**, *Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones*, Manual del Agua, Mc Graw Hill, Tomo II, pp 13-15
6. **McELLINEY Robert**, *Tecnología para la fabricación de alimento balanceado*, American Feed Industry Association. Inc, U.S.A, 1994, pp 470.
7. **REGISTRO OFICIAL # 204**, *Normas de descargas*, Capítulo # 2, Artículo 43, Junio de 1989.
8. **UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID**, *Programa de diseño y cálculo de depuradoras*, Saneamiento y depuración, Software.
9. **URALITA**, *Manual de depuradora*, Madrid, 1995, pp 87-88, 182-189, 267-269.
10. **VIVAR Ma. Luisa**, *Alimento Balanceado elemento vital en la producción camaronera*, Revista Acuicultura del Ecuador, Edición 26, pp 5.