



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

“Diseño de un sistema de tratamiento de efluentes provenientes de raceways
en camarонера, basado en un sistema de filtros físicos – biológicos”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO ACUICULTOR

Presentada por:

Irene Quirola Calderón

Rosa Veintimilla Mariño

Guayaquil – Ecuador

2008

A G R A D E C I M I E N T O

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por la formación que nos dio, y a todos nuestros profesores por ayudarnos a seguir adelante.

De una manera muy especial al M. Sc. Jerry Landivar, director de nuestra tesis a quien respetamos, admiramos, queremos y consideramos como un gran amigo por su ayuda incondicional en todo momento.

Al Ing. Ecuador Marcillo por su ayuda, su apoyo y siempre estar dispuesto a colaborarnos.

A nuestros profesores por enseñarnos todos los conocimientos que tenemos.

A nuestros grandes amigos los cuales nos han apoyado y han estado siempre con nosotros.

A nuestros padres por todo el esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional para poder realizarnos como personas y profesionales, ya que sin ellos no seríamos lo que somos y a todas aquellas personas que de una u otra forma nos ayudaron a lo largo de nuestras vidas para culminar con éxito nuestra carrera.

DEDICATORIA

A Dios.

A mi padre que esta en el cielo, que siempre me ayudó, Alfonso.

A mi madre querida que siempre ha estado a mi lado apoyándome, Grace

Al amor de mi vida, mi esposo amado, Carlos.

A la adoración de mi vida, por quienes yo vivo: mis hijos, Esteban Alfonso, Carla Irene

y Carlos Samuel.

A mis queridísimos hermanos, Alfonso, Andrea, Esteban, Alejandro, Andrés, Ayrton,

Ian.

A mis adoradas hermanas Lynn, Gabriela y Gudelia.

A mi papito, Esteban.

A mi tía, Titina.

A mis inolvidables e inseparables amigas que siempre me han estado apoyando Rosita,

Carla, Vero, Gloria y Alexandra.

Irene Quirola Calderón

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres Rosy y Víctor que han estado en todo momento que los he necesitado
A mis hermanos que siempre vamos a estar juntos en las buenas y en las malas a los
cuales los aprecio y los admiro Xavier, Cinthy, José Enrique y Luis Miguel.

A mis sobrinos José Xavier y Luis Andrés.

A mi queridísima abuelita Luz.

A mis tías y tíos, a mis primos en especial a Guido, Andrea, Priscila, Ma. Belén.
A mis grandes amigos del alma Irene, Ma. Alejandra, Ma. Carmen, Verónica, Carla,
Marco, David y todos aquellos que han colaborado conmigo incondicionalmente.

Rosa Veintimilla Mariño

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Irene Quirola Calderón

Rosa Veintimilla Mariño

TRIBUNAL DE GRADO

Presidente del Tribunal

DIRECTOR DE TESIS
M. Sc. Jerry Landivar

Miembro Tribunal

Miembro Tribunal

RESUMEN

El uso de raceways a nivel mundial se lo ha utilizado como sistemas de post-hatchery, mejorando la interfase laboratorio – camaronera y aumentando la supervivencia en este último, puesto que el animal es criado con un manejo de laboratorio pero con el agua de las camaroneras lo que ha asegurado una mejor adaptación y animales más resistentes y fuertes al momento de ser sembrados en las piscinas camaroneras.

En la actualidad dentro del sector camaronero se están utilizando raceways, pero no poseen sistemas de tratamiento de aguas en las camaroneras, es por esto la necesidad de implementar un sistema de filtración natural para depurar aguas. Así de esta manera mejorar la calidad del mismo que va ser utilizada en los raceways, y también mejorar la calidad de vida del camarón y tener una mejor calidad de agua en el momento del descargue hacia el medio ambiente.

Como ya se conoce, los mejores rendimientos en camaricultura son alcanzados en condiciones ambientales óptimas, es por esto que nuestro sistema de filtración de aguas es necesario ya que de esta manera el animal se desarrolla en un ambiente propicio lo que incrementa sus posibilidades de supervivencia, y reduciendo a la vez las enfermedades, las cuales son generalmente oportunistas cuando los animales se encuentran en condiciones adversas.

La finalidad de nuestro proyecto es implementar un sistema de bajo costo en el cual se utilizaran recursos naturales del entorno que permitan durante el recorrido ir mejorando en calidad a través de la reducción de sólidos suspendidos, DBO, pH y formas nitrogenadas tóxica, comparándolo con un Programa de Diseño y Cálculo de Depuradoras, el cual no es tan económico por su infraestructura pero es una buena opción, si es que la camaronera donde se lo quiera implementar cuente con recursos económicos.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE ANEXOS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: Generalidades.....	4
1.1 Impacto de las camaroneras con respecto al medio ambiente.....	4
1.2 Importancia del uso de depuradores de agua.....	7
1.3 Precría en raceways.....	9
CAPÍTULO II: Funcionamiento de los raceways.....	12
2.1 Ubicación geográfica.....	12
2.2 Descripción de los raceways en las camaroneras.....	13
2.2.1 Infraestructura.....	13
2.2.2 Procedimiento.....	13
2.2.3 Limpieza.....	14

2.3	Diversos tipos de sistemas de filtración usados en camaroneras.....	15
2.3.1	Filtros mecánicos.....	16
2.3.2	Filtros químicos.....	18
2.4	Determinación y cálculos de los contaminantes en un raceways típico....	21
2.5	Criterios de la calidad del agua y la descarga según la ley ecuatoriana y las normas internacionales.....	22
2.5.1	Oxígeno.....	23
2.5.2	temperatura.....	24
2.5.3	Amoniaco, hidróxido de amonio e iones de amonio.....	24
2.5.4	Nitritos.....	25
2.5.5	Nitratos.....	25
2.5.6	pH.....	26
2.5.7	Alcalinidad.....	26
2.5.8	Sólidos totales.....	27
2.5.9	Materia orgánica.....	27
2.5.10	Criterios de calidad de agua para la preservación en aguas marinas y de estuarios.....	28
2.5.11	Descarga según la ley ecuatoriana.....	29
CAPÍTULO III: Elementos del diseño conceptual del sistema.....		31
3.1	Diagrama de flujo del sistema.....	31
3.2	Diseño del sistema.....	32
3.3	Predimensionamiento de las unidades del sistema.....	33

3.3.1 Sistema 1.....	33
3.3.2 Sistema 2.....	40
CAPITULO IV: Resultados y Evaluación.....	42
4.1 Cálculo de parámetros del sistema.....	42
4.2 Vida útil del sistema.....	43
4.3 Análisis de costos de la implementación del sistema.....	44
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES.....	48
ANEXOS.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	52

ABREVIATURAS

MIDUVI	Ministerio de desarrollo urbano y vivienda.
DIGMER	Dirección General de la Marina Mercante.
WB	Banco Mundial.
WWF	World Wildlife Fund – Fundación Mundial de Vida Salvaje.
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
°C	Grados Celsius.
DBO	Demanda Química de Oxígeno.
WSSV	Virus Mancha Blanca.
Has.	Hectáreas.
Ton	Toneladas.
sp.	Especie.
N	Nitrógeno.
P	Fósforo.
cm	Centímetro.
mm	Milímetro.
RBC	Filtros del biodisco rotativo.
Ft	Pies.

OD	Oxígeno disuelto.
CO ₂	Dióxido de carbono.
pH	Potencial hidrógeno.
HCO ₃ ⁻	Bicarbonato.
CO ₂	Dióxido de carbono.
mg/l	Miligramos por litro.
NO ₂	Nitrito.
NO ₃	Nitrato.
NH ₃	Amoníaco.
NH ₄	Amonio.
UTN	Unidad de turbidez nefelométrica.
m ³	Metros cúbicos.
m ³ /d	Metros cúbicos por día.
Kg.	Kilogramos.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Distribución de las camaroneras autorizadas por provincias y hectáreas.....	12
Tabla 2.	Parámetros más importantes del agua de mar.....	28
Tabla 3.	Normas de descarga.....	30
Tabla 4.	Análisis – laboratorio bravito.....	43
Tabla 5.	Costos del sistema.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pre-criaderos bajo invernaderos.....	14
Figura 2. Diagrama de flujo.....	31
Figura 3. Diseño de depuradores.....	34
Figura 4. Parámetros de Diseño.....	34
Figura 5. Modelo subtipo.....	35
Figura 6. Módulos a calcular.....	35
Figura 7. Aliviadero.....	36
Figura 8. Tamizado.....	36
Figura 9. Cámara de grasas.....	37
Figura 10. Tanque Decantación-Digestión.....	37
Figura 11. Pozo filtrante.....	38
Figura 12. Retirada/Secado de fangos.....	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo #1. Predimensionamiento del sistema 1	49
Anexo #2. Predimensionamiento del sistema 2, vista superior	50
Anexo #3. Predimensionamiento del sistema 2, vista transversal.....	51

INTRODUCCION

Los residuos de los camarones se vierten directa e indirectamente en los estuarios. Por mucho tiempo se creyó que estos cuerpos de agua eran capaces de admitir cantidades ilimitadas de tales desechos, sin perturbar el equilibrio ecológico de los organismos que los habitan. Actualmente se posee un mejor conocimiento de los efectos que estos ocasionan en los diferentes niveles tróficos de los ecosistemas acuáticos.

El crecimiento poblacional y el desarrollo industrial han dado lugar a que aparezcan desechos más complejos, difíciles de tratarlos y controlarlo, e inclusive de identificar su presencia en el agua.

No obstante, en la medida que el crecimiento de la industria del cultivo del camarón ejerce mayor presión en los recursos naturales costeros, se hace cada vez más necesaria la implementación de técnicas y formas de manejo del cultivo que contribuyan a reducir los impactos ambientales y ayuden a sostener la base natural de recursos (Rojas et al., 2005).

La protección del ambiente es una tarea vital para la sociedad actual. El reto, detener el deterioro progresivo, producto de la explotación incontrolada de los recursos naturales y la contaminación. Para evitar la contaminación es necesario realizar el

tratamiento de los desechos, con la adecuada calidad. El costo bruto siempre será creciente de acuerdo con la calidad del proceso.

El diseño del sistema de tratamiento de agua dirigido hacia las camaroneras, es muy importante para poder convertir el residual crudo en residual tratado hasta un grado tal, que al ser vertido no ocasione daños al individuo ni al medio ambiente.

De esta manera, se estará conservando el recurso agua cumpliendo con la ley de reglamento de prevención y control de la contaminación ambiental y del código de salud, cuyo Decreto Supremo N° 374 fue expedido el 21 de mayo de 1976 y publicado en el registro oficial N° 97 del 31 de mayo de 1976, y su finalidad fundamental es precautelar la buena utilización de los recursos naturales del país en pro del bienestar individual y colectivo.

Entre las normas para la preservación del medio ambiente tenemos el Plan Operativo para el manejo de Desechos que propone iniciar acciones concretas para alcanzar aire puro, agua limpia y suelo sano, como parte de las finalidades de las Políticas Básicas Ambientales del Ecuador, expedida en el decreto Ejecutivo 1802 (R.O. 456, 01, 06, 94).

Así mismo, del Plan Ambiental Ecuatoriano que contiene la propuesta de Políticas y Estrategias Ambientales para sectores y ecosistemas, entre ellas se menciona las de saneamiento de las aguas municipales, de manejo de desechos sólidos y de reconversión de procesos productivos industriales, mineros, agrícolas, de la

construcción en general, las políticas aludidas también señalan el control de la emanación de gases de la combustión de fuentes móviles: automotores de trabajo y transporte acuático, marítimo, aéreo y particularmente, el terrestre.

Por tales razones el tópico se proyecta a contribuir con la protección del ambiente, al tratar efluentes de las camaroneras, reduciendo los parámetros de contaminación hasta los niveles exigidos por las autoridades de control ambiental (MIDUVI) y de esta forma continuar garantizando la supervivencia de la industria camaronera.

A pesar de existir diversos métodos de tratamientos de efluentes, es importante elegir aquel que garantice la mayor eficiencia de eliminación de contaminantes con costos reducidos de construcción y de explotación.

CAPITULO I.- Generalidades.

1.1.- IMPACTO DE LAS CAMARONERAS CON RESPECTO AL MEDIO AMBIENTE.

Los impactos sobre la producción camaronera en Ecuador están gobernados por la naturaleza y fundamentalmente por eventos climáticos de gran escala.

El deterioro ambiental y las fluctuaciones causadas por eventos climáticos de gran escala nos conducirán a adoptar sistemas que reduzcan la interacción con el medio circundante y permitan un mayor control sobre las variables que afectan la tasa de crecimiento y la supervivencia.

En los últimos años se han generalizado las críticas de impacto ambiental y social asociadas al cultivo de camarón en el mundo. Sin embargo, se han realizado muy pocos esfuerzos para evaluar en forma objetiva el estado ambiental y socioeconómico del cultivo del camarón.

Con el fin de documentar esta problemática, entidades tales como el Banco Mundial (WB), World Wildlife Fund (WWF) y la Fundación MacArthur financiaron la realización de un proyecto de casos de estudio a nivel mundial para documentar las prácticas de manejo empleadas en el cultivo de camarón, considerando los impactos

positivos y negativos del cultivo del camarón, y sugerir prácticas para mejorar el desempeño ambiental y socioeconómico.

Medio Ambiente

La preservación y explotación sustentable de los recursos naturales ocupa un lugar preponderante en la estrategia de desarrollo. Se trata de compatibilizar la promoción del crecimiento económico con la protección del entorno ecológico, a través del establecimiento de un marco jurídico, normativo e institucional que impulse la adopción de prácticas productivas basadas en el aprovechamiento racional y responsable de los recursos naturales y en la protección del medio ambiente.

La política ambiental se dirigió a fortalecer los mecanismos e instrumentos para la conservación y restauración de los ecosistemas, a fin de frenar su tendencia de deterioro y sentar las bases para su pronta recuperación y expansión. En consecuencia, las tareas se acotaron a los lineamientos que a continuación se señalan: Avanzar en la adecuación del marco regulatorio de la gestión ambiental; Continuar con la descentralización de la gestión ambiental, asociada a un desarrollo regional sustentable y condicionada al fortalecimiento de la capacidad de gestión ambiental de los estados.

Promover la participación social; Proteger, conservar y restaurar la biodiversidad, y ampliar la extensión de las áreas naturales protegidas; Vigilar el manejo y promover la reducción de la generación de residuos peligrosos; y Fortalecer las acciones de

regulación, control y vigilancia. Con las reformas incorporadas en 1996 a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente -LGEEPA-, se sentaron las bases para conformar el marco normativo y regulatorio que habrá de consolidar el nuevo enfoque de la política ambiental. Se trata de promover el cumplimiento voluntario de la ley y el desarrollo de nuevas alternativas productivas que contribuyan a frenar el deterioro ambiental y aprovechen en forma sustentable los recursos naturales, en un entorno de certidumbre y participación social.

De esta manera, a lo largo del ejercicio que se informa, se prosiguió con la elaboración de reglamentos y el establecimiento de normas, esquemas de autorregulación y mecanismos de regulación directa, con el propósito de abarcar todo el espectro de impactos ambientales generados por actividades económicas prioritarias, y de alentar el uso de tecnologías limpias. Al respecto, sobresalen las siguientes acciones:

Se avanzó en la formulación de los reglamentos en materia de Impacto Ambiental y de Areas Naturales Protegidas, así como de un instrumento legal por definir -Ley o Reglamento- para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales de Flora y Fauna Silvestres.

Se elaboraron proyectos de normas para el manejo adecuado y sustentable de los residuos peligrosos, que incorporan aspectos en materia de impacto ambiental y de residuos municipales e industriales de baja peligrosidad; Se avanzó en el control de

las descargas de aguas residuales y en la normalización de métodos de medición para emisiones a la atmósfera y de los procesos de combustión.

1.2.- IMPORTANCIA DEL USO DE DEPURADORES DE AGUA.

Para que el proceso de depuración biológica tenga lugar, además de la biodegradabilidad del agua residual, es necesario que los demás parámetros se encuentren dentro de los niveles permisibles. Entre los factores que pueden afectar la depuración de un efluente se encuentran los siguientes:

Temperatura.

La depuración biológica se desarrolla de forma adecuada en un rango de temperaturas que oscila entre los 12 y los 38°C (zona mesófila).

PH.

Las enzimas son activas en un estrecho corredor alrededor de un pH determinado y que normalmente, no puede ser muy diferente del pH 7 (6.2-8.5) (Metcalf & Hedi, 1996).

Homogeneización. El proceso metabólico se optimiza cuando se logra una Homogeneización perfecta. Los sistemas técnicos de depuración biológica más homogéneos son los fangos activos y los lechos bacterianos.

Cantidad mínima de nutrientes. La condición adecuada para que un agua residual pueda depurarse, es que la cantidad de nutrientes sea suficiente, pudiéndose estimar contenido por las relaciones $DBO_5/N_{Total} = 100/5$, y $DBO_5/P_{Total} = 100/1$ (Muñoz, 1996).

Inhibidores. Las enzimas son activas en estado coloidal, pudiendo inhibir su actividad las sustancias presentes en las aguas en forma de sales insolubles, iones de metales pesados, reactivos alcaloides, el cloro y sus compuestos, etc. Es acción de los inhibidores puede actuar sobre los microorganismos destruyéndolos, o dejándoles un estado latente.

La teoría nos da para elegir un variado número de procesos unitarios para una efectiva depuración de aguas, unos con características distintas a otras, unas más costosas que las otras.

Para nuestro diseño, se va a considerar lo más apegado a la realidad económica y a las necesidades de la camaronera.

Los depuradores son similares en diseño a las torres de refrigeración. La diferencia primaria entre los dos, es que los depuradores son sistemas presurizados, mientras

que las torres de refrigeración son sistemas de vacío. El depurador recircula el agua y la rocía a través de la tapa del sistema, contador-actual a la circulación de aire. La función de recircular el agua es absorber el olor causado por las especies del aire.

La depuración consiste en el uso de productos para la desinfección del agua, eliminando microorganismos patógenos tales como bacterias y otros microorganismos causantes de enfermedades e infecciones.

1.3.- PRECRÍA EN RACEWAYS.

En los sistemas de raceways, se entiende que se opera en un área de mejoramiento postlarval, donde la buena salud está basada en un ambiente de notable calidad y adecuada nutrición en calidad y cantidad. Por lo que debe mantenerse inalterable las condiciones físico-químicas y biológicas del agua.

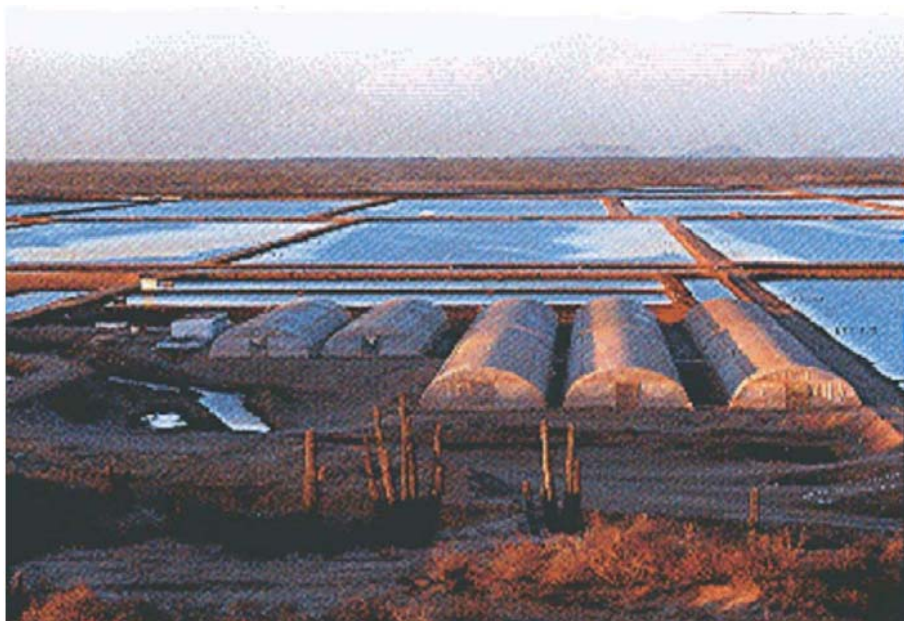
Efectuar análisis patológicos y microbiológicos. Diariamente se debe observar: Actividad, como es el nado, textura, revisión del tracto intestinal, condiciones de branquias, periópodos, pleópodos y antenas. Importante observar: forma, necrosis, mudas y muertos.

El uso de la precría intensiva en tanques artificiales (raceways) se está volviendo una práctica muy común en el cultivo de camarón en Sudamérica. En países como Perú y Ecuador ya se realizan incluso bajo techo (en invernaderos) para mantener

temperaturas altas y evitar brotes tempranos del virus WSSV (Mancha Blanca). En Ecuador debido a los esquemas de producción que presentan muchos productores de tipo semiintensivo, utilizan los precriaderos como una manera de asegurar la mayor rotación de los ciclo de producción, dado que generalmente utilizan 100 días de engorde. Sus prácticas de cultivo no contemplan mayor tratamiento de suelos, y por consiguiente el empleo de precriaderos, donde las larvas permanecen por un período hasta de cuatro semanas, les permite ahorrar días de cultivo, así como realizar una selección natural de las larvas mas aptas para ser transferidas a la etapa de engorde. En el caso de los productores peruanos el sistema de precriaderos, conocidos como “raceways”, es utilizado con los mismos fines, pero dándole mayor importancia a la selección natural que ocurre en este estadio, donde se espera acontezca la muerte de los individuos menos aptos.

En Brasil, sin peligro del WSSV, las precrias se realizan mayormente al aire libre y su uso está casi generalizado con resultados muy satisfactorios en crecimiento y supervivencia. Finalmente en Colombia y Venezuela los raceways se usan comúnmente para la aclimatación de la larva y ya algunas camaronas han empezado a usarlos como precriaderos en su protocolo de cultivo. También se presentan resultados importantes de unas pruebas de Precrias en tanques artificiales en Alabama USA, bajo invernadero y sus efectos en la posterior fase de engorde.

Figura # 1.- Pre-criaderos bajo invernaderos en el desierto de Hermosillo, México ayudan a acortar el ciclo de cultivo y aumentar la temperatura en la temporada fría.



El proceso de precría en los “raceways”, sirve para poder mantener un mejor control de los animales antes de la siembra en los estanques de engorde, así como también, para poder desinfectarlos, bioestimularlos, mejorar su nutrición y aclimatarlos a su nuevo hábitat, paulatinamente. Se los mantiene por 15 días en los “raceways” con un proceso orgánico y al finalizar el mismo, se cuantificará el número de animales existentes para determinar la población de siembra en las piscinas. (Protocolo camaronera Bravito).

CAPITULO II.- FUNCIONAMIENTO DE LOS RACEWAYS.

2.1.- UBICACIÓN GEOGRAFICA.

En el Ecuador existen un total de 949 camaroneras ubicadas en zonas altas y zonas de playas y bahías, las cuales desarrollan su actividad en las provincias del Guayas, Manabí, Esmeraldas y El Oro.

Tabla # 1.- Distribución de las camaroneras autorizadas por provincias y hectáreas.

Provincias	ZONA ALTA		ZONA PLAYA		TOTAL	
	camaroneras	Has.	camaroneras	Has.	camaroneras	Has.
Guayas	479	74.112	519	31.370	998	105.482
El Oro	157	12.292	292	12.341	449	24.633
Manabí	213	6.961	196	5.498	409	12.459
Esmeraldas	100	8.711	80	1.243	180	9.954
TOTAL	949	102.076	1.087	50.452	2.036	152.528

Fuente: www.subpesca.gov.ec

La camarонера en la cual implementaríamos nuestro proyecto se llama Pesquera e Industrial Bravito; la cual se encuentra ubicada en la Isla Bravito – Archipiélago de Jambelí provincia de El Oro.

2.2.- DESCRIPCIÓN DE LOS RACEWAYS EN LAS CAMARONERAS.

2.2.1 INFRAESTRUCTURA

En algunas camaronerías el área de raceways consta de 4 tanques de 25 Ton, y uno de 30 Ton, para abastecer a los Raceways; área de máquinas, 1 bomba de agua, 2 blowers, filtro de arena y grava, difusores de aire, filtros de bolso. Se cuenta con un pequeño Laboratorio para analizar el camarón y hacer la calidad de aguas.

2.2.2 PROCEDIMIENTOS

A.- Preparación de tanques

El protocolo de preparación de tanques es el siguiente:

Al final de cada corrida el área de raceways, debe ser limpiada y desinfectada; a fin que la descomposición de desechos nitrogenados, producto del metabolismo de las larvas o del alimento no ingerido, se acumule y produzca contaminación sobre las superficies de los tanques. Antes de la siembra se da un tratamiento previo con vitamina C.

A.1. Después de la cosecha, se elimina todos los restos de la materia orgánica que quedan en los tanques. Se enjuaga con abundante agua dulce y limpia, cada tanque con sus respectivas mangueras de oxígeno y piedras difusoras.

A.2. Se prepara una solución de cloro: 1 litro de cloro / 10 litros de agua, con ésta solución, se enjuaga todas las superficies de los tanques. Este proceso se lo hace

manualmente, se pasa el cloro con un wipe 3 veces en el día, y se lo realiza por dos días, se deja actuar para su desinfección y bajo el sol. Se hace una aplicación con vitamina C, dos días antes del llenado de los tanques, se enjuaga con agua antes de sembrar.

A.3. El llenado de los tanques se efectuará utilizando filtros de bolso de 25 a 50 micras cada uno, entre 3 a 4 días, antes de la recepción de las post larvas, se inocula algas a los tanques preferentemente *Thalasyosira sp*, y algas bénticas como *Navícula sp.*, y también se fertiliza con N, P.

B.- Preparación de materiales

Se deberá tener listo todo el material requerido para la siembra, equipos de mantenimiento y cosecha, baldes, mallas, challos, mangueras, piedras difusoras, tinas de 500 litros para recepción de larva.

Equipos y filtro biológico deben estar limpios y listos, revisar todo lo necesario.

C.- línea de aire

Conexiones habilitadas, limpias y listas para la corrida. Revisar desperfectos.

2.2.3 LIMPIEZA

La limpieza es diaria se sifonea, limpia las paredes y filtros. Además se realizan recambios de agua en porcentajes que van del 25 %, 30 %, 50 %, dependiendo del estado del agua. La primera renovación de agua, se la hace después de los 4 días de

siembra, es del 10 %. Las siguientes son de dos veces por semana y de 15 % cada una, más dos horas de flujo continuo.

El uso de desinfectantes del agua está supeditado a las cargas bacterianas. Algunos de los productos que se utilizan son: yodo y ajo deshidratado.

La determinación de la densidad de siembra va condicionada de acuerdo al peso promedio de camarón en el raceways que queremos obtener. Este factor depende de la calidad de agua y la alimentación a proporcionar.

2.3.-DIVERSOS TIPOS DE SISTEMAS DE FILTRACIÓN USADOS EN CAMARONERAS.

Clases de Filtros.

Tal vez nunca nos hayamos parado a pensar la importancia que tienen los filtros en el acuario. Por ejemplo en un río de la selva amazónica, por el se mueven bandadas de peces mientras que la corriente renueva lentamente el agua que les rodea. Si nos fijamos bien, veremos que hay pocos peces por litro de agua (la relación sería de 20 o 30 l de agua por cm de pez). Entonces, ¿cómo es posible que en un acuario podamos llegar a cifras de 4-6 litros de agua para un pez de 4 cm? La respuesta está en el filtro.

El filtro es un sistema de acondicionamiento del agua que retira las impurezas que hay en esta permitiéndonos alojar un mayor número de peces en el mismo volumen

de agua al mismo tiempo que la mantiene limpia y cristalina. El filtro es probablemente el elemento más importante del acuario. No es recomendable tratar de ahorrar dinero en equipamiento básico como es el filtro, a la larga se acaba pagando más. Por su mecanismo de acción los filtros pueden catalogarse en tres categorías o clases.

2.3.1. Filtros Mecánicos.

Este tipo de filtros actúa reteniendo la suciedad del agua al hacer circular esta a través de un material filtrante. Sólo es capaz de limpiar del agua partículas hasta un determinado tamaño. Las partículas muy pequeñas pueden atravesarlo sin quedar retenidas, pero este tipo de partículas no influye en la suciedad visible del agua. Existen materiales filtrantes con un tamaño de poro muy fino, capaces de retener partículas de hasta 0.01 mm. Los filtros mecánicos no tienen influencia sobre la calidad química del agua, solo retienen la suciedad macroscópica para que el agua se mantenga transparente, pero no influyen en los niveles de amoníaco, nitritos o nitratos que hay disueltos en esta. Es importante limpiar los filtros mecánicos una vez a la semana, si no, la materia orgánica acumulada en el filtro podría degradarse liberando sustancias nocivas para los peces que podrían llegar a matarlos. Este proceso es conocido comúnmente como envenenamiento del filtro.

Mencionando los más comunes:

- Cribas.

Consiste en la colocación de una malla que se encuentra cruzando la trayectoria del flujo de tal forma que el fluido debe pasar a través de ella. A veces se presentan partículas muy grandes en los orificios de las cribas y esto hace que se acumule en ella, en estos casos se debe usar cribas de mayores orificios u otro tipo de filtro.

- Filtros de arena

Los filtros de arena consisten en una capa de arena o cualquier otro material particulado a través del cual se fuerza el paso del agua, el filtrado es un proceso mecánico mediante el cual las partículas grandes quedan atrapadas en la arena, en los espacios entre grano y grano. El tamaño máximo de partícula que pasará a través del filtro está determinado por el tamaño del grano de arena (0.02 mm. hasta 2.0).

- Filtros de tierra de diatomeas

Son principalmente filtros mecánicos que se utilizan donde la claridad del agua debe ser alta o donde la población de bacterias en el agua se quiere mantener baja, debido al pequeño diámetro de las partículas (mínimo 0.1 mm).

- Sedimentadores

La sedimentación por gravedad utiliza la fuerza de la gravedad para extraer partículas de un fluido. Se puede realizar en tanques de sedimentación que tiene un área de influente, efluente y sedimentación.

2.3.2. Filtros Químicos.

Bajo esta denominación se agrupan sistemas de filtrado cuya función primordial es modificar las características químicas del agua. Al contrario que los filtros mecánicos y biológicos, que deben estar presentes en todos los acuarios de agua dulce y funcionar de una manera constante, los filtros químicos sólo deberían de usarse en situaciones excepcionales, y no funcionar de manera constante en un acuario. El mecanismo exacto de funcionamiento de un filtro químico, depende de la naturaleza de su carga filtrante.

Filtración biológica.

El amoníaco y el nitrito son buenos indicadores de la calidad del agua total, y serán utilizados en esta discusión describir los requisitos del biofiltro para el mantenimiento de las condiciones del "filón marina". Los filtros biológicos eliminan el amoníaco y el nitrito tóxicos con el proceso de la nitrificación. La eficacia de la nitrificación en quitar el amoníaco en un filtro biológico, es la función de la cantidad de área superficial proporcionada para nitrificar bacterias. Al elegir un biofiltro para la maduración del camarón, es importante proveerse de uno muy rentable, que posea un

área superficial de los niveles del amoníaco dentro de los parámetros oligotrófico. También puede ser necesario un filtro biológico de gran tamaño para manejar "choque carga" del amoníaco, cuando los cambios en nivel de entrada o biomasa ocurren en el tanque.

Los filtros biológicos más comunes usados en sistemas recirculantes son:

Filtros de granos.

Filtros de "goteo"

Filtros del biodisco rotativo (RBC)

Biofiltros de estrato fluidificado.

Todos estos filtros se pueden utilizar para apoyar la maduración del camarón, pero diferencian dramáticamente en su rentabilidad debido a sus áreas superficiales específicas por el pie cúbico de medios.

Los filtros de granos se han utilizado con eficacia en sistemas mesotrófico como filtro de la combinación, proporcionando la filtración mecánica y biológica. Sin embargo, el índice de conversión del amoníaco al nitrato en filtros del grano llega a ser menos eficiente cuando se desean los niveles extremadamente bajos del amoníaco (debajo de 0,3 mg-N/L). Son caracterizados por un área superficial intermedia de 400 ft²/ft³. Proporcionar la suficiente nitrificación para el agua oligotrófica requeriría un aumento significativo de tamaño del filtro.

Los filtros de “goteo”, que funcionan el agua efluente sobre medios plásticos tales como "Bio-Bolas," se aprovechan de intercambio muy bueno del gas para ayudar en la nitrificación. Estos sistemas del filtro se utilizan con eficacia posible en los usos mesotrófico y eutrófico donde las altas concentraciones del amoníaco y el buen oxígeno transfieren favor el desarrollo de biofilmes gruesos. Sin embargo, su capacidad de quitar el amoníaco a los niveles apropiados para el agua oligotrófico, es limitada por el área superficial baja de $160 \text{ ft}^2/\text{ft}^3$.

Los filtros del biodisco rotativo (RBC) utilizan los mismos conceptos que los filtros y trabajo del chorrillo muy bien como filtros "in-situ", mesotrófico. Sin embargo su área superficial baja de $50\text{-}150 \text{ ft}^2/\text{ft}^3$, limita grandemente su rentabilidad para la maduración del camarón.

Los biofiltros de estrato fluidificado utilizan la arena fina de la silicona para proporcionar el área superficial enorme para la nitrificación y se satisfacen lo más mejor posible para proporcionar calidad del agua oligotrófica. Los filtros de estrato fluidificado proporcionan $7.800 \text{ ft}^2/\text{ft}^3$. Las camas fluidificadas también funcionan como los reactores de película fina, que permiten que sea el sistema "shockloaded" sin ningún cambio en calidad del agua total. Estas características hacen el estrato fluidificado una opción apropiada para los usos que requieren calidad del agua oligotrófica. La clarificación y la esterilización adicionales del agua se pueden requerir para un sistema oligotrófico. Por ejemplo, un esterilizador ultra violeta se puede integrar en el sistema para matar a la mayoría de las bacterias y de los virus; y

un reactor del ozono también se puede utilizar para reducir el crecimiento de algas en el tanque.

2.4.- DETERMINACIÓN Y CALCULOS DE LOS CONTAMINANTES EN UN RACEWAY TÍPICO.

Los expertos indican que el efecto adverso provocado por los efluentes de los raceways sobre la calidad del agua de los estuarios y lagunas costeras depende de varios factores:

- De la magnitud de la descarga.
- De la composición química de los efluentes (sólidos suspendidos, nutrientes y materia orgánica).
- De la característica de las aguas receptoras (tasa de dilución, tiempo de residencia y calidad del agua).

Trott & Along (2000) indican que los efluentes de los raceways pueden contribuir significativamente a elevar la carga de nutrientes en el ambiente costero; es por esto la necesidad de realizar un diseño de tratamiento de estos efluentes para reducir la carga de contaminantes, proteger el medio ambiente e impedir el deterioro del ecosistema.

En un raceways típico existen contaminantes como:

- Nitritos
- Fosfatos
- Gas sulfhídrico
- Amonio tóxico
- Cloro residual
- Materia orgánica

El agua de los raceways está sujeta a captar diversos tipos de sustancias, tanto químicas y biológicas, además de los cambios físicos del ambiente que alteran su composición y su calidad.

2.5.- CRITERIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA Y LA DESCARGA SEGÚN LA LEY ECUATORIANA Y LAS NORMAS INTERNACIONALES.

Generalmente el control de la calidad de agua se hace en función del oxígeno, temperatura, amonio, nitratos, nitritos, alcalinidad, dureza, sólidos suspendidos y materia orgánica para poder usarlas en el cultivo de larvas en raceways.

2.5.1 Oxígeno

La cantidad apropiada de oxígeno en el ambiente de cultivo depende de:

Especie

Estadio del ciclo de vida

Método de cultivo

En los raceways el oxígeno es suministrado al agua por medio del uso de aireadores. El aireador en general, es un aparato capaz de incrementar las concentraciones de oxígeno en el agua por medio del aumento de la interfase aire-agua, eficiencia de transferencia de oxígeno, capacidad de circulación del agua y eficiencia energética (Tiensongrusmee, 1986).

Niveles extremos (bajos y altos) de oxígeno producen reacciones negativas a las larvas cultivadas en raceways. Cuando los niveles de oxígeno disuelto (OD) se encuentran muy bajos en los tanques de cultivo, los organismos cultivados pueden estresarse y así mismo morir (Madenjian *et al.* 1987). En la mayoría de los casos una supersaturación de oxígeno en el agua de cultivo provocan efectos subletales que inciden directamente sobre el crecimiento de los animales (Bouck 1976; Weitkamp y Katz 1980).

2.5.2 Temperatura

La temperatura juega un papel muy importante sobre todos los organismos acuáticos y sobre los demás parámetros químicos observados en el agua.

La temperatura es una de las principales limitantes en una gran variedad de procesos biológicos, desde la velocidad de simples reacciones químicas hasta la distribución ecológica de una especie animal (Hardy 1981).

2.5.3 Amoníaco, hidróxido de amonio e iones de amonio (NH_3 , NH_4OH , NH_4^+)

Entre los productos secretados por los organismos acuáticos el amoníaco esta en los primeros lugares de toxicidad, se produce de la descomposición de proteínas dentro de los organismos acuáticos.

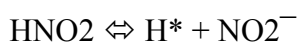
Una serie de variables parecen afectar la toxicidad del amonio, tales como pH, CO_2 , oxígeno disuelto, alcalinidad, temperatura, salinidad y procesos de aclimatación (Meade, 1985). Esta toxicidad esta relacionada principalmente al pH del agua. Cada vez que el pH aumenta en una unidad, la concentración del factor tóxico se incrementa diez veces.

El siguiente equilibrio es encontrado en le agua (Truessel 1972):



2.5.4 Nitritos

El nitrito (NO_2^-) es la forma ionizada del ácido nitroso (HNO_2). La reacción de ionización de este compuesto según Colt y Armstrong (1981) se expresa como sigue:



El pH juega un papel muy importante en la toxicidad del nitrito. En ciertos casos esta toxicidad esta ligada con concentraciones de HNO_2 (ácido nitroso) (Colt & Tchobanoglus 1976. Russo & Thurston 1977).

2.5.5 Nitratos

El nitrato es el producto final de la oxidación del amoníaco.

La toxicidad del nitrato para los animales acuáticos no es un serio problema, pero este compuesto puede tornarse muy tóxico en condiciones de recirculación de agua. La toxicidad de este compuesto es debida a su efecto principalmente a la osmoregulación y al transporte de oxígeno.

2.5.6 pH

El pH del agua destinada para fines de acuicultura es un parámetro muy importante a considerar. Provoca efectos en el metabolismo y procesos fisiológicos de peces, camarones y todos los organismos acuáticos.

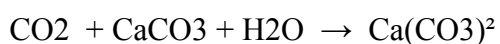
Han sido reportados que para algunas especies acuáticas, los puntos letales de acidez y alcalinidad son de pH 4 y pH 11, respectivamente (Swingle, 1961; Calíbrese, 1969).

Las aguas que tienen un rango de pH que va de 6.5 a 9.0 son las más adecuadas para ser utilizadas en el cultivo de especies acuáticas.

2.5.7 Alcalinidad

La alcalinidad del agua es la medida con que esta es capaz de neutralizar los ácidos (Sawyer y McCarty 1978).

Los bicarbonatos (HCO_3^-) representan la mayor parte de la alcalinidad, ya que estos son formados en cantidades considerables por la acción del dióxido de carbono (CO_2) con materiales básicos, tal como se muestra en la siguiente ecuación:



2.5.8 Sólidos totales

Los sólidos suspendidos no son necesariamente tóxicos. En peces y en camarones pueden causar daño al nivel de las branquias, y también su presencia reduce la visibilidad y por esto afecta la conducta alimenticia de las especies.

En larvicultura, los sólidos suspendidos son coloides producto de la descomposición de alimento y polvo.

2.5.9 Materia orgánica

La materia orgánica es responsable de usar el oxígeno disuelto del agua y se la liga con la eutrofización y posterior deterioro de la calidad de la misma.

Niveles altos de materia orgánica en el agua son también los responsables de transmitir olores y sabores desagradables a las especies cultivadas en estas.

En larvicultura los niveles altos de materia orgánica son producto de larvas y algas muertas, además de residuos de muda, desechos propios de las larvas y alimento no consumido.

Tabla # 2. Parámetros más importantes del agua de mar.

parámetros	Unidad	Valores
DBO5	mg/l	441
Sólidos Totales	mg/l	957
Nitrito (NO ₂)	mg/l	0.02 – 0.04
Nitrato (NO ₃)	mg/l	0.06
Amoníaco (NH ₃)	mg/l	0.019
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.01
Fosfato	mg/l	0.08
Silicato	mg/l	0.8
PH		8

Fuente: Registro Oficial 204, DIGMER 1989.

2.5.10 Criterios de calidad de agua para la preservación en aguas marinas y de estuarios.

Los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios, se lo entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

Los parámetros indicados dentro de esta norma, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

La turbidez de las aguas de estuarios debe ser considerada de acuerdo a los siguientes límites:

- a) Condición natural (Valor de fondo) más 5%, si la turbiedad natural varía entre 0 y 50 UTN (unidad de turbidez nefelométrica);
- b) Condición natural (Valor de fondo) más 10%, si la turbiedad natural varía entre 50 y 100 UTN, y,
- c) Condición natural (Valor de fondo) más 20%, si la turbiedad natural es mayor que 100 UTN;
- d) Ausencia de sustancias antropogénicas que produzcan cambios en color, olor y sabor del agua en el cuerpo receptor, de modo que no perjudiquen a la flora y fauna acuáticas y que tampoco impidan el aprovechamiento óptimo del cuerpo receptor.

2.5 .11 Descarga según la ley ecuatoriana

Según el registro oficial numero 204, capítulo 2 de las normas de descarga, Artículo 43 (Junio 1989) y las normas de la “Dirección General de la Marina Mercante” (DIGMER) toda descarga a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos con los siguientes requisitos. (Tabla # 3).

Tabla # 3.- Normas de descarga. Fuente: Registro Oficial 204, DIGMER 1989.

PARAMETROS	UNIDAD	MAXIMO PERMISIBLE
Potencial de hidrogeno	Ph	6 a 9
Temperatura	°C	< 35
Grasas y aceites	mg/l	ausencia
Sólidos suspendidos industriales	mg/l	Remoción >80% en carga
Sólidos Disueltos	mg/l	1000 a 1500
Sólidos Totales	mg/l	2000 a 2500
DBO para desechos domésticos e industriales	mg/l	Remoción >80% en carga
Sulfitos	mg/l	6 a 10

CAPITULO III.-: Elementos del diseño conceptual del sistema.

3.1.- Diagrama de flujo del sistema.

El diagrama de flujo del sistema presenta un esquema en secuencia de todas las estructuras y materiales que utilizará nuestro sistema de filtración.

El cual se puede apreciar a continuación.

Figura # 2.- Diagrama de flujo.



3.2.- Diseño del sistema.

Los filtros biológicos consisten en una fase sólida porosa (arena, rocas, ostras, conchas de crustáceos, dolomita, etc.) sobre la cual crecen las bacterias nitrificantes. Las bacterias extraen sus nutrientes, oxígeno y otras necesidades para su vida del agua que pasa por la parte sólida del filtro. Un filtro biológico simple consiste en una caja llena de rocas. El agua entra por la parte superior pasa por abajo a través del filtro y sale por un drenaje en la parte inferior de la caja (Wheaton, 1967). Estos filtros pueden estar total o parcialmente sumergidos en agua.

Se consideran tres funciones para los filtros:

- 1.- La remoción de desperdicios sólidos.
- 2.- La conversión biológica de materiales orgánicos.
- 3.- Remoción Físico-Químico de sustancias solubles.

Un filtro puede activarse en uno o en todas las funciones dependiendo del diseño y la operación (Muir et al., 1976), Y es empleado para eliminar el amonio y otros productos catabólicos.

3.3.- Predimensionamiento de las unidades del sistema.

Los raceways van a tener una descarga hacia la laguna de oxidación de 40.000 m³ cada 15 días, tomando en cuenta un día como margen de error o para descanso del sistema, se trabajaría en el mismo 14 días, lo cual nos va a dar un manejo de 28.57 m³/diario.

3.3.1 SISTEMA 1.

El programa que utilizamos para este modelo de filtro físico – biológico, es el Programa De Diseño y Calculo De Depuradoras, de URALITA productos y servicios S.A.

Los datos puntuales para la obtención del diseño ideal son:

Caudal del diseño: 28.57 m³/d

Coefficiente de punta: 1.5

Coefficiente máximo: 1.5

DBO₅ de entrada: 60 mg/l

Sólidos en suspensión totales: 224mg/l

Sólidos en suspensión volátil: 201.6 mg/l

Los datos que se espera obtener con la depuración son:

DBO₅ exigida a la salida: 2 mg/l

Sólidos en suspensión totales de salida: 20 mg/l

A continuación se detalla cada uno de los pasos que nos sugiere el sistema, para la obtención del mejor modelo a utilizar, con ayuda de los datos anteriores.

Figura #3.- Diseño de depuradoras.

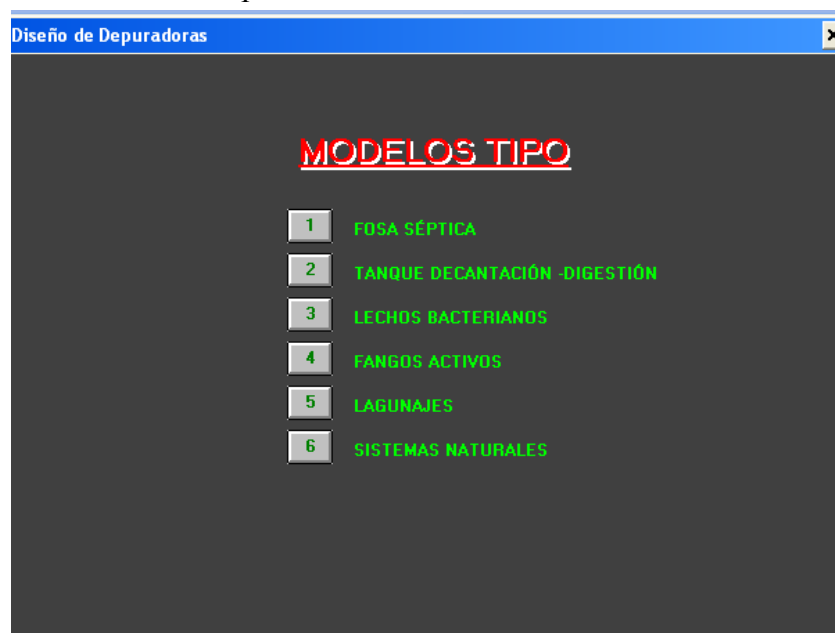


Figura #4.- Parámetros de Diseño.

The screenshot shows a window titled "Parámetros de Diseño" with a light blue background. It is divided into two sections: "Datos de Entrada" and "Condiciones exigidas a la salida". Each section contains several parameters with corresponding input fields.

Datos de Entrada	
Caudal de diseño (m ³ /d)	28.57
Coefficiente Punta	1.5
Coefficiente Máximo	1.5
DBO5 entrada (mg/l)	60
DBO5 entrada (Kg/d)	1.7142
S.S.T. entrada (mg/l)	224
S.S.T. entrada (Kg/d)	6.39968
S.S.V. entrada (mg/l)	201.6
S.S.V. entrada (kg/d)	5.759712
Condiciones exigidas a la salida	
DBO5 salida (mg/l)	2
DBO5 salida (Kg/d)	.05714
S.S.T. salida (mg/l)	20
S.S.T. salida (Kg/d)	.5714

At the bottom of the window, there are three buttons: "OK", "Cancelar", and a small icon of a notepad and pen.

Figura # 5.- Modelo subtipo.



Figura #6.- Módulos a calcular.

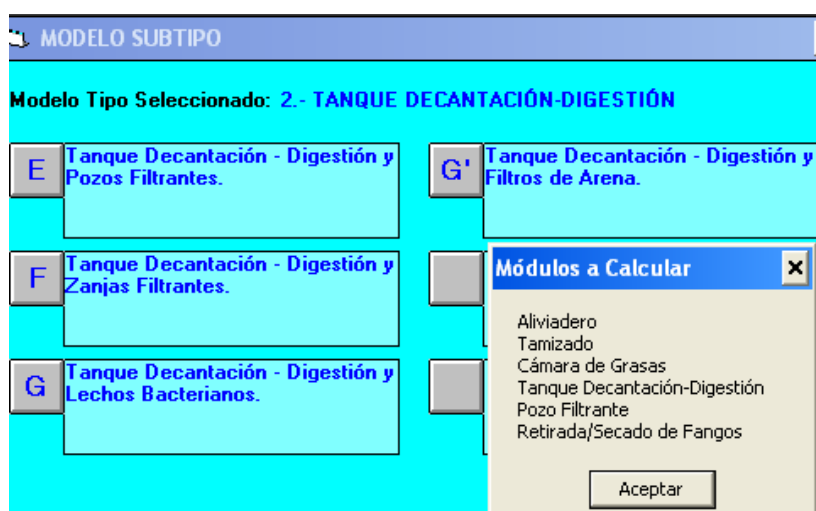


Figura #7.- Aliviadero.

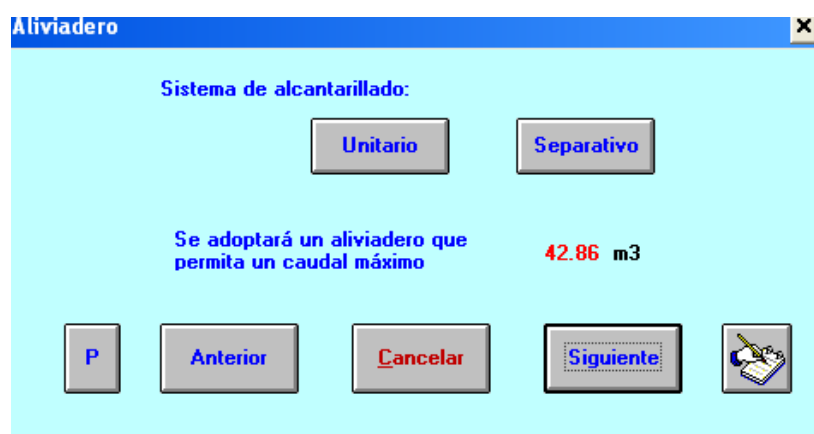


Figura #8.- Tamizado.

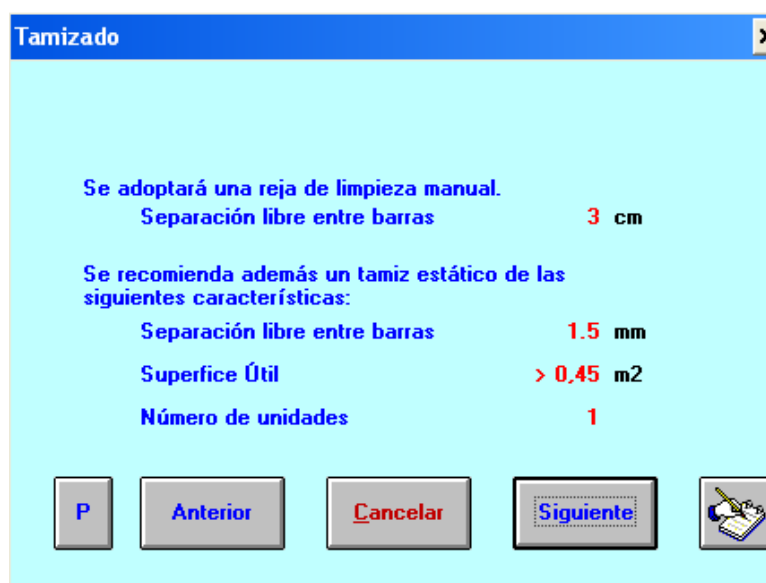


Figura #9.- Cámara de Grasas.

Cámara de Grasas

Caudal máximo	0.50 l/seg
Tiempo de retención	3.00 min
Volumen	0.09 m ³
Altura mínima útil	0.5 m
Relación longitud/anchura	1,5/1 <= __ <= 2,5/1
Inmersión chapa deflectora	>= 0,3 m


P Anterior Cancelar Siguiente 

Figura #10.- Tanque Decantación-Digestión.

Tanque Decantación-Digestión

Se adoptarán **1** tanque(s) de las siguientes características unitarias:

Zona Decantación

Velocidad horizontal máxima	< 0.3 m/min
Superficie horizontal zona decantación	1.19 m ²
Volumen zona decantación	2.98 m ³
Pendiente del fondo	> 55°

Zona Digestión

Volumen zona digestión	22.86 m ³
------------------------	----------------------

P Anterior Cancelar Siguiente 

Figura #11.- Pozo filtrante.

Pozo Filtrante

Caudal de diseño	28.57 m³/día
Número de pozos	4
Diámetro de los pozos	300.00 cm
Altura de los pozos	330.00 cm




Figura #12.- Retirada/Secado de fangos.

Retirada/Secado de Fangos

Acumulación y Retirada Periódica

Según la periodicidad escogida, el volumen a retirar será:

Cada 1 mes	5.71 m³
Cada 2 meses	11.43 m³
Cada 3 meses	17.14 m³

Eras de secado

Superficie total necesaria:

-Verano:	14 m²
-Invierno:	41 m²


Nº de eras **>= 3 Unidades**

La superficie unitaria será aquella que asegure el llenado completo de la era con cada extracción de fango.

Relación longitud/ancho **3/1**

Capa granulométrica sobre dren:

	Espesor	Granulometría
Capa 1ª	20 cm	15 - 23 mm
Capa 2ª	20 cm	3 - 8 mm
Capa 3ª	20 cm	0.3 - 1.4 mm



Los sistemas a utilizar son los siguientes:

Laguna de oxidación.- Es el primer receptor de la descarga de agua de los raceways, el cual va a tener un aproximado de 20 m de largo por 10 de ancho y 2.5 m de altura, con una capacidad de 40.000 m³.

Aliviadero.- Va a tener un caudal máximo de 42.86 m³/día, con dimensiones de 10m de largo, 1.5m de ancho y 3m de altura.

Tamizado.- Tiene una altura de 3m por 1.5m de ancho y 1.5m de largo.

Cámara de grasa.- En comparación con los demás sistemas es el más pequeño ya que el agua que receptamos no tiene mayor cantidad de grasa. El mismo se divide en cuatro partes, con un movimiento circular y con un tubo de salida en la parte inferior que va a dar al siguiente sistema que es el tanque de decantación. Las dimensiones de la cámara de grasa son de largo 0.5m, ancho 0.5m y altura 0.4m.

Tanque de decantación.- Tendrá un volumen de 2.98 m³ y las dimensiones de este tanque rectangular son de largo 1.2m ancho 1m y de alto 2.5m.

Tanque de digestión.- Su volumen a recibir es de 23m³ y sus dimensiones son de largo 6m, de ancho 3m y la altura es de 1.5m.

Pozo filtrante.- es el último paso a seguir, en estos pozos es donde el agua tiene su último recorrido el cual se evapora y se filtra, o depende de la camaronera que lo quiera implementar puede tener un desfogue hacia el estero o mar. Son 4 pozos circulares cada uno con un radio de 1.5m y de alto 3.3m.

3.3.2 SISTEMA 2.

Nuestro segundo sistema es un opcional, el cual sería bueno tenerlo en cuenta en caso de quererlo implementar, ya que comparado con el primero es un poco mas sencillo para poderlo manejar.

Se utilizaría a partir de la laguna de oxidación, con la misma cantidad de agua entrante que es de 40.000 m³ y las dimensiones para este sistema son de 5m de largo por 4m de ancho y 1.5m de altura.

El cual se divide por dentro por cuatro paredes de concreto, las dos primeras son para darle dirección al caudal con dimensiones de 3m de largo por de 1m ancho con una altura de 1.5m, en esta primera parte utilizaríamos también peces y moluscos como filtradores naturales, en pequeñas cantidades para tener un mejor control de los mismos.

También trataremos de no provocar un contaminante mas por los desperdicios, las heces y muertes de los mismo. La tercera pared es de 4m de largo por 1m de ancho y 1.5m de altura con la diferencia que tendrá entre esta pared conchillas que servirán de

filtración y unos tubos de salida en la parte inferior por donde iría el agua hacia la cuarta pared de concreto que tiene un largo de 4m por 1m de ancho y 1.7m de alto, ya que por este último el agua saldría por rebose hacia una caja de pesca donde por último terminaría en el estero.

El gráfico se lo puede apreciar en los anexos adjuntados.

CAPITULO IV.-: Resultados y Evaluación.

4.1.- CÁLCULO DE PARÁMETROS DEL SISTEMA.

Los parámetros que vamos tomar en las muestras son los siguientes:

- PH
- Nitritos
- Nitratos
- Turbiedad
- Sólidos en suspensión (totales)
- DBO₅
- Porcentaje de materia orgánica.

A continuación se adjunta una tabla de un análisis de los parámetros antes de utilizar nuestro sistema de filtración físico – biológico , el cual trataremos por medio de nuestro sistema reducir los parámetros para que sean de óptimas condiciones y lograr un sistema con reducción de contaminantes.

Los análisis fueron realizados por espectro-fotometría (DR-2000).

Tabla # 4.-Análisis – laboratorio bravito.

FECHA	PH	S ⁰ / ₀₀	NO ₄ ⁺	PO ₄ ⁻³	NO ₃ ⁻	DBO ₅	TURBIEDAD
31-Mar-05	-	-	-	-	-	28,0	-
28-Abr-05	-	-	-	-	-	34,0	-
26-May-05	-	-	-	-	-	33,0	-
30-Jun-05	-	-	-	-	-	33,0	-
14-Jul-05	-	-	-	-	-	28,0	-
29-Ago-05	-	-	-	-	-	31,0	-
06-Oct-05	-	-	-	-	-	7,0	99
16-Nov-05	-	-	-	-	-	12,0	81
19-Dic-05	-	-	-	-	-	10,0	199
24-Ene-06	-	-	-	-	-	39,0	224
26-Mar-06	-	-	-	-	-	7,0	190
22-May-06	-	-	-	-	-	23,0	236
04-Jun-06	-	-	-	-	-	22,0	179
06-Jul-06	-	-	-	-	-	44,0	159
05-Ago-06	7,9	37	0,44	0,13	15,1	62,0	152
16-Sep-06	7,6	36	0,02	0,02	6,2	30,0	68
06-Oct-06	7,7	35	0,15	0,05	5,1	14,0	120
29-Oct-06	7,9	40	0,13	0,25	2,7	17,0	199
19-Dic-06	8,0	39	0,08	0,26	9,9	26,0	107
22-Feb-07	8,0	34	0,12	0,41	2,0	23,0	106
22-Abr-07	8,1	32	0,04	0,18	3,3	31,5	73
20-May-07	8,1	29	0,08	0,30	9,5	-	126

Elaborado por: CSA, registros de tratamientos con E. M. y BOKASHI.

4.2.- VIDA ÚTIL DEL SISTEMA.

La vida útil de este sistema de filtración de agua dependerá básicamente del mantenimiento que se le pueda dar. Este mantenimiento es similar al que normalmente se le hace a las demás instalaciones de las camaroneras.

El tanque debe ser cubierto con pintura epóxica o recubierto de liner para aumentar su vida útil, similar a lo que se hace con los tanques reservorios y de larvicultura. Luego de cada uso debe asearse el fondo con los sedimentos mediante el uso de chorros fuertes de agua dulce hasta dejar completamente limpio el tanque.

Las tuberías de pvc deben ser limpiadas y desinfectadas en los días de secado, básicamente con concentraciones diluidas de cloro y ácido.

La bomba al igual que los otros equipos deben tener un lapso de tiempo determinado entre cada mantenimiento, con el fin de revisar las partes mecánicas y eléctricas, evitando posibles daños cuando este en funcionamiento.

El sistema de filtración físico – biológico debe tener un trato especial, su limpieza será después de su uso con agua limpia de mar.

4.3.- ANÁLISIS DE COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Los costos de inversión precisos para la construcción del filtro físico – biológico son muy variables, por lo cual los datos a presentar son un aproximado de lo que puede estar costando la implementación.

Los valores presentados a continuación fueron obtenidos mediante cotizaciones de materiales y equipos a empresas nacionales e internacionales, donde sus precios son en dólares americanos.

Tabla #5.- Costos del sistema.

UNIDADES	CANTIDAD	MEDIDAS	COSTO POR UNIDAD \$	COSTO TOTAL \$
Cemento	20 sacos	Kg.	6.70	134.00
Tubo PVC 2 pulg	4	mts	6.00	24.00
Malla larvera	5	mts	0.84	4.20
Cuartones	2	mts	7.20	14.40
Moluscos (conchas)	100	-----	0.18	18.00
Peces vivos	100	-----	0.00	0.00
Conchilla	20	Kg.	0.00	0.00

Elaborado por: Irene Quirola y Rosa Veintimilla.

CONCLUSIONES

- 1.- La razón del creciente interés en un sistema de biofiltro general para producción de camarones radica, por un lado, en obtener una calidad óptima de agua y por otro lado, tener un control general del agua en el sistema además con la ventaja de no contribuir a la contaminación del medio.
- 2.- El proceso de tratamiento de agua comprende la eliminación física de los sólidos suspendidos (materia orgánica), reducción del DB05, oxigenación eliminación de metabolitos, de agentes patógenos, químicos y contaminantes; obteniendo así los parámetros óptimos del agua para el descargue al medio ambiente.
- 3.- La naturaleza de los desechos producidos en un cultivo de larvas de camarón en raceways hace indispensable el uso de unidades de tratamiento compactas con procesos como la remoción de sólidos suspendidos (decantación) y de los niveles de amonio (filtro biológico) para poder emplear un sistema de recirculación.
- 4.- Los parámetros más críticos en larvicultura son amonio no ionizado (amoníaco), oxígeno disuelto, nitrito, pH, temperatura, y metales pesados. Solo con un seguimiento durante la producción a través de un monitoreo continuo se puede asegurar que los parámetros se encuentren dentro de los límites.

5.- Desde el punto de vista ecológico, la cantidad de agua que es descargada en un sistema cultivo abierto, puede traer como consecuencia un impacto ambiental negativo y si lo vemos desde el punto de vista biológico, el ingreso constante de agua nueva resulta en alteraciones de variables que se encuentran estables en el medio de cultivo, mientras que en sistemas cerrados el ingreso de agua nueva es mínimo haciendo posible mantener un ambiente constante y óptimo para el organismo de interés (Losordo y Timmons, 1994). Además un filtro biológico puede ser útil para controlar parcialmente el medio bacteriano.

6.- Cuando los biofiltros están operando de una manera eficaz, el efluente tiene baja concentraciones de amoníaco y nitrito, estos dos compuestos son sumamente tóxicos para los organismos acuáticos. Esto quiere decir que la función principal de un biofiltro es la conversión del amonio a nitrito (bacteria autotróficas del género nitrosomonas) y nitrito a nitrato (bacteria autotrófica del género, nitrobacter), que son menos tóxicos que el amonio. El propósito de los filtros biológicos es reproducir estos procesos en el sistema de cultivo con el fin de disminuir las cargas tóxicas del mismo en los raceways.

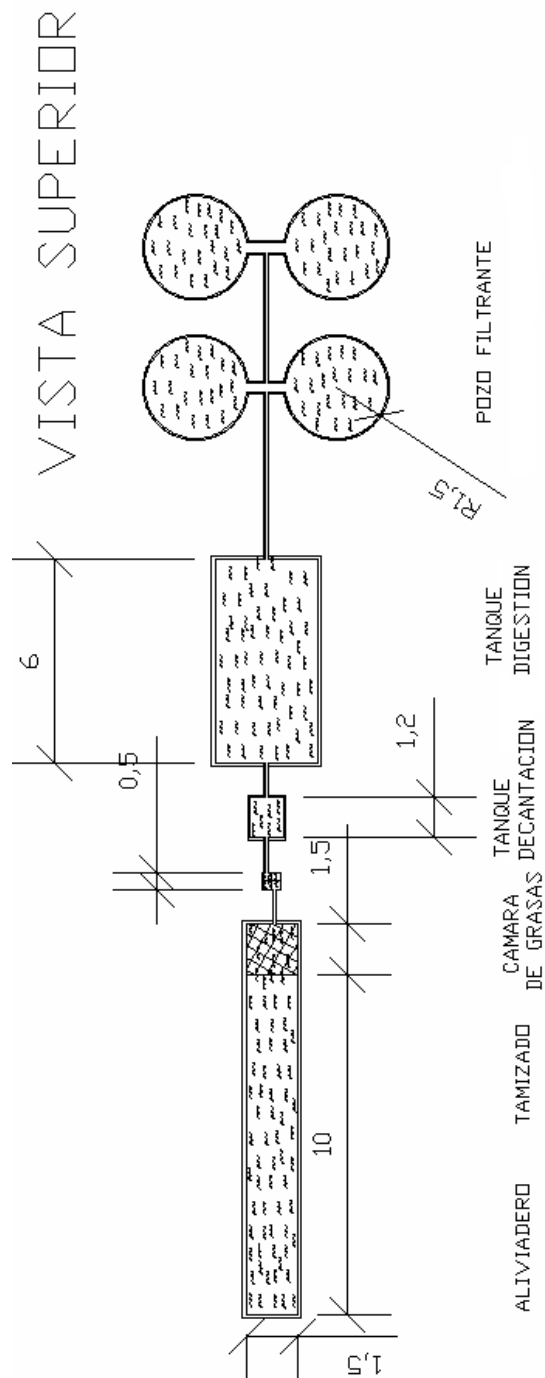
RECOMENDACIONES

1. En la actualidad en los raceways se exige la implementación de sistemas de depuración de sus efluentes, para reducir el impacto sobre los medios receptores.
2. Las características físicas - químicas y microbiológicas del agua residual analizada, indican que los componentes del efluente a tratar son biodegradable, por lo cual se posibilita el empleo de un sistema de tratamiento biológico mediante lagunas de oxidación.
3. Antes de realizar la construcción del sistema se recomienda tomar en cuenta el nivel freático para que el sistema trabaje con pendiente y evitemos el uso de bombas.
4. Tomando en cuenta parámetros como la característica del efluente, condiciones climáticas, disponibilidad de terreno y tipo de suelo, se ha diseñado nuestro sistema de tratamiento de agua.
5. La unidad permitirá la eliminación de partículas sólidas, se reducirá el DB05 y los sólidos suspendidos.
6. Es un proceso natural o casi natural, que puede ser implementado con relativa facilidad en las plantas empacadoras y empresas con descargas similares.

ANEXOS

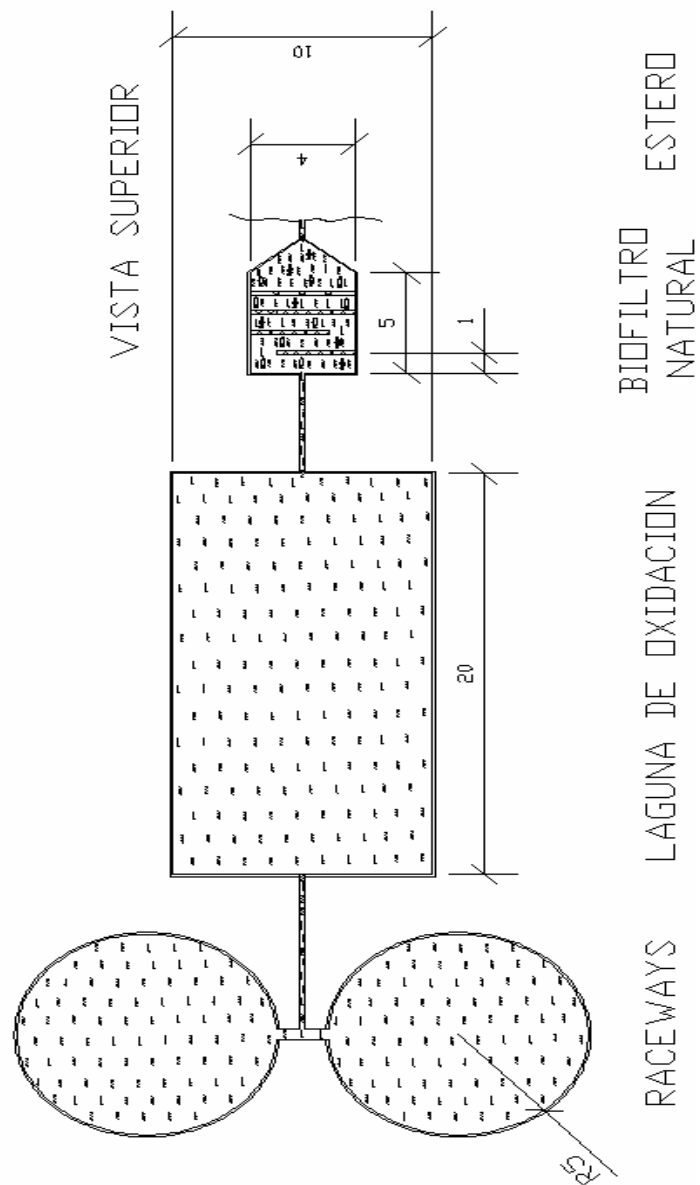
Anexo #1

Predimensionamiento del sistema 1.



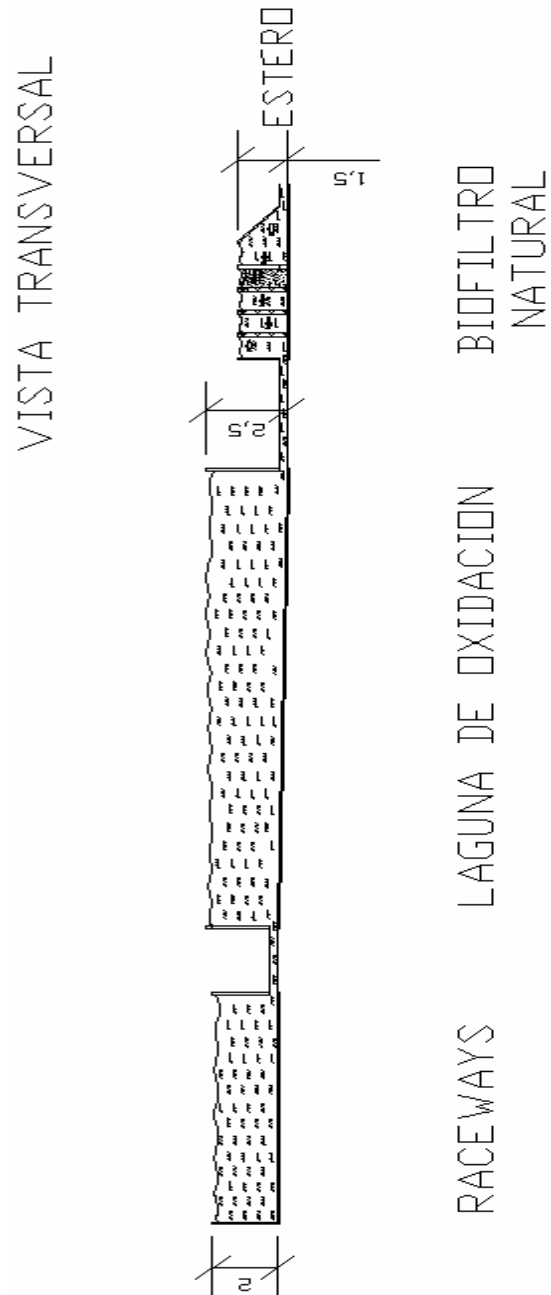
Anexo #2

Predimensionamiento del sistema 2, vista superior.



Anexo #3

Predimensionamiento del sistema 2, vista transversal.



BIBLIOGRAFÍA

POYECTO PUCE-UCO. PATRA (2000): “Reglamento de Calidad Ambiental en lo Relativo al Recurso Agua”. Ministerio del Ambiente.

TESIS DE GRADO. “Diseño de lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales provenientes de las industrias procesadoras de camarón”.

TESIS DE GRADO. “Diseño de un sistema de tratamiento de agua par su recirculación en laboratorios de larvas de camarón”.

ESTUDIO MULTITEMPORAL. “Áreas de manglares, camaroneras y salinas”. Subsecretaria de Pesca.

PROTOCOLO DE MANEJO DE RACEWAYS INLAFA S.A.

Revista AquaTIC, nº 21, pp. 42-51. Año 2004.

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 204, 5 de Junio de 1989. Reglamento de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al Recurso Agua.