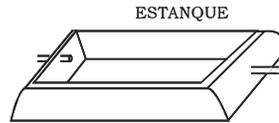


6.2.2.5 Ficha 2.

TRATAMIENTOS POSIBLES DE AGUAS DE PRODUCCION EN PISCINAS DE FINCAS



CONCENTRACIONES DE
SOLIDOS SUSPENDIDOS,
NUTRIENTES, DBO

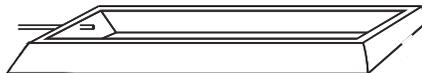
A. PISCINA DE SEDIMENTACION



B. BIOFILTRO

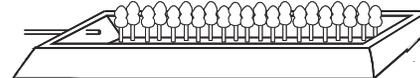


C. CANALES DE VERTIMIENTO



CANALES MUY LARGOS DE VERTIMIENTO A BAJA VELOCIDAD DEL AGUA. SI LA CONDICION NO ES SUFICIENTE SE PUEDE ADICIONAR PISCINA DE SEDIMENTACION, BIOFILTRO U OTRO

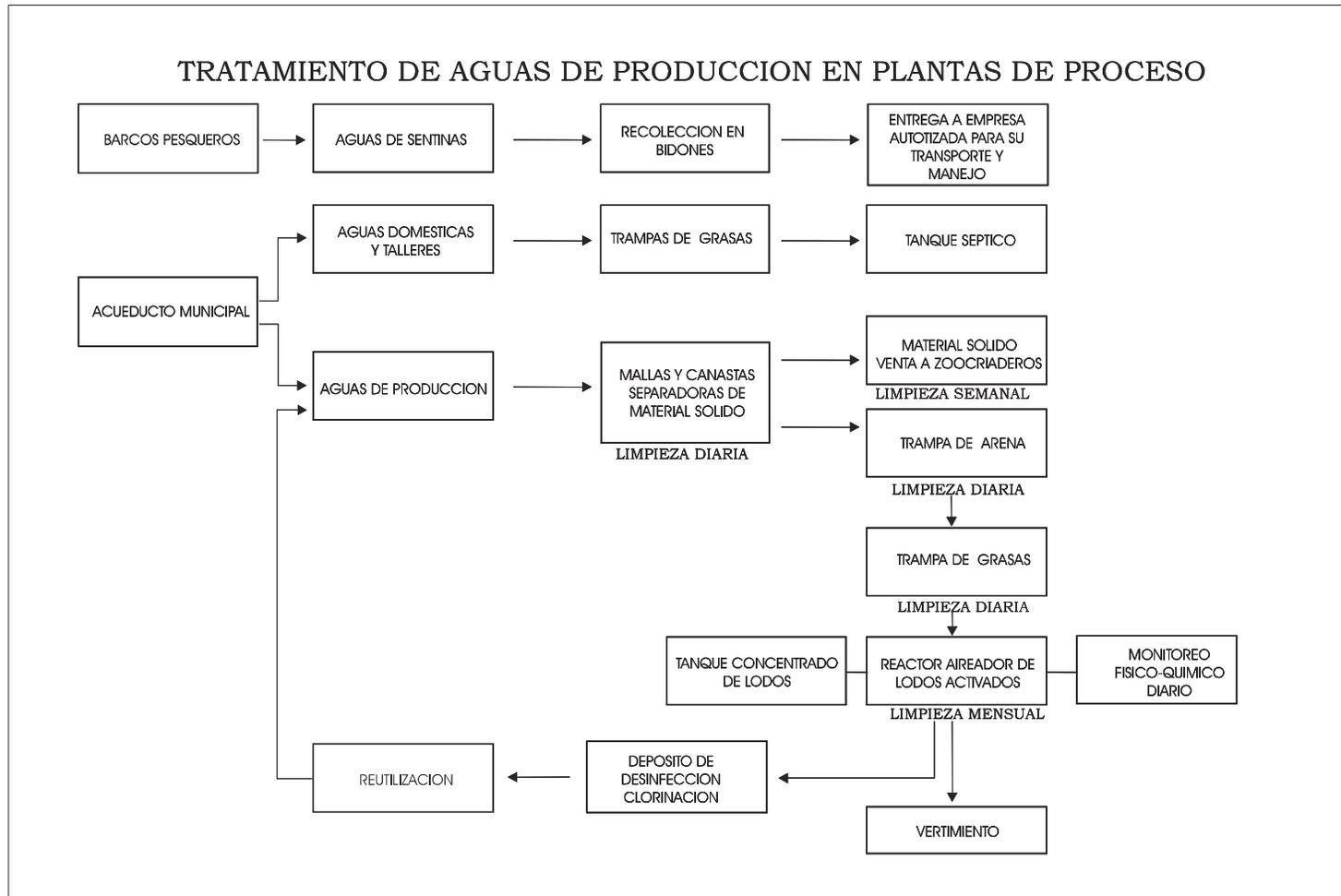
D. CANALES DE VERTIMIENTO CON MANGLAR U OTROS ORGANISMOS



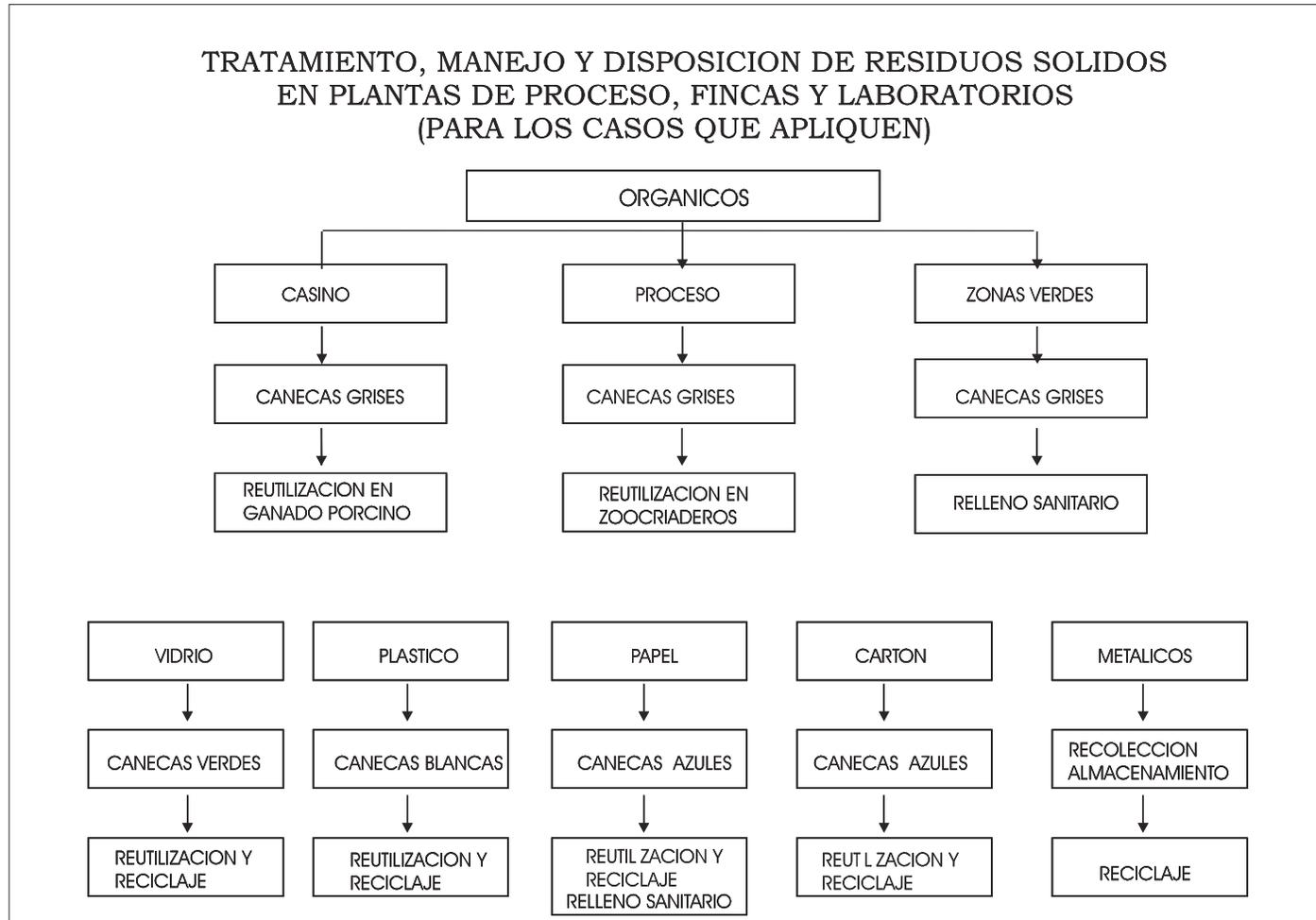
E. TRATAMIENTOS FISICOS O QUIMICOS QUE RESULTEN VIABLES DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO

F. OTROS. PROCEDIMIENTOS QUE SE DESARROLLEN EN UN FUTURO

6.2.2.6 Ficha 3.

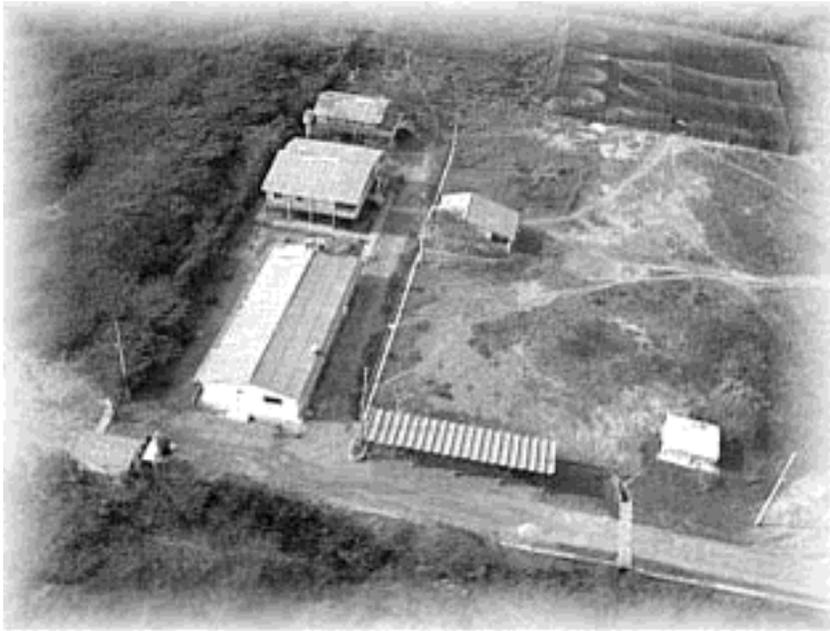


6.2.2.7 Ficha 4.



7. MONITOREOS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

7.1 GENERALIDADES



Los estudios de monitoreo como su nombre lo indica, se extienden en el tiempo y su propósito es observar periódicamente si las medidas puestas en práctica están dando los resultados esperados o, si por el contrario, se hace necesario modificarlas, ampliarlas, reemplazarlas o incluso eliminarlas.

Los monitoreos se pueden implementar sobre actividades del proyecto, sobre las medidas de manejo o sobre el recurso mismo. Así, por ejemplo, y en su orden, se puede monitorear el crecimiento del camarón con diferentes porcentajes de recambio de agua, el funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas servidas o la condición fisicoquímica de las aguas de vertimiento.

Los resultados obtenidos (cualitativos o cuantitativos) en un momento particular, definen la condición de estado de la variable bajo estudio y se comparan con los resultados anteriores para determinar si hay avances, retrocesos o cambios, si se reconocen tendencias, si posibilitan proyecciones a futuro, si los impactos se están tornando en acumulativos, si se

hace necesario implementar nuevas medidas de manejo, si se requiere monitorear otros elementos conexos, u otros.

Los procesos de monitoreo deben establecer entonces como primera medida, tópicos como:

- Variables a medir
- Métodos de muestreo
- Lugares o estaciones de medición incluidas zonas control si se requiere
- Periodicidad

Los estudios de monitoreo son de 2 tipos: *de seguimiento* y *de evaluación*. Los primeros son aquellos en los cuales observamos la evolución de la actividad, la medida o el recurso, pero sin que ello hubiese implicado un deterioro previo del recurso; lo estudiamos simplemente para ver cómo se está comportando.

Los monitoreos de evaluación por el contrario, se hacen para definir y precisar la magnitud, localización y evolución de un daño o impacto ocurrido en el recurso. Cabe referir sin embargo, que pueden darse también estudios de evaluación puntuales en el tiempo, que por ende no corresponden a programas de monitoreo.

Es importante llevar registros escritos sobre los resultados de estos monitoreos tanto para los programas de gestión, como para presentarlos ante la autoridad ambiental de ser requeridos.

7.2 MONITOREOS DE SEGUIMIENTO

7.2.1 PROCESOS EROSIVOS

Los proyectos de acuicultura y en especial las fincas, deben hacer seguimiento a los procesos erosivos tanto durante las fases de construcción como de operación, ello por diferentes razones:

- Necesidad de hacer aprovechamiento forestal y descapote del terreno
- Cambios en la morfología y drenaje natural del terreno
- Construcción de canales, vías, muelles u otras obras civiles
- Su ubicación costera

Las recomendaciones básicas a seguir son las siguientes:

- ✓ Información meteorológica incluyendo precipitación, incidencia de huracanes y mares de leva
- ✓ Procesos erosivos: lugar, descripción y medidas (obras o refuerzos en concreto, gaviones, trinchos, etc.)
- ✓ Flujo natural de las aguas (lluvias, quebradas, mar) y su relación con la construcción de obras civiles (puentes, alcantarillas, otros)
- ✓ Taludes y medidas de manejo
- ✓ Marquillas que definan la línea de costa para determinar avances del mar

7.2.2 ROEDORES

Durante la fase de operación de las fincas y en menor medida de los laboratorios de maduración, se almacenan importantes cantidades de alimento concentrado, lo cual puede dar lugar a la proliferación de plagas de roedores en la zona. Por ello, como primera medida debe darse un adecuado almacenamiento de éste, a la vez que se hace seguimiento a la proliferación de roedores para que se implementen las medidas necesarias antes de que puedan convertirse en una plaga de mayor dificultad de manejo (uso de trampas, predadores domésticos, venenos u otros).

7.2.3 MALLAS

En fincas y laboratorios deben emplearse de manera permanente, mallas de diferente calibre en lo atinente con el manejo de aguas, las cuales habrán de cumplir 2 funciones:

- Evitar que animales del medio natural sean succionados durante la captación de aguas.
- Evitar que huevos, larvas, juveniles o adultos salgan al medio natural por el canal de desagüe, máxime si se trata de especies exóticas.

El deterioro de una sola malla así sea por un par de minutos, conlleva el transporte de organismos en uno u otro sentido. Por tal razón, los sistemas de captación y desagüe deben contar con varias mallas de diferente calibre (primero las de ojo mayor) de tal modo que los materiales más grandes sean atrapados y eviten la colmatación permanente de las más pequeñas.

Este programa de seguimiento incluye 2 aspectos:

- La verificación del buen estado de las mallas
- La limpieza de las mismas 1 ó 2 veces al día.

7.2.4 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El funcionamiento adecuado de los diferentes equipos, aparejos u obras civiles implementadas para el manejo de las aguas residuales conlleva un monitoreo de seguimiento de las mismas, incluidas labores de limpieza, mantenimiento o reparación. Esto es válido tanto para las aguas domésticas, como de talleres y de producción, y se prolonga durante toda la vida del proyecto. Es particularmente importante en las plantas de proceso y en las fincas, dada la calidad de las aguas de sus vertimientos de aguas de producción. La periodicidad varía según el caso.

El programa de seguimiento incluye:

- Limpieza y revisión de las mallas o canastas que colectan el material orgánico (varias veces al día a semanal)
- Limpieza y mantenimiento de las trampas de grasa (diario a mensual)



- Limpieza y mantenimiento de las trampas de arena (diario a mensual)
- Limpieza y mantenimiento de tanques de lodos activados (mensual)
- Registros fisicoquímicos de la entrada y salida de las aguas de producción y de las plantas de tratamiento (diario a trimestral)
- Mantenimiento de pozos sépticos (semestral a anual)
- Mantenimiento y limpieza de canales de captación, de desagüe y perimetrales (mensual a anual)

7.2.5 PROCESO PRODUCTIVO

La investigación, experimentación y el seguimiento de la actividad productiva, puede llevar no solamente a la reducción de costos de operación o al incremento de los ingresos, sino que también posibilita mejoras en el desempeño ambiental. Por ello se recomienda implementar monitoreos de seguimiento en los siguientes aspectos:

- Producción con variaciones en las dietas incluidas cantidad, calidad y forma de suministro
- Producción con reducción en el uso de abonos
- Producción con reducción en el uso de antibióticos y otros químicos
- Supervivencia, conversión alimenticia, procedencia de larvas y densidades de siembra

El llevar registros de la producción ante las situaciones descritas, permitirá a mediano y largo plazo la optimización progresiva de la producción con reducción de los insumos (agua, alimento, abonos, químicos) y con ello de los costos de operación del proyecto.

7.2.6 CARGAS EN EL VERTIMIENTO

Es muy importante reducir las cargas de vertimiento con el objeto de evitar el deterioro de la calidad de las aguas en el medio natural, el mismo del cual captamos las aguas que se usan en producción. Por demás, conllevan el posible daño de la flora y la fauna acuática y con ello debemos implementar estudios de evaluación de dichas comunidades con el agravante de poder ser sancionados por la Autoridad Ambiental. Adicionalmente, mayores cargas significan pagos más altos de tasas retributivas. Es importante entonces definir un programa de monitoreo de seguimiento tendiente a reducir las mismas, que puede incluir los siguientes tópicos entre otros:



- Reducir los recambios de agua, hasta alcanzar niveles mínimos. En muchas fincas se han disminuido sin que ello hubiese afectado la producción.
- Implementar aireación u oxigenación en las piscinas. Algunas fincas lo han hecho y han disminuido sus recambios. La literatura internacional sostiene por demás, que la aireación resulta más económica que los recambios de agua.
- Reducir desperdicios del alimento (ej.: uso de comederos y concentrados específicos).
- Tratamiento del vertimiento de aguas: piscinas de sedimentación, biofiltros con manglar, canales de vertimientos con manglar u otros organismos, canales de vertimientos y otros procedimientos que se desarrollen en el futuro.

Un análisis de costos-beneficios permitirá identificar las condiciones óptimas para tales prácticas en cada situación particular.

7.2.7 BIOSEGURIDAD

ACUANAL en cabeza de CENIACUA (u otros) liderará los programas de investigación y seguimiento en lo relativo a bioseguridad, para evitar propagaciones de epidemias en el subsector y en el medio natural. El mismo incluye aspectos tales como:

- Diagnóstico de prácticas al interior de la industria
- Identificación de fuentes de infección, manejos inapropiados y métodos de erradicación
- Uso de antibióticos y racionalización de los mismos
- Rotación de antibióticos
- Investigación en probióticos
- Antibiógramas y concentraciones mínimas inhibitorias
- Traslado de padrotes y semillas
- Mejoramiento genético
- Diagnóstico y posología
- Disposición de individuos enfermos o que han muerto por enfermedades que pueden dar origen a epidemias
- Protocolos internacionales relativos al uso de antibióticos y su permanencia en el agua

ACUANAL dará amplia y rápida divulgación de sus avances al subsector.

7.2.8 COMPONENTE SOCIAL



Claramente es responsabilidad del proyecto conocer a los vecinos, su cultura e idiosincrasia, sus fuentes de ingresos, los usos que dan a los recursos naturales, así como lo es el implementar un manejo ambientalmente responsable del proyecto.

Lo anterior conlleva la necesidad de mantener contacto con los pobladores vecinos, generando espacios de participación y comunicación que permitan identificar la percepción negativa que estos puedan tener hacia las diversas actividades del proyecto, o bien para aclarar inquietudes sobre las mismas o para concertar sobre medidas a implementar.

El proyecto debe por tanto llevar un seguimiento de tales actividades divulgando los estudios pertinentes (planos, EIA, PMA, caracterización de vertimientos, etc.) y haciendo todas las aclaraciones necesarias a aquellos pobladores que crean puedan estar viendo lesionados sus intereses.

7.2.9 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ACCIDENTES

El uso inadecuado de equipos y maquinaria puede dar lugar a accidentes que ocasionen lesiones o la muerte de trabajadores así como daños sobre el medio ambiente (incendios, derrames de combustibles, etc.) o sobre la infraestructura del proyecto. Por tal razón, se debe realizar seguimiento a todas aquellas labores susceptibles de tales contingencias. El mismo incluye:

- Seguimiento a las medidas o prácticas que reduzcan los riesgos de accidentes.
- Seguimiento al uso adecuado de los equipos de seguridad industrial necesarios para cada actividad y al mantenimiento de los mismos (motobombas, extintores, radioteléfonos, vehículos, alarmas, herramientas, u otros, así como a los de dotación personal – botas, gafas, tapa oídos, etc.-)

7.2.10 VEGETACIÓN ARBÓREA Y ARBUSTIVA

Para aquellos proyectos que realizan medidas de compensación de reforestación de bosques de manglar o de otro tipo, debe hacerse monitoreo de seguimiento a las plántulas o arbustos sembrados para asegurar que el área efectivamente se recupere. Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Supervivencia
- Crecimiento
- Condición



7.3 MONITOREOS DE EVALUACIÓN

7.3.1 CONCEPTOS BÁSICOS

En este párrafo se tratan aspectos relativos a los monitoreos de evaluación en aguas naturales (con prelación a ambientes marinos), para aquellos proyectos que causen daños en el medio natural (agua, flora o fauna) a causa de un inadecuado tratamiento de sus vertimientos. Corresponde principalmente a la fase de operación de aquellos. (Estudios o monitoreos de evaluación pueden también implementarse sobre el componente social, si alguna actividad conlleva deterioro sobre éste).

Como primera medida se hace necesario definir 2 conceptos cuales son: *capacidad ambiental* y *homeóstasis*. La capacidad ambiental de un ecosistema hace referencia a sus condiciones abióticas e indica su potencial de asimilación de tóxicos o contaminantes; en aguas marinas está determinada por el oleaje, las mareas, la profundidad y la movilidad y renovación de las aguas en un punto particular. De manera general, será muy alta en sistemas abiertos y muy baja en aquellos más cerrados (algunas bahías, ciénagas y caños). Adicionalmente, en ríos está definida por el caudal y en sistemas continentales lénticos por la tasa de renovación de sus aguas.

La homeóstasis por el contrario, es relativa a las comunidades bióticas y señala la respuesta de los organismos ante cambios en su medio, sean estos inducidos por causas naturales o antrópicas. En ella juegan papel 2 características: *tolerancia* o condición esteno o euriónica de las especies y *elasticidad* o capacidad de recuperación de ellas cuando han sido afectadas.

Acorde con lo dicho, un vertimiento cualquiera puede dar lugar a alguna de las siguientes situaciones en relación con una variable particular:

I. Que la variable física o química se encuentre dentro del *rango natural* de variaciones del sistema, o dentro de las normas de vertimiento establecidas por la Autoridad. En esta situación no hay ningún problema ambiental.

II. Que la variable se encuentre por fuera del *rango natural* de variaciones del sistema o por encima de las normas. Ello lleva a 2 nuevas circunstancias:

a. La alta capacidad ambiental del sistema permite su dispersión y dilución rápida (espacio y tiempo) por lo que no cambian las condiciones del medio natural y por ende no se producen efectos sobre las comunidades bióticas.

b. La baja capacidad ambiental del sistema o en su defecto la alta carga de vertido, lleva a que la variable se salga de su rango natural y con ello se deteriora la calidad de las aguas del sistema. En tal caso se abren 3 nuevas posibilidades:

- i. La homeóstasis de los organismos vivos es amplia y no se modifican o alteran las comunidades
- ii. La homeóstasis no es suficientemente amplia ante el cambio ambiental y por ello las comunidades se desplazan a un nuevo punto de equilibrio (*eustrés*)
- iii. La homeóstasis del sistema se ve completamente superada y el ecosistema se impacta o colapsa (*distrés*)

Es claro entonces que en las condiciones I y II.a no se produce impacto ambiental alguno por cuanto no hay un cambio tangible en las condiciones del cuerpo receptor y, por tanto, no hay necesidad de evaluar las comunidades bióticas por lo que la sola evaluación del vertimiento es suficiente. No así, en el numeral II.b hay evidentemente un impacto por superación de la capacidad ambiental y uno potencial (i) o real (ii, iii) por sobrepaso de la homeóstasis de los organismos vivos.

Las condiciones descritas se fundamentan en el *rango natural de variación* de las variables ambientales, pero cabe añadir que éste en muchos lugares se desconoce o bien porque no ha sido consistentemente muestreado o porque ya se encuentra sensiblemente afectado. En razón de lo anterior, debe recurrirse a la aplicación de *normas o estándares de calidad ambiental* para regir el vertimiento.

Los ecosistemas acuáticos presentan cambios a lo largo del ciclo temporal, tácitamente como una función de las condiciones climáticas y en forma muy particular de la precipitación que incide en la escorrentía y el arrastre de materiales orgánicos e inorgánicos de los suelos a las aguas continentales y al mar.

Así mismo, las características físicas de cada sitio particular, determinan su cualidad. De manera general, en sistemas abiertos las aguas marinas son más frías, ricas en oxígeno y exhiben baja carga orgánica y altas salinidades; su capacidad ambiental por demás, es muy alta y soporta la incidencia de vertimientos los cuales son fácil y rápidamente dispersos y disueltos.

En sistemas cerrados (algunas bahías, ciénagas y caños) por el contrario, la baja acción de mezcla de las aguas lleva a que las condiciones prevalecientes dependan ampliamente de los actores inmediatos a ellos. Estos sistemas tienen además una baja capacidad ambiental (bajo intercambio y mezcla con aguas oceánicas) y sus condiciones pueden experimentar con facilidad un gran deterioro de su calidad.

7.3.2 CONDICIONES FISICOQUÍMICAS EN LAS AGUAS DE PRODUCCIÓN

A manera de referencia, los parámetros para vertimientos de las aguas de producción de las fincas, definidos por la *Global Aquaculture Alliance* dentro del Programa de Acuicultura Responsable son:

Variable	Unidad	Estándar Inicial	Estándar Objetivo (a 5 años)
pH	Ud.	6 – 9,5	6 - 9
Sólidos suspendidos totales	mg/l	100 ó menos	50 ó menos
Fósforo total	mg/l	0.5 ó menos	0.3 ó menos
Nitrógeno amoniacal total	mg/l	5 ó menos	3 ó menos
DBO ₅	mg/l	50 ó menos	30 ó menos
Oxígeno disuelto	mg/l	4 ó más	5 ó más
Salinidad	No diferir en más de 5 partes por mil respecto a la del medio		

En lo que respecta a los *laboratorios de maduración y larvicultura*, estos muestran problemas de vertimiento ampliamente diferentes a los de las fincas. Dado que la operación se realiza en condiciones muy controladas y el agua requerida debe presentar características de muy buena calidad durante todo el ciclo operativo, sus cargas de vertimiento no revisten problemas y de hecho la mayoría de las variables estarán regularmente en mejor condición en el efluente que en la captación.

En lo atinente a las *plantas de proceso*, aparecen problemas ambientales también particulares. Las mismas deben operar con aguas de excelente calidad cuyo marco de referencia son aguas potables, generalmente provenientes de acueductos municipales. A diferencia de las fincas y laboratorios que trabajan fundamentalmente con agua de mar, las plantas de proceso lo hacen con aguas dulces.

Los procesos de lavado, limpieza, y preparación de los camarones, llevan a que una gran cantidad de materia orgánica, además de algunos químicos se incorporen a dichas aguas. Las plantas de proceso en razón de exigencias internacionales de comercialización del producto, así como a la expectativa de alcanzar certificaciones ISO, han debido implementar el tratamiento de sus aguas de vertimiento hasta alcanzar niveles muy altos de calidad final. Ello incluye el uso de rejillas para retirar el material flotante, y la construcción de plantas encaminadas a reducir la demanda de oxígeno, los sólidos suspendidos, los nutrientes, las grasas y aceites y los niveles de coliformes totales y fecales.

A manera de resumen, los vertimientos no tratados de los diferentes sectores de la industria podrían mostrar problemas en las siguientes variables físicas y químicas de las aguas de producción:

- *Fincas*: Caudal, sólidos suspendidos, nitratos, sulfuros, nitrógeno amoniacal, fósforo, oxígeno, DBO y salinidad (este último si se capta y vierte de distintos cuerpos).
- *Laboratorios de Maduración*: Caudal, nitrógeno amoniacal, nitratos y cloro residual.
- *Laboratorios de Larvicultura*: Caudal, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, fósforo y cloro residual.
- *Plantas de Proceso*: Caudal, Sólidos suspendidos, DBO, pH, coliformes totales y fecales, grasas y aceites y material flotante. Salinidad en caso de que se viertan aguas dulces al mar.

Lo anterior da por descontado la incidencia de baños, casinos o talleres, cuyas aguas deben ser direccionadas a pozos sépticos con implementación de canales perimetrales cuando sea necesario, así como de trampas de grasa y piscinas de contención para el almacenamiento de combustibles y lubricantes. Las mismas no se mezclarán o diluirán con las aguas de producción.

7.3.3 MONITOREO DE VERTIMIENTO

A la luz de la normatividad existente, deben hacerse caracterizaciones del vertimiento 1 ó 2 veces al año, evaluando tanto el efluente como el cuerpo receptor. Dado que los sólidos suspendidos, la DBO y las grasas y aceites están regidos por el porcentaje removido mediante algún método de tratamiento, debe ubicarse un tercer punto de muestreo en el lugar de salida de las aguas de producción, previo a su ingreso al sistema de tratamiento. Adicionalmente y dado que se descuenta la carga en las aguas de captación, debe ubicarse un cuarto punto en ellas (esto para cada fuente de captación y cada vertimiento). Este monitoreo corresponde a *seguimiento*.

Cabe referir, que los vertimientos de muy buena calidad podrían sin embargo, no requerir la caracterización de las aguas de captación si no necesitan *descontar* carga, ni la del cuerpo receptor dado que no hay razón para ello (Se reconoce con bases de datos o registros históricos). Así mismo, en caso de que no exista tratamiento del vertimiento dado que los procesos de producción mejoran la calidad de las aguas captadas (usual en laboratorios de maduración y larvicultura), puede obviarse el punto previo al tratamiento, si se establecen parámetros para DBO, sólidos suspendidos y grasas y aceites. Por último, si las aguas de producción provienen del sistema de acueducto municipal, no se requiere caracterización de captación.

Los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica de los *vertimientos*, deben ser analizados para *diagnosticar* la situación en la cual se encuentra la empresa:

- I. Identificación de variables fisicoquímicas cuyas concentraciones son iguales a cero (0) o están por debajo de los límites de detección en laboratorio. Pueden eliminarse definitivamente del programa de monitoreo.
- II. Identificación de variables fisicoquímicas que demuestran consistentemente muy bajas concentraciones (dentro de las normas de vertimiento y usos establecidos). Pueden ser eliminadas completamente del programa de monitoreo o requeridas con muy baja frecuencia (anual, bianual...).
- III. Identificación de variables fisicoquímicas que sobrepasen las normas pero con valores que no son considerados problema ambiental (frecuencia semestral).
- IV. Identificación de variables fisicoquímicas que muestran concentraciones importantes por fuera de la norma, que pueden generar daño en el medio natural y que deben ser corregidas.

7.3.4 MONITOREO DE EVALUACIÓN EN EL MEDIO NATURAL

Evidentemente sólo la situación última (iv) puede dar lugar a la necesidad de realizar *monitoreos de evaluación* en el medio natural, tendientes a determinar el área de incidencia sobre éste, mediante radiales alrededor del vertimiento para determinar su área y concentraciones de incidencia. Las situaciones resultantes *en el cuerpo receptor* son:

a. Muestra muy baja o nula incidencia en el cuerpo receptor. Resulta claro que al no afectarse la calidad del recurso en virtud a su capacidad ambiental, no se deben realizar estudios de monitoreo sobre las comunidades bióticas. Se sugiere, no obstante, que tal variable quede en *vigilancia* con muestreos anuales o estacionales (sequía y lluvias).

Un punto de interés concerniente con esta situación, lo constituye la capacidad ambiental del sistema, de tal modo que el mismo efluente puede ser muy dañino en unos cuerpos receptores pero al mismo tiempo inocuo en otros.

b. Se hace evidente el deterioro en la calidad del cuerpo receptor y/o se reconocen impactos acumulativos. Se debe mejorar la calidad del vertimiento o bien eliminando o modificando sus procesos, o mediante la implementación o cambios en el tratamiento de su efluente.

En esta situación se sugiere concertar con la autoridad ambiental la periodicidad del monitoreo que podría ser por ejemplo semestral y relativa tan sólo a las variables con problemas.

Así mismo se sugiere la formulación de un Programa de Gestión Ambiental al interior de la Empresa tendiente a identificar causas, soluciones y metas a corto, mediano y largo plazo para poder alcanzar los parámetros requeridos.

7.3.5 MONITOREO DE EVALUACIÓN EN LAS COMUNIDADES BIÓTICAS

7.3.5.1 Bases Conceptuales

Si el estudio de evaluación del medio natural evidencia un gran deterioro de éste, debe formularse un estudio de *evaluación* de los posibles efectos sobre las comunidades bióticas allí presentes, lo cual a la luz del conocimiento científico actual puede hacerse o bien mediante el estudio de las *comunidades in situ*, o a través de *pruebas de toxicidad*. Es decir que la evaluación de dichas comunidades sólo tiene lugar cuando efectivamente se demuestra deterioro o impacto sobre la calidad del cuerpo receptor.

En tal caso, se sugiere formular el estudio de modo que incluya tanto la época de lluvias como de sequía, ya que las condiciones del cuerpo receptor cambian ampliamente con tal característica climática. Así mismo, el estudio deberá definir una zona control no afectada y una en inmediaciones del vertimiento.

Las comunidades bióticas expresan alteraciones sustanciales en su estructura (especies, abundancias) tanto en el espacio como en el tiempo, a causa de los gradientes ambientales.

Tal como se refirió previamente, los impactos sobre estas comunidades se presentan tan sólo cuando se supera la capacidad ambiental del sistema, es decir, cuando se produce un cambio sustancial en las condiciones fisicoquímicas. Ello lleva a que las especies y las comunidades con adaptaciones más estrechas vean superado su potencial de respuesta, y por ello mueran o deban desplazarse a otros sistemas vecinos cuando su medio de locomoción, transporte o diseminación se los permita. En este último caso cabe aclarar, que ello no conduce necesariamente a su supervivencia, pues deben llegar a conquistar nichos y biotopos ya ocupados por lo que invasores y residentes deben enfrascarse en una competencia excluyente.

En uno u otro caso, la salida de las especies más estenotípicas faculta la llegada de otras más euritípicas o de otras más tolerantes (bioindicadoras de contaminación).

La descripción de los ecosistemas marinos y estuarinos más importantes a la luz de su importancia ecológica, tolerancia, estabilidad y elasticidad y su relación con vertimientos derivados de la industria camaronera son:

7.3.5.2 Arrecifes Coralinos

Son ecosistemas que se forman a partir del desarrollo de grandes extensiones de coral, que dependen de condiciones ambientales muy definidas como aguas cálidas o tropicales de poca profundidad y con bajos niveles de turbiedad y nutrientes. Gracias al establecimiento de los corales, numerosas especies de múltiples *phyllum* entre quienes se destacan esponjas, peces, moluscos, crustáceos y anélidos, encuentran un nicho bajo las nuevas condiciones de tal modo que le confieren a estos sistemas una de las más grandes biodiversidades en el planeta. Se trata por demás, de ecosistemas que demoran decenas de años para su recuperación, además de que son muy susceptibles al deterioro en la calidad medioambiental. Por unas y otras razones, su presencia generalmente da lugar a Parques Nacionales Naturales.

Vertimientos provenientes de la industria camaronera en inmediaciones de estos ecosistemas causarían gran daño a las diferentes comunidades, en virtud a que los sólidos suspendidos generan estrés, ahogamiento y muerte a los pólipos de coral. Además, la llegada de nutrientes favorece el sobrecrecimiento y ahogamiento de los corales por parte de las macroalgas y en el caso de vertimientos con alta materia orgánica, se produce deterioro en la calidad de las aguas, situación para la cual estos ecosistemas no están adaptados. Estas situaciones han sido referenciadas en la literatura científica en múltiples ocasiones, aunque no en asocio a la industria del camarón.

Los arrecifes coralinos juegan también un papel importante como disipadores de la energía de olas y mareas, por lo que actúan como protectores de la línea costera reduciendo los procesos erosivos. Son de gran importancia también en la industria turística y además generan el sustento a pescadores artesanales (e incluso industriales), con especies como langostas, cangrejas y caracol, además de una gran variedad de peces (mero, róbalo, sábalo, pargo rojo, cojinúa, barracuda, toyo, etc.).

Por lo anterior, la recomendación más clara es que no deben realizarse proyectos camaroneros en inmediaciones o proximidades de este tipo de ecosistemas, máxime de tratarse de Parques Nacionales.

7.3.5.3 Manglares y Fauna Asociada

Son ecosistemas de humedales marinos, estuarinos y/o lagunares establecidos en zonas intermareales que se desarrollan gracias a un tipo de vegetación halófila que a lo largo de su historia evolutiva logró adaptarse a vivir en suelos y aguas salobres o saladas. Al igual que los corales, transforman desiertos tropicales en ecosistemas de gran producción, mucha de la cual se exporta a otros ecosistemas en forma de nutrientes, larvas o renglones pesqueros de utilidad e importancia social y económica al hombre.

Los manglares por sí mismos no constituyen una comunidad muy biodiversa con apenas 5 especies en el Caribe y 9 a 10 en el Pacífico. Las condiciones ambientales que más afectan su desarrollo y estructura están asociadas con aspectos físicos como el cambio en el nivel de mareas, obstrucción de flujos naturales de agua e intrusión de la cuña salina, la energía de las olas, la presencia y calidad de aguas dulces, el tipo de sedimento, la topografía, la precipitación total y su distribución, la salinidad y el brillo solar.

Manifiestan una alta tasa regenerativa, que se expresa tanto en una abundante formación de semillas o propágulos, como en un rápido crecimiento de sus estados juveniles como plántulas, brinzales y latizales. Este hecho ha permitido su aprovechamiento sostenido por décadas en muchos lugares del país, sin que ello hubiese significado detrimentos de los ecosistemas.

La franja de manglar que está dentro del mar posibilita el desarrollo de una densa comunidad de organismos sobre las raíces de mangle, principalmente moluscos, artrópodos y anélidos, con alguna expresión también de cordados, cnidarios, platelmintos, sipuncúlidos, equinodermos y esponjas, así como copiosas densidades planctónicas de cientos de especies (peces, e invertebrados incluyendo los camarones), que durante esta fase, encuentran en las aguas enriquecidas por el manglar un nicho necesario u obligado para su supervivencia. Constituyen comunidades heterótrofas muy biodiversas principalmente por donde circulan los detritus que soportan la vida de estos ecosistemas a las cuáles se ha referido comúnmente en la literatura como las guarderías del mar.

Estas comunidades, no obstante, están muy lejos de ser estables y por el contrario muestran grandes variaciones a lo largo del ciclo anual fundamentalmente por los cambios en los aportes de aguas dulces. Ello indica que poseen alta elasticidad o capacidad de reproducción soportada por demás en ciclos de vida cortos.

La biodiversidad del manglar interno o sobre el continente, no muestra por el contrario, la gran importancia que se observa en la franja marina.

Otra de las características que le confiere mayor importancia a estos ecosistemas se manifiesta en que protegen la línea de costa de procesos erosivos e incluso avanzan sobre el mar ganándole territorio. Por lo anterior, juegan un papel preponderante ante eventos naturales como huracanes, tsunamis, maremotos o mares de leva. Su desarrollo por demás, reduce la penetración de la cuña salina sobre las zonas costeras.

Por tratarse de organismos autótrofos que utilizan la luz del sol y los nutrientes para su fotosíntesis, las características de los vertimientos de la industria camaronera no revisten mayor importancia y por el contrario podrían favorecer su crecimiento. A la fecha no se han reportado daños en estos ecosistemas por causa de aquellos, y de hecho, el uso de biofiltros con manglares tiene como propósito traspasar los nutrientes de las descargas a estas plantas, sobre las cuales a su vez, se podría generar un aprovechamiento sostenido.

Por demás, cabe referir que los camarones constituyen una especie que por su sensibilidad a contaminantes suele formar parte de la lista de organismos más utilizados durante pruebas de toxicidad. Por lo anterior y tratándose de vertimientos que se originan de su propio cultivo, es evidente que los mismos no generan deterioro *per se* en las comunidades de organismos asociados que allí habitan. Los problemas a estas comunidades estarían asociados con vertimientos que expresen alta carga orgánica, que son aquellos que podrían proceder de plantas procesadoras.