



Guía de  
**BUENAS PRÁCTICAS  
AMBIENTALES**  
para el cultivo de tilapia



ISBN: Pendiente número

La preparación de esta publicación se realizó en coordinación con la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), entre enero de 2008 y abril de 2009, y forma parte del Apoyo a la República de Honduras para el Cumplimiento Ambiental en el marco del Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos (DR-CAFTA, por sus siglas en inglés) mediante la asistencia técnica del Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID/MIRA).

Los conceptos expresados en esta publicación no necesariamente reflejan el punto de vista de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional ni del Gobierno de los Estados Unidos.

REPÚBLICA DE HONDURAS, 2009

#### **Elaboración técnica**

Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH)

[www.cnpml-honduras.org](http://www.cnpml-honduras.org)

#### **Supervisión técnica**

Enrique Alvarado, USAID/MIRA

Gracia Lanza, USAID/MIRA

Orlando Sierra, USAID/MIRA

Dirección de Evaluación y Control Ambiental (DECA/SERNA)

#### **Revisión legal**

Edwin Sánchez, USAID/MIRA

#### **Edición**

AGA & Asociados – Consultores en comunicación

[www.agacorporativa.net](http://www.agacorporativa.net)

*La elaboración de la presente “Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia” fue realizada por International Resources Group (IRG) y el Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH), mediante el subcontrato 1190-CPFF*

CNP+LH. Tegucigalpa, Honduras, 2009.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>SECCIÓN I: GENERALIDADES</b>	<b>3</b>
A. ¿A quién va dirigida la guía?	3
B. ¿Por qué era necesaria esta guía?	4
C. Objetivos	4
1. Objetivo general	4
2. Objetivos específicos	4
D. Condiciones y orientación para adoptar la guía	5
1. La voluntariedad y obligatoriedad de la guía	5
2. Codificación de requerimientos y recomendaciones	6
<b>SECCIÓN II: CONTEXTO DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA</b>	<b>7</b>
A. Antecedentes del rubro	7
B. Sistemas de producción	8
1. Cultivo en estanques artesanales (extensivo)	8
2. Cultivo semi-intensivo	9
3. Cultivo intensivo	9
C. El proceso productivo	10
1. Etapa de reproducción	10
2. Etapa de crecimiento	12
3. Etapa de pre –engorde	12
4. Etapa de engorde	13
D. Materia prima e insumos para el proceso productivo	15
E. Principales impactos ambientales	16
1. Impactos negativos por etapa de proyecto	18
2. Impactos positivos por etapa del proyecto	19
<b>SECCIÓN III: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES</b>	<b>21</b>
A. Etapa de factibilidad	21
1. Requerimientos	22
2. Buenas prácticas de prevención al diseñar el proyecto	29
B. Etapa de construcción	43
1. Buenas prácticas durante la construcción	45
2. Indicadores de gestión ambiental en la etapa de construcción	57

C. Etapa de operación	58
1. Buenas prácticas ambientales en la etapa de operación	61
2. Indicadores de desempeño ambiental	72
D. Etapa de cierre y posclausura	72
1. Buenas prácticas durante el cierre y posclausura del proyecto	74
2. Indicadores de gestión ambiental en la etapa de cierre y posclausura	82
<b>SECCIÓN IV: MECANISMOS DE AUTOGESTIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL</b>	<b>85</b>
A. Monitoreo de las medidas de prevención, mitigación y corrección de los impactos ambientales	86
B. Monitoreo del consumo de agua, energía y materia prima	88
1. Agua:	88
2. Energía	88
3. Materia prima	89
C. Monitoreo del mantenimiento de equipo e instalaciones	90
D. Monitoreo en la generación de residuos	91
E. Monitoreo de efectos acumulativos	92
<b>SECCIÓN V: MARCO LEGAL</b>	<b>95</b>
A. Marco legal por factor ambiental	96
B. Beneficios e incentivos para el establecimiento de fincas para el cultivo de tilapia	101
1. Beneficios e incentivos estipulados en la Ley General del Ambiente.	101
C. Delitos, infracciones y sanciones contenidas en la Ley General del Ambiente.	102
1. Delitos infracciones y sanciones	102
2. Infracciones y sanciones administrativas	103
D. Delitos, infracciones y sanciones contenidas en la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre	105
1. Delitos y sanciones penales	105
2. Infracciones y sanciones administrativas	106
E. Delitos contra la salud pública según el código penal	107
F. Infracciones y sanciones estipuladas en otras leyes	107
G. Trámites administrativos ante las autoridades gubernamentales ambientales	108
<b>SECCIÓN VI: REFERENCIAS</b>	<b>109</b>
A. Otros Sitios de Información	109
Glosario	111
Bibliografía	117
Anexos	118

# ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	Significado de los códigos de requerimientos y buenas prácticas para cada etapa	6
Cuadro 2:	Metodología de suministro	14
Cuadro 3:	Parámetros de alimentación	16
Cuadro 4:	Identificación de impactos ambientales y socioeconómicos	17
Cuadro 5:	Permisos requeridos de acuerdo a la etapa del proyecto	27
Cuadro 6:	Carga térmica por iluminación	31
Cuadro 7:	Identificación de impactos ambientales en la etapa de construcción	43
Cuadro 8:	Identificación de impactos ambientales por efectos de la construcción	44
Cuadro 9:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de construcción	46
Cuadro 10:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de construcción	47
Cuadro 11:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de construcción	48
Cuadro 12:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de construcción	49
Cuadro 13:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos culturales en la etapa de construcción	50
Cuadro 14:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de construcción	50
Cuadro 15:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de construcción	51
Cuadro 16:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de construcción	52
Cuadro 17:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de construcción	54
Cuadro 18:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones en la etapa de construcción	54
Cuadro 19:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del reuso y reciclaje en la etapa de construcción	55
Cuadro 20:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las amenazas y riesgos en la etapa de construcción	57
Cuadro 21:	Indicadores de gestión ambiental en la etapa de construcción	58
Cuadro 22:	Identificación de impactos por factor ambiental en la etapa de operación.	58
Cuadro 23:	Identificación de impactos por la falta de gestión de aspectos clave para un manejo ambiental en la etapa de operación.	60
Cuadro 24:	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de operación	61

Cuadro 25: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de operación	62
Cuadro 26: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de operación	63
Cuadro 27: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de operación	64
Cuadro 28: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de operación	66
Cuadro 29: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de operación	66
Cuadro 30: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de operación	67
Cuadro 31: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de operación	68
Cuadro 32: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones en la etapa de operación	69
Cuadro 33: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la reuso y reciclaje en la etapa de operación	70
Cuadro 34: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los riesgos y amenazas en la etapa de operación	70
Cuadro 35: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los efectos acumulativos en la etapa de operación	71
Cuadro 36: Indicadores de gestión ambiental en la etapa de operación	72
Cuadro 37: Identificación de impactos por factor ambiental en la etapa de cierre y posclausura	73
Cuadro 38: Identificación de impactos por la falta de gestión de otros aspectos clave para un manejo ambiental en la etapa de cierre y posclausura.	74
Cuadro 39: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de cierre y posclausura	75
Cuadro 40: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de cierre y posclausura	76
Cuadro 41: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de cierre y posclausura	76
Cuadro 42: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de cierre y posclausura	77
Cuadro 43: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de cierre y posclausura	78
Cuadro 44: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de cierre y posclausura	79
Cuadro 45: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de residuos sólidos en la etapa de cierre y posclausura	79
Cuadro 46: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de cierre y posclausura	81
Cuadro 47: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la reutilización y reciclaje en la etapa de cierre y posclausura	81

Cuadro 48: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de riesgos y amenazas en la etapa de cierre y posclausura	82
Cuadro 49: Indicadores de gestión ambiental en la etapa de cierre y posclausura	83
Cuadro 50: Monitoreo de la implementación de las medidas de mitigación	86
Cuadro 51: Ficha para monitorear el consumo de agua.	88
Cuadro 52: Monitoreo de la eficiencia en el uso del agua en la producción.	88
Cuadro 53: Ficha para monitorear el consumo de energía	89
Cuadro 54: Monitoreo de la eficiencia en el uso de energía en la producción	89
Cuadro 55: Control de materia prima	90
Cuadro 56: Ficha para monitorear la implementación del plan de mantenimiento	90
Cuadro 57: Generación de residuos sólidos por área dentro del proceso	91
Cuadro 58: Ficha para monitorear la descarga de agua residual	92
Cuadro 59: Comparativo de análisis de agua Vrs norma técnica	92
Cuadro 60: Comparativo de análisis de agua a través del tiempo	93
Cuadro 61: Marco legal por componente ambiental	96
Cuadro 62: Marco legal por insumos ambientales, residuos de actividades generales y factores	97
Cuadro 63: Delitos forestales en los que podría incurrir una finca de cultivo de tilapia	105
Cuadro 64: Fuentes de información relacionada	110
Cuadro 65: Características de los diferentes sistemas de producción de larvas y alevines de tilapia.	121

# SIGLAS Y ACRÓNIMOS

<b>SIGLAS Y ACRÓNIMOS</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
CODEM	Comité de Emergencia Municipal
CODEL	Comité de Emergencia Local
COPECO	Comisión Permanente de Contingencias
DEI	Dirección Ejecutiva de Ingresos
DIGEPESCA	Dirección General de Pesca y Acuicultura
DR-CAFTA	Tratado de Libre Comercio entre Centro América, República Dominicana y los Estados Unidos de América
FAO	Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación
DECA	Dirección de Evaluación y Control Ambiental
DEI	Dirección Ejecutiva de Ingresos
DGRH	Dirección General de Recursos Hídricos
DR-CAFTA	Tratado de Libre Comercio entre Centro América, República Dominicana y los Estados Unidos de América
ICF	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre
SAG	Secretaría de Agricultura y Ganadería
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
SIC	Secretaría de Industria y Comercio
SEFIN	Secretaría de Finanzas
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
SOPTRAVI	Secretaría de Obras Públicas Transporte y Vivienda
UMA	Unidad Municipal Ambiental

# INTRODUCCIÓN



Las guías de buenas prácticas ambientales son instrumentos de gestión empresarial que orientan a los productores de Honduras sobre la adopción de medidas y recomendaciones efectivas para brindar sostenibilidad a su actividad productiva y reducir el impacto en el ambiente.

La presente *Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia*, como las preparadas para otros rubros, ya existentes a la fecha, se ha elaborado en el marco del proceso de simplificación del licenciamiento ambiental en Honduras, el cual procura un trámite más expedito. En este sentido, la *Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia* es un instrumento de adopción voluntaria que permite a los empresarios o proponentes de cualquier proyecto adoptar ante la SERNA el compromiso de operar de una manera ambientalmente sostenible sobre la base de las recomendaciones o buenas prácticas ambientales que ofrece esta guía y simplificar así trámites más complejos y costosos. Por lo tanto, los empresarios podrán legalizar y agilizar el desarrollo de sus actividades productivas y contribuir al desarrollo sostenible del país.

La guía está conformada por cinco secciones principales y parte

de las generalidades, en donde se especifica al usuario o lector a quién va dirigida, la necesidad a la que responde la existencia de la guía como instrumento de gestión, sus objetivos y, algo muy importante, las condiciones y orientaciones para adoptar su uso.

La sección dos ofrece antecedentes del rubro en el país, el proceso productivo y los principales impactos ambientales y socioeconómicos que puede propiciar un proyecto para el cultivo de tilapia. La sección tres es la parte medular de la guía y corresponde a las buenas prácticas ambientales, las cuales consisten en una serie de medidas o recomendaciones orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los principales impactos ambientales generados por la industria forestal primaria durante cada etapa del ciclo de cultivo de tilapia; es decir, las etapas de factibilidad, construcción, operación, cierre y posclausura.

Concretamente, en la etapa de factibilidad se muestran los requerimientos básicos para la ubicación de la finca para el cultivo de tilapia, los servicios que esta demanda para su correcta operación, las recomendaciones básicas para el diseño de las instalaciones y la selección del equipo, y los permisos administrativos legales que deben gestionarse de forma cronológica previo al inicio de actividades. Igualmente, dentro de la misma etapa, se exponen las medidas preventivas que se deben tomar en cuenta previo al desarrollo de las etapas de construcción, operación y cierre y posclausura. Finalmente, se exponen las medidas de compensación, con las que se pretende subsanar ciertos efectos ambientales que deben prever los proyectos de cultivo de tilapia.

Por otra parte, en las etapas de construcción, operación y cierre y posclausura, se muestran matrices que contienen los posibles impactos ambientales negativos que puede generar el proyecto; posteriormente, se plantean las medidas que permitirán mitigar o corregir dichos impactos.

Una vez descritas las buenas prácticas ambientales, se encuentra la sección cuatro, sobre mecanismos de autogestión, seguimiento y control ambiental, la cual expone las fichas y directrices que permitirán definir e implementar un sistema de soporte y registro de las medidas ambientales desarrolladas durante las etapas del proyecto.

La sección cinco corresponde al marco legal y brinda una referencia a la legislación relacionada con el cultivo de tilapia, asimismo muestra las directrices generales del licenciamiento ambiental en el país, lo cual es un complemento de información útil que vale la pena tener en cuenta.

Si bien esta guía es un instrumento oficial de la SERNA, su elaboración se basó en un amplio proceso participativo en el que los diferentes actores involucrados pudieron brindar sus aportes. En ese sentido, merece el respectivo agradecimiento el COHEP, por el respaldo brindado al proceso; las diferentes empresas dedicadas al cultivo de tilapia que participaron activamente en los talleres de consulta y validación; el Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras, por su responsabilidad técnica; y el Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID/MIRA, por la asistencia técnica y financiera, quienes hicieron posible esta guía y las de siete rubros productivos adicionales.

# SECCIÓN I: GENERALIDADES



## **A. ¿A quién va dirigida la guía?**

La Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia está dirigida a los siguientes involucrados:

- a). Productores o empresarios del rubro que, junto a su personal clave, estén interesados en desarrollar o ampliar fincas para el cultivo de tilapia, bajo la legislación ambiental actual de Honduras. Por lo que los actores mencionados podrán conocer los parámetros ambientales requeridos para la puesta en marcha de un proyecto para el cultivo de tilapia.
- b). Prestadores de servicios ambientales que apoyen los procesos de análisis ambiental, para la puesta en marcha o ampliación de fincas para el cultivo de tilapia. La información de descripción del proceso productivo, la exposición de los impactos potenciales y las buenas prácticas expuestas, servirán de referencia al momento de evaluar ambientalmente el proyecto.
- c). A las autoridades ambientales pertinentes, para quienes la Guía constituye una base para el monitoreo del cumplimiento de los parámetros ambientales requeridos al momento de operar proyectos de este rubro.

## B. ¿Por qué era necesaria esta guía?

El cultivo de tilapia es uno de los principales rubros de exportación que fortalece la economía nacional, posee gran importancia en la producción de proteína animal, así como en la generación de ingresos. No obstante, como todas las actividades productivas, también ocasionan impactos al ambiente, los cuales deben ser prevenidos, mitigados, corregidos o compensados por el Estado y los inversionistas.

Hasta la elaboración de esta Guía, en Honduras existía un vacío en cuanto a instrumentos de gestión ambiental para los productores dedicados al cultivo de tilapia sobre las medidas y acciones adecuadas para garantizar que las actividades productivas se realicen generando los mínimos impactos posibles al entorno. De esta forma, la *Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia* llena ese vacío y se pone a disposición de los diferentes involucrados

La Guía permitirá desarrollar proyectos en el marco de una gestión ambiental integral, mediante la implementación de buenas prácticas para el uso y administración de los recursos que se demanden.

El cumplimiento de la legislación ambiental y la implementación de buenas prácticas ambientales, conllevan beneficios que mejoran la calidad de vida de la población hondureña y permite que los productores posean los siguientes beneficios:

- a). La oportunidad de acceder a mercados que exigen tecnologías limpias.
- b). Interactuar con consumidores dispuestos a pagar mejores precios por productos que fueron elaborados de forma amigable con el ambiente.
- c). Gozar de los beneficios que suponen los tratados de libre comercio como el DR-CAFTA.

## C. Objetivos

### 1. Objetivo general

Contribuir a la autogestión y regulación ambiental de las empresas y productores que deseen dedicarse al cultivo de tilapia o ampliar sus operaciones, a través de la promoción de buenas prácticas ambientales desde la etapa de factibilidad del proyecto, facilitando los trámites para permisos ambientales, hasta las etapas de construcción, operación y cierre y posclausura.

### 2. Objetivos específicos

- a). Constituirse en un instrumento técnico y de cumplimiento voluntario que facilite los procesos de licenciamiento ambiental de los proyectos destinados al cultivo de tilapia en el país.

- b). Ser un apoyo técnico y práctico para las empresas en su adecuación a la normativa ambiental vigente y en la optimización de sus procesos, contribuyendo al desarrollo sostenible del país.
- c). Introducir el concepto de buenas prácticas ambientales en el rubro productivo, desde el análisis de la factibilidad hasta la puesta en marcha de los proyectos.

## **D. Condiciones y orientación para adoptar la guía**

### **I. La voluntariedad y obligatoriedad de la guía**

La *Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia* es un instrumento de adopción voluntaria. Sin embargo, la misma puede ser implementada en el marco del proceso administrativo de licenciamiento ambiental del país, bajo resolución que dicta la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA).

De esta forma, al adoptar esta guía, tanto para la solicitud o la renovación de la licencia ambiental, o bien para el control y seguimiento de las medidas de mitigación, el proponente o desarrollador del proyecto debe notificar la decisión ante la SERNA, lo cual, a partir de entonces, convierte a las recomendaciones de esta guía en un compromiso de carácter obligatorio que también trae consigo la simplificación de significativos pasos administrativos y la reducción de costos de transacción para la gestión de la licencia ambiental (contratación de prestadores de servicios ambientales, elaboración de estudios, publicaciones, etc.).

El desarrollador del proyecto deberá evaluar cuales serán las buenas prácticas ambientales a implementar. Para tal caso, si es un proyecto nuevo, el desarrollador del mismo deberá planificar la implementación de las actividades o medidas de prevención y compensación de la etapa de factibilidad, cabe mencionar que las medidas de compensación siempre serán de carácter voluntario. Igualmente, si el proyecto se encuentra en su etapa de construcción o es un proyecto que se encuentra realizando ampliaciones considerables, deberán implementarse las medidas de mitigación y corrección que corresponden a esta etapa.

Pero si el proyecto ya se encuentra en funcionamiento y el dueño de la finca para el cultivo de tilapia desea obtener o renovar su licencia ambiental, se deberán implementar las medidas de mitigación y corrección de la etapa de operación. Además, en caso de que el proyecto esté finalizando sus operaciones se deberán implementar las recomendaciones de la etapa de cierre y posclausura.

En conclusión, las buenas prácticas ambientales de la guía se implementarán según la etapa en que se encuentre el proyecto. No obstante, debe destacarse que el incumplimiento de ciertas medidas deberá ser técnicamente justificado y demostrado por el desarrollador del proyecto, en aquellos casos en que sea solicitado por la autoridad competente.

Asimismo, es necesario mencionar que el tipo y la intensidad de los impactos ambientales negativos se encuentran condicionados, entre otros aspectos, por el tamaño de la finca y su ubicación; por lo tanto, la autoridad ambiental correspondiente tiene la potestad de recomendar otro tipo de buenas prácticas ambientales o medidas adicionales para el desarrollo del proyecto.

## 2. Codificación de requerimientos y recomendaciones

En la Sección III de esta guía el lector encontrará los requerimientos y recomendaciones referentes a las buenas prácticas ambientales que se pueden o deben aplicar como mitigación o como corrección en cada una de las etapas del proceso productivo. Cada requerimiento o recomendación está identificada por un código alfanumérico a fin de poder identificarlos separadamente, de tal modo que en el intercambio de correspondencia o documentación, un proponente o desarrollador de proyecto como un funcionario de la SERNA, puedan hacer referencia a los requerimientos o buenas prácticas recomendadas de manera fácil y específica, mediante la cita del código.

La codificación de los requerimientos y recomendaciones atiende a la primera o primeras letras de cada una de las etapas del proceso productivo: Factibilidad (F), Construcción (C), Operaciones (O) y Cierre (CI); las iniciales que especifican si se trata de un Requerimiento (R) o de una buena práctica de Prevención (P), de Mitigación (M) o de Corrección (C); las letras también van acompañadas por un número consecutivo de medidas para cada etapa. Por ejemplo, en el código OM-3, "O" significa etapa de Operación; "M" significa buena práctica de Mitigación y 3 el número consecutivo tercero de la etapa de Operación.

En el Cuadro No. 1, se especifica la decodificación respectiva.

**Cuadro 1: Significado de los códigos de requerimientos y buenas prácticas para cada etapa**

<b>CÓDIGO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
FR	Requerimiento para la etapa de Factibilidad
FP	Buenas prácticas de <b>Prevención</b> para la etapa de <b>Factibilidad</b>
CM	Buenas prácticas de <b>Mitigación</b> para la etapa de <b>Construcción</b>
CC	Buenas prácticas de <b>Corrección</b> para la etapa de <b>Construcción</b>
OM	Buenas prácticas de <b>Mitigación</b> para la etapa de <b>Operación</b>
OC	Buenas prácticas de <b>Corrección</b> para al etapa de <b>Operación</b>
CIM	Buenas prácticas de <b>Mitigación</b> en la etapa de <b>Cierre</b>
CIC	Buenas Prácticas de <b>Corrección</b> en la etapa de <b>Cierre</b>

Fuente: Elaboración propia USAID/MIRA

# SECCIÓN II: CONTEXTO DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA



## A. Antecedentes del rubro

La tilapia es una especie de pez de origen africano y del cercano oriente que puede habitar áreas tropicales y subtropicales, cuyo límite de distribución no está definido por la altitud sino por la temperatura. La temperatura mínima en la que se puede realizar el cultivo de tilapia es de 20 grados, sin embargo, el rango óptimo de temperatura es entre los 25 a 35 grados centígrados para su reproducción y engorde.

La excelente calidad de su carne, de textura firme, coloración blanca y pocos huesos intramusculares, ha despertado gran interés comercial en la acuicultura mundial y hace que sea un pescado apreciado y apetecido por los consumidores. Actualmente, se encuentra distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica, el sudeste asiático y América del Sur; la distribución del cultivo de tilapia se debe a la adecuada disponibilidad de tierras y fuentes o cuerpos de agua con los parámetros aceptables para la especie.

En Honduras, el cultivo de tilapia se puede extender por casi todo el país; comercialmente o intensivamente, está concentrado entre los departamentos de Comayagüa, Santa Bárbara, Cortés y Yoro siendo las principales fuentes del recurso hídrico el Lago de Yojoa, la represa hidroeléctrica Francisco Morazán (El Cajón) y Río Lindo.

El cultivo de tilapia es uno de los principales rubros de exportación que fortalece la economía nacional. Según datos de DIGIPESCA (2008), en noviembre del 2007 se produjeron 7,886.9 toneladas métricas de tilapia (filete fresco) que generaron un equivalente a 51.6 millones de Dólares en exportación, principalmente al mercado norteamericano. Para finales del mismo año se proyectaron unas 9,000 toneladas métricas y 55 millones de dólares en divisas. De esta forma, Honduras es el país de mayor crecimiento en la producción y exportación de filete de tilapia fresca a nivel latinoamericano. En el futuro no se descarta, según el Gobierno, nuevas inversiones por parte de la empresa privada para impulsar este rubro en otras regiones del país.

En el cultivo de tilapia los diferentes interventores son tan variados como el cultivo en sí; pueden ser del sector público como de entidades gubernamentales, cuya misión es la regulación y supervisión de la actividad así como promocionar su extensión y cultivo; la empresa privada, con sus grandes proyectos comerciales; las comunidades, medianos y pequeños productores; y los centros educativos y de investigación especializados. La actividad acuícola en el país es regulada por la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) a través de la Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA) que ha clasificado el rubro como uno de los polos estratégicos de desarrollo por sus ventajas competitivas ante los mercados regionales e internacionales para la generación de divisas, así como promover la especie como una fuente rentable e importante en proteína animal para la población local.

## **B. Sistemas de producción**

En el país se emplean tres sistemas de producción: extensivo, semi-intensivo e intensivo. En este sentido, es necesario aclarar que no necesariamente la extensión del cultivo en superficie o sus instalaciones físicas determina el tipo de sistema, sino la inversión efectuada para conseguir la mayor producción de biomasa por unidad de área (hectárea) en el menor tiempo posible, ya sea en estanques o en un cuerpo de agua en el que se utilizan jaulas flotantes.

El diseño correcto de una finca para el cultivo de tilapia debe asegurar una operación económicamente eficiente, así como la adecuada gestión del agua. De esta forma, por medio de la recirculación del sistema de aguas verdes, la finca obtiene beneficios a través del ahorro de electricidad, reducción de los costos de alimentación, aseguramiento de una elevada calidad del agua y cumplimiento de las normas de medio ambiente. Cuando el cultivo de peces se implementa en cercanías de áreas agrícolas, el empleo integrado de cultivo piscícola y riego agrega numerosas ventajas.

Por lo tanto, el nivel tecnológico puede ser tan variado como la descripción de tamaño de la finca y tiene que ver con la finalidad para lo que fue construido el proyecto, la inversión de capital y los rendimientos que necesitamos de acuerdo a la misma; es así que se puede hablar de un nivel tecnológico bajo o artesanal, como se llamará en esta guía, y otro mediano o alto que puede estar asociado a los cultivos semi-intensivos e intensivos.

### **I. Cultivo en estanques artesanales (extensivo)<sup>1</sup>**

Los estanques artesanales son excavados en tierra y poseen estructuras especiales para el llenado y vaciado de agua en forma individual. La alimentación y el drenaje del agua deberán efectuarse

---

<sup>1</sup> Alamilla, H. 2009. Cultivo de Tilapia (en línea). ZOE tecno-campo. Consultado 5 de ene. 2009. Disponible en <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm>

preferiblemente por gravedad, para minimizar los costos por energía y simplificar en lo posible la operación del sistema. El engorde se efectúa en estanques en superficies mayores a 0.5 ha, preferiblemente, donde se puede combinar la fertilización de los estanques con abonos naturales, suplementos alimenticios y fertilizantes orgánicos.

Es importante mencionar que el sistema de cultivo extensivo es el más utilizado a nivel rural que se caracteriza por un nivel tecnológico bajo, ya que se hace muy difícil conseguir nueva semilla, terminando por tener cultivos degenerativos y de bajos rendimientos, lo que hace perder el interés inicial.

## 2. Cultivo semi-intensivo

El sistema de cultivo semi-intensivo se realiza en estanques construidos en tierra, manejados secuencialmente, con un área que varía entre 1,000 a 5,000 m<sup>2</sup>. El rendimiento por año del cultivo semi-intensivo es de 8 a 15 TM/ha/año, con una densidad de siembra de 2 peces/ m<sup>3</sup> en zonas cálidas. Es posible obtener rendimientos de 50 TM/Ha/año, implementando recambios de agua de 30 a 40 % al día, en estanques menores de una hectárea y con una densidad de carga máxima de 5 kg/ m<sup>3</sup> /año. Para obtener mejores rendimientos se utiliza alimento balanceado con bajo contenido proteico (17 y 25%). El sistema semi intensivo puede superar las 10 TM por hectárea por ciclo si se alimenta con concentrado<sup>2</sup>.

## 3. Cultivo intensivo

El cultivo intensivo es un sistema que requiere alta inversión inicial para la adquisición de equipo e implementación de tecnologías que permiten obtener altos rendimientos.

Este sistema de producción se caracteriza por: estanques de 0.1 ha con el fondo recubierto con plástico negro (geotextil) o con concreto; alimento balanceado con alto porcentaje de proteína (28-45%, en nuestro país se utiliza generalmente con un 32 % de proteína) e instalaciones y tecnología especializada (utilización de energía y equipo para la aireación mecánica 4HP/1000m<sup>2</sup>). Además, requiere recambio de agua del 100%, cuenta con mano de obra calificada y pie de cría genéticamente puro o híbrido (F1). La productividad en estos sistemas es de 20kg/m<sup>2</sup>/año, es decir, 200 TM/ha/año a una conversión alimenticia de 2.0 a 1 en ciclos cortos de producción.

El sistema intensivo es practicado por empresas con la disposición de jaulas flotantes, aplicación de concentrados y altas densidades de siembra. Existen operaciones super-intensivas las cuales utilizan estanques de concreto de 100 a 500 m<sup>3</sup> o jaulas; disponen de un recambio de agua hasta 700%/día; la producción es de 500 TM/Ha/año, la conversión alimenticia es de 2.2 a 1 y deben tener una aireación de 8 HP/1000 m<sup>2</sup>. Se utiliza principalmente especies de tilapia que soportan temperaturas más frías que las demás tilapias (se debe alimentar y crecer a 18° C y desovar a temperaturas superiores a los 22°C). En jaulas se siembran hasta 60 peces/m<sup>3</sup>, ofreciendo niveles de producción similares.

---

2 El ciclo se define como el período que se requiere para desarrollar un pez hasta su peso óptimo para la cosecha.

## C. El proceso productivo<sup>3</sup>

Las etapas del proceso productivo en el cultivo de tilapia varían de acuerdo al sistema que se use, los recursos disponibles, las exigencias del mercado y el nivel tecnológico seleccionado para la producción. En general, se pueden mencionar cuatro etapas: reproducción, crecimiento (crianza), pre engorde y engorde (figura 1), sin embargo, una finca de tilapia puede dedicarse solamente a engorde o solamente a reproducción. Para evaluar los impactos ambientales del cultivo de tilapia se describirá cada etapa del proceso.

### I. Etapa de reproducción<sup>4</sup>

La etapa de reproducción consiste en la obtención de alevines, en lo que las actividades principales son la selección de reproductores, el cruce de reproductores, el desove, la fecundación externa, la incubación (hasta su eclosión), la colecta y el cuidado del alevín.

El productor tiene la opción de seleccionar los reproductores o comprar los alevines directamente. Para la **obtención de reproductores** (pie de cría)<sup>5</sup>, las operaciones integradas desde las etapas de reproducción y desove que producen sus propios alevines, utilizan los siguientes métodos:

**Hibridación:** Se obtienen dos especies diferentes de tilapia, por ejemplo, *O. Hornorum* y *O. Mossambicus* y se reproducen para engendrar la generación F1. Se debe obtener líneas puras y mantenerlas aisladas para poder generar alevines continuamente. Cada 7 años se deben renovar las líneas madre.

**Selección.** Se obtienen dos líneas de tilapia de la misma variedad pero con diferente origen, para evitar consanguinidad. Una línea se selecciona por los parámetros maternos y la otra por los paternos. Estas dos líneas se mantienen separadas para obtener continuamente alevines aptos para el engorde. Algunas líneas generan mutaciones rojas que pueden ser seleccionadas por su mejor color.

La selección de reproductores incide directamente en el éxito de la sobrevivencia de los alevines, entendiendo reproductor como el pez sexualmente maduro con las siguientes características: talla de 12 a 13 cm; peso de 250 a 500 g; edad de 6 a 12 meses; deben tener la cabeza y cola pequeña en relación al resto del cuerpo (mayor proporción de carne); y, deben estar sanos, sin parásitos ni malformaciones. La densidad de reproductores en un estanque es de 1 por 2 m<sup>2</sup> y la proporción de hembras y machos es de 3 ó 4: 1.

La mayoría de los productores aprovechan aspectos específicos del comportamiento y de los hábitos reproductivos y alimenticios de las especies, lo que les confiere diversas ventajas en cuanto a eficiencia, facilidad de manejo, ahorro de mano de obra, energía y agua.

En general, las especies de los géneros *Sarotherodon* y *Oreochromis* producen un menor número de huevos y de mayor tamaño que las especies del género *Tilapia*. En el primer caso, la fecundidad varía entre pocos cientos y mil a dos mil huevecillos por desove, mientras que en el segundo caso la fecundidad puede alcanzar varios miles de huevecillos por desove. En condiciones de cautiverio, las tilapias tienden a producir un mayor número de huevecillos por desove que las poblaciones silvestres.

3 Alamilla, H. 2009. Cultivo de Tilapia (en línea). ZOE tecno-campo. Consultado 5 de ene. 2009. Disponible en <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm>

4 Ídem

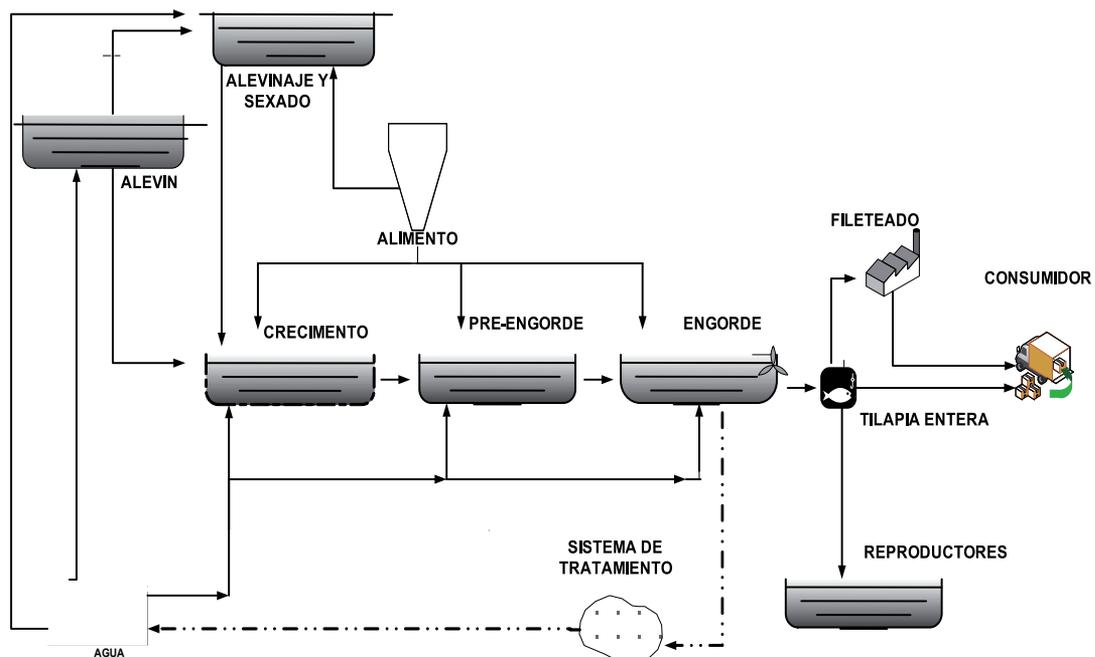
5 Leyva, CM. 2009. Comentarios a la Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia (entrevista). San Pedro Sula, HN, Consultor especialista en tecnología agro-industrial.

Esto es una medida adaptativa para asegurar la sobrevivencia de la especie cuando las condiciones son adversas.

El cruce de tilapia se realiza en estanques, sin embargo, también se pueden producir en estructuras cerradas de malla o nylon, en acuarios, y en tanques de madera, fibra de vidrio, plástico o cemento. Los parámetros óptimos de reproducción son: temperatura de 24 a 29°C; dióxido de carbono de 5 a 6 ppm; salinidad de 20 ppm; turbidez de 25 cm; pH de 7– 8; amonio de 0.1; nitritos de 4.6 a 5 ppm; alcalinidad y dureza: 80 a 100 mg de CaCO<sub>3</sub>/l.

Para el desove y la fecundación, ocurre la siguiente secuencia de eventos<sup>6</sup>: el macho delimita y limpia un área circular de 20 a 30 cm de diámetro en el fondo del estanque en donde forma su nido (en estanques con fondos blandos, el nido es excavado con la boca y tiene una profundidad de 5 a 8 cm); la hembra es atraída hacia el nido y es cortejada por el macho; la hembra deposita sus huevos en el nido para que sean fecundados por el macho; con su boca, la hembra recoge los huevos fecundados y se aleja del nido; el macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse. Para completarse el cortejo y desove requieren de menos de un día; antes de la eclosión los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra. Las hembras no se alimentan durante los períodos de incubación y cuidado de las larvas. Las larvas jóvenes (con saco vitelino) permanecen con su madre por un periodo adicional de 5 a 7 días, escondiéndose en su boca cuando el peligro acecha. Los alevines absorben su saco vitelino y comienzan a buscar alimento hasta que pueden nadar por sí mismos. Se continúa alimentando al alevín, por medios naturales o dietas balanceadas, hasta que logra un peso óptimo para su siembra.

El éxito de la sobrevivencia de los alevines y crías, y la calidad en general de la producción, depende en gran parte de la buena selección de los reproductores



**Figura 1. Diagrama de flujo típico de una finca dedicada al cultivo de Tilapia**

Fuente: elaboración propia del CNP+LH.

6 Saavedra, M. 2006. Manejo del Cultivo de Tilapia. Managua, NIC. USAID. 24 p.

## 2. Etapa de crecimiento

El crecimiento de los peces depende de la densidad de siembra, de la calidad del agua (temperatura, oxígeno disuelto y otras variables correspondientes) y de la tasa de alimentación ofrecida. Las tilapias sembradas en estanques a una densidad de 1/m<sup>2</sup> crecerán más rápido que a 100/m<sup>2</sup>, siempre y cuando se tenga el debido control de la calidad del agua y de la nutrición. El crecimiento de los peces se retarda cuando la densidad de siembra es alta y la calidad del agua es pobre; por lo tanto, a altas densidades la tilapia requiere un tiempo adicional para alcanzar las tallas de mercado.

Las tilapias cultivadas a baja densidad 1/m<sup>2</sup> podrán desarrollarse a tasas óptimas con el alimento natural producido en los estanques, no obstante, el crecimiento puede cesar cuando el alimento sea insuficiente para cubrir la demanda.

En general, mientras el ofrecimiento diario de alimento no exceda los 80-100 kg/ha, los nutrientes no asimilados (provenientes del alimento ofrecido), aumentarán la producción del alimento natural sin disminuir la calidad del agua significativamente. La densidad de siembra podrá aumentarse y el crecimiento será más rápido siempre que se mantenga la calidad del agua. No obstante, a mayor tasa de alimentación, a menudo, la degradación de la calidad del agua reduce el crecimiento en los peces. Cuanto más tiempo permanezcan los peces en el estanque de cultivo, mayor será el riesgo de enfermedades y la probabilidad de que las hembras no deseadas se reproduzcan; en este sentido, los peces sembrados compiten por el alimento con las crías nacidas y disminuyen su crecimiento. El éxito de los desoves se anula en los cultivos en jaulas pero raramente las crías constituyen un problema, aún durante engordes prolongados y, además, pueden manejarse a altas densidades.

La respiración de los organismos del fitoplancton, las bacterias y los peces producirán una disminución del oxígeno disuelto, alcanzando niveles por debajo de los límites óptimos para un rápido crecimiento. La aireación mecánica puede corregir estos problemas, permitiendo el rápido crecimiento a altas densidades de siembra. Sin embargo, cuando se adiciona alimento externo en respuesta a una alta densidad de peces, el amoníaco (producto del metabolismo de las proteínas y de la descomposición de materia orgánica disponible), comienza a convertirse en un factor limitante del crecimiento; pero, los niveles de nitrógeno de los residuos pueden reducirse por recambios de agua.

Por esta razón, los productores optan por sembrar a una tasa de siembra económicamente óptima; es decir, siempre que se pueda mantener una buena cosecha por unidad de área y que mantenga el rápido crecimiento de los peces.

Es importante mencionar que la transferencia entre etapas se realiza cosechando el 100% de la laguna de crecimiento y se transfiere, en tanques con agua y oxígeno, a una densidad de 3.5 kg biomasa/10 m<sup>3</sup> de agua a la etapa de pre-engorde.<sup>7</sup>

## 3. Etapa de pre-engorde<sup>8</sup>

La fase de pre-engorde dura entre 5 a 13 semanas, 110 días en promedio dependiendo de la talla final que se requiera. Los factores importantes en la etapa de pre-engorde son: densidad, recambios de agua, temperatura y alimento.

7 Leyva, CM. 2009. Comentarios a la Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia (entrevista). San Pedro Sula, HN, Consultor especialista en tecnología agro-industrial.

8 SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, AR). 2009. Acuicultura, cultivos-especies-Tilapia (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 5 ene. 2009. Disponible en <http://www.sagpya.mec.gov.ar/>

La densidad se define con base en la talla final y la toma de nutrientes; con una buena ración alimentaria, sin aireación ni recambio de agua, la biomasa final puede alcanzar cerca de 2000-3000 kg/ha. La sobrevivencia en estos casos es del 60-80% y asumiendo un 70%, la densidad para alcanzar los 25 g es de 140.000 – 200.000 /hectárea.

Recambios de agua en promedio, se puede aumentar levemente y al 20% hasta duplicarlo. En los estanques *nurseries*, con abundante plancton, el crecimiento será más apropiado y económico, ya que no se alimenta en la primeras semanas debido al alimento natural disponible que es adecuado para el crecimiento en esta etapa, siempre y cuando, la biomasa sea cercana a los 300-500 kg/ha.

La temperatura es un factor relevante ya que las bajas temperaturas afectan el crecimiento y la duración del pre-engorde. A temperaturas promedio de 25°C los juveniles alcanzan un peso de 10 a 15 g en 2-6 semanas y de 25-30 g en 8-10 semanas, en presencia de abundante alimento, los juveniles crecen rápidamente a una temperatura de 26°C.

Durante la primera y segunda semana, con biomasa de 300-800 kg/ha, los estanques se fertilizan con 1,000 a 2,000 kg/ha de abono animal en aquellos estanques que cuentan con alimento natural. Es importante alimentar a los peces, al menos, 4 veces al día en sistemas con lagunas y 8 veces si se trata de sistemas más intensivos. El tamaño del alimento está en función de la abertura bucal que, durante esta etapa, será de aproximadamente 2 a 4 mm.

Para realizar la transferencia a la etapa de engorde se cosecha el 100% de la laguna de pre-engorde y se transfiere, en tanques con agua y oxígeno, a una densidad de 3.5 kg biomasa/10 m<sup>3</sup> de agua a la etapa de engorde.<sup>9</sup> El porcentaje de mortalidad es alto y puede alcanzar un 40%, esto se debe principalmente a los depredadores, al trauma durante la cosecha y la transferencia a la siguiente etapa.

#### 4. Etapa de engorde<sup>10</sup>

La fase de engorde dura 90 días en promedio según la talla final que se requiera, dependiendo del mercado el peso varía; no obstante, en nuestro país el peso final deberá ser aproximadamente de 950 g.

Los factores importantes en la etapa de engorde son: densidad, alimento, biomasa económica y rendimiento.

La densidad de siembra dependerá de la infraestructura disponible, herramientas de manejo, disponibilidad de capital, costos, disponibilidad de nutrientes, valor en el mercado, entre otros. Las fincas extensivas de tipo comercial, con limitado capital o sin nutrientes disponibles de alta calidad, proveen la base a medianas producciones (semi-intensivas) hasta alcanzar las grandes producciones (superintensivas) con alta inversión y alto aporte de nutrientes

Con respecto a la alimentación, existen dos formas para alimentar los peces: por cálculo respecto al peso del alevin (Cuadro 2) y Ad libitum.

<sup>9</sup> Leyva, CM. 2009. Comentarios a la Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia (entrevista). San Pedro Sula, HN, Consultor especialista en tecnología agro-industrial.

<sup>10</sup> SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, AR). 2009. Acuicultura, cultivos-especies-Tilapia (en línea). Buenos Aires, ARG. Consultado 5 ene. 2009. Disponible en <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>

**Por cálculo:** el alimento Tilapia 32 % está diseñado para promover el crecimiento de tejido muscular en peces entre 80-400 gramos, obteniendo crecimientos entre 1.5-2.5 g/día. Para lograr los 400 g se tarda entre 100 y 120 días con factores de conversión de 1.4- 1.6.

**Cuadro 2: Metodología de suministro<sup>11</sup>**

TAMAÑO DE LARVA / ALEVÍN	TIPO DE ALIMENTO	% DE PESO VIVO ALIMENTO / DÍA.
100 gramos.	Tilapia 32 %	2.8 % ( dos veces por día )
200 gramos.	Tilapia 32 %	2.3 % ( dos veces por día )
300 gramos.	Tilapia 32 %	2.0 % ( dos veces por día )
400 gramos,	Tilapia 32 %	1.80 % ( dos veces por día )

**Ad libitum:** consiste en que el pez se alimenta cuanto quiera comer, generalmente se realiza cuando no hay limitantes de presupuesto; esta forma de alimentación varía dependiendo las condiciones ambientales del día.

La biomasa económica se refiere a la cantidad de peces en peso y se sitúa entre la capacidad de soporte del sistema y la biomasa crítica<sup>12</sup>. La biomasa económica representará el valor de la biomasa en peces a la cual existe la mayor ganancia acumulada durante el ciclo de cultivo (máxima rentabilidad posible a obtener). En ese punto se deberá realizar la cosecha parcial o total de los peces, ya que si el cultivo continúa, se disminuirá la productividad del sistema y bajarán las ganancias.

El rendimiento común a obtener en los cultivos en jaulas con alto flujo de agua de recambio y cerramientos de bajo volumen es de 200 kg de peces/m<sup>3</sup> (unos 2000 peces/ha). El rendimiento está vinculado con la capacidad de soporte de los sistemas empleados y la biomasa crítica para realizar una buena planificación de la producción. El índice de productividad, los costos de producción y la rentabilidad son bastante diferentes entre los distintos sistemas de producción, lo cual depende de la calidad de la ración ofrecida, el uso o no de aireación y la intensidad del recambio de agua. Una cantidad de peces con peso entre 30 a 400 kg/ha, puede ser obtenida en estanques que no reciben aporte de nutrientes (ración y fertilizantes); mientras que, en aquellos estanques donde los peces reciban ración balanceada, pueden obtenerse entre 4000 y más kg/ha.

Los productores de tilapia tienen tres alternativas para acortar el ciclo de engorde: reducir la densidad, mejorar la calidad del alimento, modificar las condiciones ambientales con aireación o recambio de agua, lo que permitirá una alta tasa de alimentación, favoreciendo el crecimiento. En las regiones con energía no muy costosa, podrá airearse económicamente los estanques. Cuando esto no sucede, la única alternativa es el recambio de agua (si no es de bombeo) o bien, reducir la densidad de siembra.

**Cosecha:** la cosecha de peces de 300 gramos para el mercado local, se realiza entre los 6 y 8 meses de crecimiento; en cultivos en jaulas flotantes para exportación, alcanzan un peso de 800 gramos a los 8 meses.

11 Grupo ALCON. 2009. Programa de alimentación ALCON para el cultivo de tilapia (entrevista). San Pedro Sula, HN. Grupo ALCON.

12 Biomasa crítica: cantidad posible a cultivar de peces en peso según el sistema.

La cosecha se puede realizar con red agallera de superficie, atarralla, chinchorro playero, anzuelo y cosechadoras automáticos.

## D. Materia prima e insumos para el proceso productivo

La materia prima e insumos que aquí se exponen son las entradas básicas para un proceso productivo estándar para el cultivo de tilapia (reproducción, crecimiento, pre-engorde y engorde).

### a. Agua

El agua es el insumo básico y de su calidad depende el crecimiento del pez y, consecuentemente, la producción de la finca. Los principales parámetros que debe poseer el agua de una finca para el cultivo de tilapia son:

**Temperatura.** El crecimiento óptimo se obtiene a 26 °C, aunque se puede manejar un rango de 25 – 32 °C.

**Oxígeno disuelto.** La tilapia soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el medio (3 mg/l); por debajo de este nivel es necesario implementar un sistema alterno de suministro de oxígeno de recambio o aireación.

**Aireación.** Existen dos tipos de aireación, natural y mecánica. La aireación natural son las caídas de agua en escaleras, chorros, cascadas y sistemas de abanico, mientras que la aireación mecánica consiste en motobombas, difusores, aireadores de paletas o de inyección de O<sub>2</sub>, generadores de oxígeno líquido, entre otros; este tipo de aireación es el más usado en Honduras.

**pH.** El rango conveniente de pH del agua para piscicultura oscila entre 7 y 8. Mientras más estable permanezca el pH mejores condiciones se propiciarán para la producción natural de alimento.

**Dureza.** Los efectos de la alcalinidad y de la dureza del agua no son directos sobre los peces, sino sobre la productividad del estanque. Una alcalinidad de 75 mg CaCO<sub>3</sub>/l, se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque; el límite de dureza para el crecimiento de la tilapia son 400 mg/l, expresados como CaCO<sub>3</sub>.

**Turbidez.** Al impedir la libre penetración de los rayos solares, la turbidez limita la productividad natural del estanque, lo que a su vez reduce la disponibilidad de alimento para la tilapia. Por lo que se recomienda que el agua de los estanques no sea turbia para que el fitoplancton se pueda desarrollar adecuadamente. En caso de que las aguas sean demasiado turbias (menos de 30 cm. Disco Secchi) conviene propiciar el recambio del agua.

**Contaminantes.** Entre mayor sea la biomasa manejada, mayor es el grado de deterioro del ambiente. La contaminación es la consecuencia de la alimentación (concentrado), de la fertilización del agua y de las heces de los peces cultivados.

## b. Alimento

El alimento, como insumo, representa entre el 65 al 75% de los costos de producción, por lo tanto, su utilización eficiente asegurará el éxito de la operación. Se debe identificar un alimento concentrado adecuado a cada etapa de cultivo de tilapia. El concentrado debe cumplir con requerimientos nutricionales y físicos que ofrezcan un aprovechamiento óptimo del insumo, garantizando así el mejor crecimiento de los organismos en cultivo y la reducción de los desperdicios y residuos. Entre las características nutricionales del alimento se deben considerar los niveles de proteína, energía, minerales y vitaminas; y entre las características físicas, la flotabilidad y el tamaño de la partícula. A medida que el pez va creciendo se debe incrementar gradualmente la cantidad de alimento a suministrar diariamente para llenar la ración de acuerdo con el rango de peso del pez en ese momento. (Cuadro 3).

**Cuadro 3: Parámetros de alimentación<sup>13</sup>**

DÍAS	RANGO DE PESO (OZ.)	PRODUCTO	CANTIDAD (OZ/DÍA)	RACIONES / DÍA
<b>Etapas de reversión sexual y larvas ( tilapia 45 %: t-45% L-0,L-1,L-2)</b>				
30	0.1 a 0.2	T-45% L.0	0.25	6 a 8
20	0.2 a 0.6	T-45% L.1	20	4 a 6
20	0.6 a 1	T-45% L.2	35	4 a 6
35	1 a 1.5	T-40% E.0	55	4 a 6
<b>Etapas de alevinaje (tilapia 40% e-0)<sup>14</sup></b>				
35	1.5 a 3	T-40% E.0	80	4 a 6
30	3 a 6	T-32 % E.2	115	3 a 4
30	6 a 9	T-32 % E.2	170	3 a 4
30	9 a 11	T-28 % E.3	190	3 a 4
40	11 a 16	T-28 % E.3	210	3 a 4

Fuente: Programa de Alimentación ALCON para el cultivo de tilapia

## E. Principales impactos ambientales

Antes de establecer o expandir una finca para el cultivo de tilapia, es necesario identificar los principales impactos, negativos y positivos, generados durante las diferentes etapas del proyecto (Cuadro 4).

<sup>13</sup> Grupo ALCON. 2009. Programa de alimentación ALCON para el cultivo de tilapia: alimento diseñado específicamente para alimentación de larvas y alevines de tilapia desde 0.01 gramos hasta 25 gramos de peso aproximadamente (entrevista). San Pedro Sula, HN. Grupo ALCON.

<sup>14</sup> **NO SALE EN WORD**

**Cuadro 4: Identificación de impactos ambientales y socioeconómicos**

Etapa	IMPACTOS	
	Ambientales	Socioeconómicos
Factibilidad	<p><b>Negativos</b> Debido a que esta es la etapa de planificación no ocurren impactos directos. Pero dependiendo de la planificación que se realice, ocurrirán los impactos y su intensidad en las etapas siguientes.</p> <p><b>Positivos</b> Cumplimiento de los planes de ordenamiento territorial.</p>	<p><b>Positivos</b> Generación de empleos por la elaboración de estudios.</p>
Construcción	<p><b>Negativos</b> Contaminación del agua, aire, suelo. Pérdida de biodiversidad. Pérdida de la estructura paisajística.</p> <p><b>Positivos</b> Uso racional de los recursos cumpliendo las leyes y normas técnicas ambientales.</p>	<p><b>Negativos</b> Disminución en la disponibilidad del recurso agua para uso comunitario.</p> <p><b>Positivos</b> Incremento en los ingresos (empleos, etc.). Desarrollo económico local.</p>
Operación	<p><b>Negativos</b> Contaminación del agua. Sobrecarga de los suelos por aporte desmedido de nutrientes. Pérdida de la biodiversidad. Pérdida de la estructura paisajística.</p> <p><b>Positivos</b> Uso racional de los recursos cumpliendo las leyes y normas técnicas ambientales.</p>	<p><b>Negativos</b> Disminución en la disponibilidad del recurso agua para uso comunitario.</p> <p><b>Positivos</b> Generación de empleos. Desarrollo local. Mejoramiento de la dieta alimenticia.</p>
Cierre y pos-clausura	<p><b>Negativos</b> Contaminación del agua, aire y suelo.</p> <p><b>Positivos</b> Reducción en la demanda de recursos en la zona.</p>	<p><b>Negativos</b> Pérdida de empleos. Reducción en los ingresos municipales. Disminución en el desarrollo local.</p> <p><b>Positivos</b> Incremento en la disponibilidad de los recursos para uso social.</p>

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH

A continuación se detallan los impactos negativos y positivos en cada una de las etapas del ciclo de proyecto para el cultivo de tilapia.

## I. Impactos negativos por etapa de proyecto

Durante la etapa de factibilidad no se generan impactos negativos, no obstante, esta etapa es clave para que la finca se construya y opere con el menor impacto sobre el medio ambiente. El grado en que se afectarán los recursos depende del tipo de planificación, por lo que se deberá concebir la construcción y operación de las instalaciones con los mínimos impactos en el entorno, y bajo la premisa de usar racionalmente los recursos y servicios. Igualmente, se debe poner especial atención en la selección y uso adecuado de maquinaria durante cada una de las etapas.

En la etapa de construcción existen impactos negativos por el acondicionamiento del terreno, desarrollo de obras físicas y las instalaciones en general; el suelo es el recurso perturbado con mayor intensidad; sin embargo las emisiones atmosféricas y el incremento del ruido contaminan el aire. Asimismo, los ríos se sedimentan y la calidad del agua es afectada por la falta de saneamiento básico.

Sin embargo, la etapa de operación es la más crítica en cuanto a la perturbación del entorno, ya que la inversión supone una operación continua en la zona. Durante esta etapa, la contaminación del agua es el principal impacto ocasionado por el vertido de aguas a cuerpos receptores; el agua vertida tiene altas concentraciones de materia orgánica debido a la fertilización en el cultivo de tilapia, ya sea naturales o artificiales, y la alimentación a los peces. Además, el impacto en el recurso suelo se dará principalmente por el mal manejo de los lodos provenientes de las lagunas y el levantamiento de polvo por el movimiento de vehículos dentro del plantel.

En la etapa de cierre y posclausura se pueden producir impactos ambientales pero estos también dependerán de la planificación de las actividades del desarrollador del proyecto. Partiendo de esto, es clave poder analizar los principales residuos y emisiones de una finca para el cultivo de tilapia.

### a. Generación de residuos sólidos

**Residuos sólidos orgánicos.** En el cultivo de tilapia la mayor cantidad de residuos orgánicos son el lodo y los animales muertos. El lodo es producto de la limpieza del fondo de los estanques y se produce por la alimentación, fertilización y excretas de los peces.

**Residuos sólidos domésticos.** La mayoría de residuos sólidos que se generan en las actividades de este sector son de tipo orgánico; no obstante, también se generan plásticos, papel, envases de hormonas, vitaminas, antibióticos y otros similares.

**Residuos peligrosos.** Dentro de los residuos sólidos peligrosos se incluyen los residuos de medicamentos, alimento y fertilizantes químicos, utilizados y en condiciones no aptas para su uso (vencidos, dañados, etc.).

## b. Generación de residuos líquidos

Las aguas residuales que se generan en las fincas para el cultivo de tilapia, se clasifican en dos tipos:

**Aguas domésticas.** Se generan por el aseo personal, uso de sanitarios, entre otros.

**Aguas del proceso productivo.** Son generadas por los recambios de agua en los estanques y el agua que proviene de las actividades generales de limpieza de las instalaciones.

Es importante mencionar que el mal manejo o disposición de los residuos sólidos y líquidos, resulta en:

- a). Generación de olores desagradables.
- b). Proliferación de insectos y presencia de roedores (vectores sanitarios).
- c). Contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- d). Deterioro de la calidad del paisaje. la proliferación de vectores sanitarios (moscas, roedores e insectos).

## 2. Impactos positivos por etapa del proyecto

Entre los impactos positivos del cultivo de tilapia en la etapa de factibilidad se pueden mencionar el cumplimiento a los planes de ordenamiento territorial, como beneficio ambiental, y la generación de empleos como beneficio socioeconómico.

En la etapa de construcción, el beneficio ambiental es el uso racional de los recursos por el cumplimiento de las leyes y normas técnicas ambientales; por otro lado, se obtienen impactos socioeconómicos al incrementar los ingresos y el aporte al desarrollo económico local.

En la etapa de operación, los impactos positivos más evidentes son, al igual que en la etapa de construcción, el uso racional de los recursos por el cumplimiento de las leyes y normas técnicas ambientales, el incremento en los ingresos, el desarrollo económico local, la disponibilidad de carne (proteína animal) de buena calidad para el consumo, la creación de puestos de trabajo en las zonas rurales e ingresos para las alcaldías municipales.

Los impactos positivos en la etapa de cierre y posclausura son la reducción en la presión de los recursos por su demanda y mayor disponibilidad de estos para la población de la zona de influencia del proyecto.



# SECCIÓN III: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES



El objetivo de las buenas prácticas ambientales es exponer y promover la implementación de medidas, pautas, y acciones concretas, orientadas a mejorar el rendimiento ambiental de los proyectos y, por lo tanto, reducir los impactos ambientales generados por el cultivo de tilapia en las diferentes etapas del proceso productivo. Igualmente, tiene como propósito contribuir a generar grandes ahorros dentro de la empresa y mejorar la competitividad del rubro.

De esta forma, la implementación de las buenas prácticas proporcionadas en esta guía, permitirá que el desarrollador del proyecto cumpla con las disposiciones establecidas por la autoridad ambiental en las diferentes etapas del proyecto, ya sea en lo técnico o en lo legal.

## **A. Etapa de factibilidad**

Durante la etapa de factibilidad se detallan las consideraciones que se deben tomar en cuenta para la instalación de una finca para el cultivo de tilapia, contemplando los requerimientos básicos de ubicación, servicios, diseño y equipo, y disposiciones legales que deben cumplirse previamente al inicio de la construcción y operación de la finca.

## I. Requerimientos

### a. Requerimientos de ubicación

El presente apartado debe ser considerado por los responsables de la selección del sitio al ubicar la finca para el cultivo de tilapia. En este sentido, los requerimientos o recomendaciones que se exponen en esta sección tienen el objetivo de orientar el análisis de la disponibilidad y capacidad de carga de la zona, para proveer las condiciones óptimas para la operación de la actividad piscícola. A continuación los requerimientos y recomendaciones.

**FR-1.** Solicitar un dictamen técnico a DIGEPESCA y zoosanitario a SENASA para que determine la viabilidad de la ubicación de la finca o proyecto para el cultivo de tilapia en el sitio propuesto por el desarrollador del mismo, así como el cumplimiento de todas sus disposiciones.

**FR-2.** Se recomienda solicitar una constancia al ICF estableciendo que no existen restricciones de índole forestal o intervención de áreas protegidas en la zona propuesta para el desarrollo del proyecto. Por lo tanto, el proyecto no debe encontrarse dentro de un área protegida, a menos que la actividad esté de acuerdo con el plan de manejo aprobado por la autoridad competente.

**FR-3.** Aquellos proyectos que pretendan ubicarse en zonas de importancia arqueológica debidamente declaradas deberán regirse por las disposiciones del Instituto de Antropología e Historia.

**FR-4.** Seleccionar el sistema de cultivo a emplear (nivel tecnológico). Planificar costos, capital, maquinaria, insumos, mano de obra y labores.

**FR-5.** Conocer la política agraria, posibles mercados para la venta del producto, su distancia, medios de transporte, demanda en volumen, calidad, y precios.

**FR-6.** Considerar el clima de la zona: tipo de clima, temperaturas promedio mensual, anual y extremas, precipitación promedio mensual, anual y extremas (mm), vientos dominantes (dirección y velocidad), humedad relativa y absoluta, frecuencia de huracanes, entre otros eventos climáticos extremos, radiación o incidencia solar.<sup>15</sup>

**FR-7.** Analizar las vías de acceso a la finca y dentro de la misma con el fin de mejorar o construir vías para facilitar las labores del cultivo de tilapia.

**FR-8.** El sitio debe tener terreno suficiente para las obras colaterales como sistema de tratamiento de agua, oficinas, bodegas de insumos, etc., y planificación de ampliaciones futuras.

**FR-9.** Todo proyecto que requiera producción con agua dulce o salobre debe contemplar la toma de aguas superficiales y no la de aguas subterráneas, salvo que no se cause una merma sustancial del acuífero y se cuenten con los permisos correspondientes.

**FR-10.** Si el cultivo de la tilapia se realiza en estanques o lagunas, se recomienda elegir terrenos con porcentajes de arcilla superiores al 5% para evitar infiltración.

<sup>15</sup> Dittel, N. 2008. Guía ambiental centroamericana para el sector avícola. San José, CR. UICN. s.p.

**FR-11.** Se recomienda utilizar terrenos que no interfieran con cultivos o zonas de bosque bajo aprovechamiento por pobladores o trabajadores de la zona.

**FR-12.** Se recomienda un estudio hidrológico para realizar un balance con la demanda total de agua que requiere el cultivo de tilapia; considerando así, pérdidas por evaporación, filtración, y recambios de agua. Además, se debe seleccionar si el llenado es por gravedad o mecánico para calcular los tiempos y costos de recambio.<sup>16</sup>

**FR-13.** Considerar las amenazas y vulnerabilidad en la zona (inundaciones, deslizamientos, incendios entre otros).

**FR-14.** Conocer las diferentes tecnologías de producción, así como sus ventajas y desventajas económicas, comerciales y ambientales.<sup>17</sup>

**FR-15.** Identificar los productos, subproductos y residuos generados por el proceso productivo.<sup>18</sup>

**FR-16.** Cuando el cultivo de tilapia se pretende desarrollar en lagos, lagunas o en cuerpos de agua artificiales como represas (ya sea mediante jaulas o de forma extensiva), se deben considerar restricciones ambientales y legales más estrictas; especialmente cuando estos cuerpos de agua son compartidos con otros pobladores o comunidades (ver sección de marco legal para los requerimientos legales para este tipo de producción).

**FR-17.** Acorde a la Ley Forestal, las áreas adyacentes a los cursos de agua deberán ser sometidas a un Régimen Especial de Protección; no obstante, y en cualquier circunstancia, deberán tenerse en cuenta las regulaciones siguientes:

- a). 1) Las de recarga hídrica o cuenca alta son zonas de protección exclusiva, se prohíbe todo tipo de actividad en estas zonas cuando estas cuencas están declaradas legalmente como zonas abastecedoras de agua. Estas áreas estarán determinadas por el espacio de la cuenca comprendido desde cincuenta metros (50 mts) abajo del nacimiento, hasta el parte aguas comprendida en la parte alta de la cuenca. Cuando exista un nacimiento en las zonas de recarga hídrica o cuenca alta dentro de un área que no tenga declaratoria legal de zona abastecedora de agua, se protegerá un área en un radio de doscientos cincuenta metros (250 mts) partiendo del centro del nacimiento o vertiente; 2) En los ríos y quebradas permanentes se establecerán fajas de protección de ciento cincuenta metros (150 mts), medidos en proyección horizontal a partir de la línea de ribera, si la pendiente de la cuenca es igual o superior a treinta por ciento (30%); y de cincuenta metros (50 mts) si la pendiente es inferior de treinta por ciento (30%); dentro de las áreas forestales de los perímetros urbanos se aplicarán las regulaciones de la Ley de Municipalidades ;y, 3) Las Zonas Forestales costeras marítimas y lacustres, estarán protegidas por una franja no menor de cien metros (100 mts) de ancho a partir de la línea de marea más alta o el nivel más alto que alcance el Lago o Laguna.
- b). En estas zonas de protección se prohíbe cortar, dañar, quemar o destruir árboles, arbustos y los bosques en general. Igualmente, se prohíbe la construcción de cualquier tipo de infraestructura, la ejecución de actividades agrícolas o pecuarias y todas aquellas otras que pongan en riesgo los fines perseguidos.

<sup>16</sup> CEP (Centro de Desarrollo Pesquero, ESA). 2001. Guía para el Cultivo de Tilapias en Estanques (en línea). San Salvador, ES. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en: [http://www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file\\_1167.pdf](http://www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file_1167.pdf)

<sup>17</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2000. Guía ambiental para el subsector camaronicultor. Bogotá, Colombia. 97 p.

<sup>18</sup> Ídem

- c). Se exceptúa aquella infraestructura hídrica de manejo y gestión del agua e infraestructura vial, sin perjuicio del estudio del impacto ambiental.
- d). Las actividades agrícolas existentes a la entrada en vigencia de la presente Ley se respetarán, pero simultáneamente se fomentarán y apoyarán proyectos agroforestales orientados a la protección y el manejo apropiado de los recursos naturales y del ambiente.<sup>19</sup>
- e). Antes de seleccionar el sitio, se deberán consultar los planes de ordenamiento territorial municipal, para verificar la compatibilidad de la actividad con el área del proyecto.
- f). Abocarse a la alcaldía municipal que corresponda para determinar si la zona tiene alguna restricción ambiental como ser zona de acuífero, u otra regulación ambiental municipal.

## b. Requerimientos de servicios

El propósito del presente apartado es proponer acciones que permitan garantizar la disponibilidad de recursos en cantidad y calidad para la operación de la finca de cultivo de tilapia. En este sentido, las siguientes recomendaciones pretenden evitar problemas con los servicios básicos y el manejo de los recursos en general.

**FR-18.** Se debe analizar el tipo de suelo, área requerida, topografía, posibilidad de expansión, y drenaje entre otros.

**FR-19.** Se recomienda realizar un cálculo estimado de la cantidad de agua necesaria para el funcionamiento de la finca de tilapia, para compararlo con los datos de la oferta hídrica. En este sentido, se debe tomar en consideración la disponibilidad, caudal, calidad, costos, permisos, y demanda de agua. Además del equipamiento necesario, impactos ambientales y leyes o regulaciones sobre el uso de este recurso.

**FR-20.** Se deben analizar los posibles impactos ambientales por el uso del recurso agua en la zona. Igualmente, deben revisarse las leyes o regulaciones sobre el uso de este recurso. Estas medidas se deberán hacer todavía más extremas si los estudios técnicos realizados previamente indican la existencia de un acuífero freático (somero y abierto) bajo el área del proyecto.

**FR-21.** De acuerdo al tamaño y propósito del proyecto se debe tener en consideración si es necesario estar cerca de una fuente de energía eléctrica o la instalación de un sistema auxiliar de generación.

**FR-22.** Identificar con antelación la disponibilidad de mano de obra preferiblemente local, mercado para la venta o distribución del producto, distancia, vías de comunicación y transporte, entre otros.

**FR-23.** Como parte de la planificación, se deben considerar los insumos que se requieren (fertilizantes, suplementos vitamínicos, hormonas, antibióticos y minerales, alimento balanceado, etc.) y en qué cantidades, con el fin de contar con un sitio particular dentro del área de la bodega o almacén que cumpla con las medidas básicas de seguridad respecto a derrames o manipulación indebida de las

---

<sup>19</sup> Congreso Nacional de Honduras. 2007. Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (Decreto No. 98-2007. Art. 123

mismas. Sólo se deberán almacenar las sustancias que realmente se vayan a utilizar y en las cantidades mínimas.

**FR-24.** Se recomienda que los caminos de acceso al sitio se encuentren en condiciones adecuadas para el transporte de la materia prima e insumos.

**FR-25.** Analizar qué otros servicios públicos o privados son requeridos y cuál es su disponibilidad.

### **c. Requerimientos para el diseño de instalaciones y la selección de equipo**

El presente apartado tiene el propósito de enunciar las condiciones mínimas requeridas para el óptimo funcionamiento de la finca para el cultivo de tilapia. Estas recomendaciones ofrecen oportunidades para ahorrar energía y hacer un uso óptimo de los recursos que la finca requiere:

**FR-26.** Si es requerido por el proyecto, realizar el diseño de las instalaciones eléctricas de tal modo que cumplan con las disposiciones de la empresa reguladora del servicio.

**FR-27.** Realizar el diseño del sistema de captación y distribución de agua, dependiendo de los requerimientos del cultivo de tilapia.

**FR-28.** Se recomienda utilizar tecnologías para reducir el consumo de agua (aireadores, recirculación, policultivos, entre otros).

**FR-29.** El diseño del sistema sanitario será de acuerdo a la operación máxima de la finca para el cultivo de tilapia.

**FR-30.** Se recomienda que la finca cuente con un sistema de tratamiento para las aguas residuales. Las descargas de la finca para el cultivo de tilapia deberá cumplir con la norma técnica nacional y el reglamento correspondiente.

**FR-31.** Se recomienda seleccionar tecnología con baja demanda de energía para producir el mismo nivel de iluminación requerido en las operaciones de la finca para el cultivo de tilapia. Para asegurarse, debe consultar a su proveedor cuales son las ventajas del producto y los consumos que demandan.

**FR-32.** Diseñar el sistema de iluminación sectorizado, de tal forma que sólo se enciendan aquellas lámparas cercanas al pulsador de la luz.

**FR-33.** Diseñar y prever las conexiones telefónicas o cobertura de telefonía móvil.

**FR-34.** Considerar el diseño del área de administración, área para la flota de vehículos, área para el almacenamiento de equipo y repuesto, así como para materiales auxiliares. Se recomienda diseñar bodegas separadas para alimentos, productos veterinarios y agroquímicos.

**FR-35.** Conexión con caminos para el transporte de insumos y producto.

### Recomendaciones para el almacenamiento de los productos

El almacenamiento deberá ser diseñado o programado de acuerdo al volumen procesado, y cumplir los requisitos de construcción para conservar adecuadamente la materia prima e insumos como alimentos, medicinas y fertilizantes. Así como separar el equipo de trabajo, artes y aparejos de pesca, y sustancias peligrosas; y, por último, los contenedores, neveras o frigoríficos para el mantenimiento adecuado de la tilapia cultivada.

#### Alimento<sup>20</sup>

Mucho de los problemas con el alimento se presentan por un mal sistema de almacenamiento. Los requerimientos básicos para un buen bodegaje de alimentos concentrados son:

- a). Protección de temperaturas altas y humedad: una bodega seca, libre de humedad, evita la oxidación de grasas y la proliferación de hongos y bacterias. Debe contar con pisos y paredes impermeables, con suficiente espacio para una ventilación óptima y buena iluminación, sin permitir la entrada directa de los rayos del sol. Entre las consecuencias más importantes de un almacenamiento inadecuado están la proliferación de hongos, que se presentan con humedades superiores al 70% y se hace máxima a temperatura entre los 35°C y los 40°C.
- b). Protección contra insectos y roedores: los programas de fumigación y trampas para roedores evitan la contaminación del alimento.
- c). Rotación de inventarios: almacenajes por periodos cortos evitan la pérdida de nutriente.
- d). Los sacos de alimento deben almacenarse sobre estibas de madera o plástico, pero nunca en contacto directo con el suelo o piso. Entre estibas debe haber una distancia de por lo menos 50 cm.
- e). La zona de almacenamiento debe mantenerse completamente limpia.

#### Productos químicos<sup>21</sup>

**FR-36.** En las bodegas de productos químicos, debe realizarse la separación de acuerdo a las características en la etiqueta de los productos. Debe prohibirse estrictamente fumar en las bodegas. No usar, por ningún motivo, velas, lámparas de petróleo o cualquier otra fuente de ignición, dentro de las bodegas.

**FR-37.** No almacenar combustibles dentro de las bodegas o junto a ellas. Además de las medidas preventivas, debe disponerse de los elementos necesarios para extinguir el fuego. Debe disponer de extintores de polvo químico seco o espuma multipropósito. Los extintores deben ser recargados anualmente. Los que se hayan usado parcialmente deben ser recargados inmediatamente.

**FR-38.** Utilizar equipo apropiado para a) limpieza: pala plana de plástico, escoba, estopa de algodón, detergente, soda cáustica; b) residuos: recipientes con tapa y bolsas plásticas resistentes; c) seguridad: botiquín y equipo lavaojos.

20 ALICORP S.A. s.f. Manual de crianza de tilapia, Lima, PER. 15 p.

21 Dittel, N. 2008. Guía ambiental centroamericana para el sector avícola. San José, CR. UICN. s.p.

**FR-39.** Dedicación exclusiva: en las bodegas de productos químicos no debe almacenarse alimentos para el hombre o los animales, ropas, calzado, elementos de protección, artículos de uso doméstico, en general, ningún elemento cuya contaminación pueda representar un riesgo para las personas.

**FR-40.** Protección contra factores de deterioro: los productos químicos deben protegerse de la humedad, el sol directo y el calor excesivo. Los productos químicos deben separarse de acuerdo con sus riesgos y debe establecerse una rotación de manera que salgan primero aquellos productos que presentan fecha de vencimiento más próxima.

**FR-41.** Productos parcialmente usados: los envases parcialmente usados deben guardarse con las tapas bien apretadas. Las bolsas deben enrollarse con cuidado de abajo hacia arriba, para sacarles la mayor cantidad posible de aire y asegurarlas con una cinta adhesiva, una banda de caucho o colocarlas dentro de una bolsa plástica. Cuando se requiera una nueva aplicación, debe utilizarse primero los envases parcialmente usados.

**FR-42.** Orden y aseo: la bodega debe permanecer ordenada y limpia. Para barrer el piso se debe usar materiales absorbentes húmedos, como aserrín.

**FR-43.** Volumen de almacenamiento: la bodega no debe llenarse al 100% de su capacidad. Las hojas de seguridad de todos los productos químicos deben reposar en la bodega y ser de conocimiento de todo el personal

#### d. Requerimientos legales- ambientales

Este apartado debe ser considerado por los responsables de realizar los trámites para la obtención de permisos de operación y licenciamiento ambiental de la finca para el cultivo de tilapia. El objetivo de la sección es brindar lineamientos sobre los requerimientos legales – ambientales en las diferentes etapas del ciclo de proyecto.

**Cuadro 5: Permisos requeridos de acuerdo a la etapa del proyecto**

Tipo de Permiso	Etapas	Legislación aplicable	Institución	Observación
<b>Permisos obligatorios</b>				
<b>Ambiental:</b> Licencia Ambiental	Factibilidad, construcción y operación	Artículo 5: Ley General del Ambiente	SERNA	Renovable cada dos Años.
<b>Ambiental:</b> Contrata de Aprovechamiento de Aguas Nacionales	Construcción y operación	Artículo 17: Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales	SERNA	Aplica para pozo o cursos de agua superficial no conectados al sistema de agua potable

<b>Construcción:</b> Permiso de Construcción	Construcción	Artículo 139: Ley de Municipalidades	Alcaldía Municipal	Requerido para Construcciones Nuevas o ampliaciones
<b>Ambiental:</b> Auditoría de cierre, etapa construcción	Construcción	Artículo 140: Reglamento de la Ley General del Ambiente		En cumplimiento a las obligaciones contraídas con la suscripción del contrato de medidas de mitigación.
<b>Comercial:</b> Permiso de Operación Municipal	Operación	Artículo 78: Ley de Municipalidades	Alcaldía Municipal	Aplica a cualquier actividad lucrativa. Renovable cada año
<b>Comercial:</b> Permiso de Operación de Proyectos de Acuicultura	Operación	Reglamento de salud acuícola y Pesquera	Departamento de Acuicultura SAG	Uno de los requisitos es la realización de un estudio bio-económico.
<b>Sanitario:</b> Permiso para operación de laboratorios de producción de larvas	Operación	Artículo 61: Reglamento de salud acuícola y Pesquera	SENASA SAG	Es otorgado por el Departamento de Acuicultura
<b>Comercial:</b> Certificado Fito- zosanitario	Operación	Artículo 11: Ley Fito- zosanitaria	SENASA SAG	El trámite se realiza ante la SENASA
<b>Tributario:</b> Notificación de cierre a la alcaldía municipal	Cierre	Artículo 120: del reglamento de la Ley de Municipalidades	Alcaldía municipal	Para efectos tributarios y ambientales
<b>Ambiental:</b> Auditoría de cierre por finalización de operaciones	Cierre	Artículo 140: Ley General del Ambiente	SERNA	En cumplimiento a las obligaciones contraídas con la suscripción del contrato de medidas de mitigación.
Tributario: Notificación de cierre	Cierre	Artículo 50: Código Tributario	DEI	Liquidación deudas pendientes con el estado
<b>Permisos voluntarios, incentivos</b>				
<b>Tributario:</b> Beneficios de exoneración de impuestos	Construcción Operación Cierre	Artículo 81: Ley General del Ambiente;	DEI	Importación de maquinaria, equipo, materiales y demás insumos, requeridos para la protección al ambiente.
<b>Tributario:</b> Autorización para acceder beneficios del Régimen de Importación Temporal	Operación	Artículo 7: Ley de Régimen de Importación Temporal	SIC	Para producir bienes o servicios destinados a la exportación a países no centroamericanos

<b>Comercial:</b> Certificado de Inversión	Operación	Artículo 11: Ley de Inversiones	SIC	Necesario para acceder los beneficios establecidos en Ley de Inversiones.
--	-----------	---------------------------------	-----	---

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH

## 2. Buenas prácticas de prevención al diseñar el proyecto

En esta sección se mencionan las medidas preventivas que se deberán tomar en cuenta al momento de planificar las etapas de construcción, operación y cierre-posclausura de las fincas para el cultivo de tilapia. Dependiendo del tamaño y nivel tecnológico de cada finca para el cultivo de tilapia, se deben satisfacer precondiciones específicas de infraestructura, dependientes de la localización real; por lo tanto, y adicionalmente al esquema del proyecto, se deben tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos:

### a. Buenas prácticas de prevención al diseñar la etapa de construcción

Las medidas de prevención que se exponen en este apartado corresponden al diseño y/o ejecución de obras o actividades orientadas a anticipar y evitar los posibles impactos ambientales negativos ocasionados por el cultivo de tilapia en su etapa de construcción.

De esta forma, es necesario establecer que el desarrollador o dueño del proyecto es el principal responsable de asegurar el cumplimiento de estas medidas y evitar los impactos ambientales de las actividades de construcción. No obstante, si el desarrollador del proyecto subcontrata a una compañía o comerciante individual (contratista) para ejecutar las obras, este deberá exigir al contratista el cumplimiento de las medidas de prevención.

#### i. Gestión del aire

**FR-44.** Se deberá planificar la provisión del equipo requerido para cubrir los camiones (lona, toldo, etc.) que transporten tierra o cualquier otro material particulado que pueda emitirse a la atmósfera durante su transporte.

**FR-45.** Si se prevé necesario, para evitar el exceso de polvo, se deberá programar el riego continuo en lugares específicos que lo ameriten, pero evitando el derroche de agua. Si la fuente de agua abastece a la comunidad, no deberá entrar en conflicto con esta.

**FR-46.** Se deberá planificar la provisión de material (plásticos, etc.) para cubrir los apilamientos temporales de tierra, previa su disposición final a los sitios acordados con la municipalidad.

**FR-47.** Se recomienda preparar un reporte inicial sobre el estado de la maquinaria y equipo (historial, sistema de combustión, etc.) y un plan de mantenimiento preventivo de los mismos (frecuencia, materiales o sustancias a utilizar, sitio del mantenimiento, etc.) que permita disminuir las emisiones y el ruido en exceso.

**FR-48.** Se recomienda prevenir la dispersión del ruido ubicando barreras naturales (de materiales o cobertura vegetal) que sirvan como cortinas de aislamiento.

## ii. Gestión del agua

**FR-49.** Se deberá diseñar una estrategia y plan de saneamiento básico para la etapa de construcción del proyecto (instalación de letrinas, reglamento interno, manejo de residuos domésticos, control de vectores, etc.).

**FR-50.** Se deberá diseñar un plan de ahorro y uso eficiente del agua para la etapa de construcción, el mismo debe orientarse a la capacitación de los empleados en buenas prácticas para el manejo del recurso.

**FR-51.** Se deberá garantizar que ninguna de las actividades durante la construcción del proyecto afecte los cursos de agua cercanos al proyecto; para ello se deberán establecer prácticas para el buen manejo de los residuos sólidos, líquidos (prever la construcción de cunetas temporales de drenaje, saneamiento básico, etc.) y de los suelos removidos durante el acondicionamiento del terreno.

**FR-52.** Se recomienda involucrar a la alcaldía municipal y representantes de las comunidades en la identificación de las fuentes de agua a utilizar durante la construcción de la finca para el cultivo de tilapia. El uso del agua será únicamente para las obras del proyecto.

## iii. Gestión del suelo

**FR-53.** Para evitar derrames de combustibles y lubricantes se deberá diseñar un plan u hoja de manejo de estos productos. Igualmente, se deberá diseñar un plan de mantenimiento de la maquinaria y equipo (revisión periódica, responsable, etc.) para evitar fugas de estos contaminantes.

**FR-54.** Se recomienda que las instalaciones para el mantenimiento de equipo y/o maquinaria estén ubicadas como mínimo a 50 metros de fuentes o cuerpos de agua.

**FR-55.** En los planos de la finca para el cultivo de tilapia y de la construcción se deberán establecer claramente las áreas a intervenir, para evitar la compactación de zonas que no estén destinadas a la construcción.

**FR-56.** Se recomienda programar el riego continuo y el uso racionado del agua durante la construcción de las obras, y hacerlo del conocimiento de los trabajadores a fin de evitar la erosión eólica.

**FR-57.** Durante la planificación del movimiento de tierra y el desarrollo de las obras constructivas, se debe tomar en cuenta el manejo de sus capas más superiores, en virtud de la condición de potencial agrícola del suelo, en particular la capa fértil o con materia orgánica para que pueda ser separada y utilizada luego, ya sea dentro del mismo proyecto o fuera del mismo, en labores de restauración de suelos.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Astorga, A. 2006. Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de la infraestructura Urbana. San José, CR. UICN. 99 p.

#### iv. Gestión de los recursos biológicos y paisajísticos

**FR-58.** En los planos de la finca y de la construcción se deberán establecer claramente las áreas a intervenir, para evitar el fraccionamiento de zonas que no estén destinadas a la construcción y donde no es necesaria la intervención. En parte, esto evitará la pérdida de especies y la alteración del paisaje.

**FR-59.** En la medida de lo posible, se recomienda conocer el inventario de especies de flora y fauna de la zona de la construcción y socializarlo entre los trabajadores. Esto permitirá tener una idea de la importancia antropológica de las especies locales, y sobre las acciones de conservación que pueden realizarse al momento de la intervención.

Se recomienda preparar y brindar charlas de protección y mantenimiento de los recursos naturales a los trabajadores de la obra.

**FR-60.** Debe planificarse la adecuada gestión de los residuos de la construcción (acopio, clasificación, manejo, etc.), de forma que no exista una disposición final en la cobertura vegetal.

**FR-61.** En caso de considerar el establecimiento de áreas verdes en la finca para el cultivo de tilapia, se recomienda utilizar las especies de flora nativas de la zona.

#### v. Gestión de recursos culturales

**FR-62.** Se deberá verificar si en la zona de construcción no existe ninguna regulación especial por estar dentro de áreas de importancia arqueológica o cultural.

**FR-63.** Se deberá verificar si existe un plan de manejo de las zonas arqueológicas o territorios de grupos étnicos o afro-hondureños y considerar las disposiciones de este.

#### vi. Gestión de la energía

**FR-64.** Se recomienda diseñar un plan de ahorro y eficiencia energética (instalación de medidores en el plantel, medidas para la minimización de emisiones por el uso de la planta generadora, instalación de lámparas ahorradoras de energía (Cuadro 6), utilización de vehículos y maquinaria de bajo consumo, etc.).

**Cuadro 6: Carga térmica por iluminación**

TIPO DE LÁMPARA O BALASTRO	CONVERSIÓN EN LUZ/ WATT	CONVERSIÓN EN CALOR/ WATT
Equipos convencionales		
Fluorescente de 74 W	19	56
Fluorescente de 40 W en U	10	30
Fluorescente de 38W	10	29
Fluorescente de 20W	5	15

TIPO DE LÁMPARA O BALASTRO	CONVERSIÓN EN LUZ/ WATT	CONVERSIÓN EN CALOR/ WATT
Balastro 2X74W	0	25
Balastro 2X40W	0	16
Balastro 2X38W	0	22
Balastro 2X20W	0	12
Dicroica de 75W	5	70
Dicroica de 50W	4	46
Equipos ahorradores de energía		
Fluorescente de 60W	15	45
Fluorescente de 34 W en U	9	26
Fluorescente de 34W	9	26
Fluorescente de 32 W	8	24
Fluorescente de 17W	4	13
Balastro 2X60W	0	3
Balastro electromagnético 2X34W	0	4
Balastro electrónico 2X32W	0	0
Balastro electromagnético 2X32W	0	8
Balastro electrónico 2X32W0	0	0
Fluorescente compactada SL 15W	4	11
Fluorescente compactada SL 17W	4	13

Fuente: 1er Curso de Capacitación: Sistemas de Iluminación, PESIC, 2005.

### vii. Gestión de sustancias peligrosas

**FR-65.** Planificar la ubicación de los planteles o áreas destinadas al manejo y almacenamiento de lubricantes, combustibles y otras sustancias peligrosas dentro del plantel de construcción. Es recomendable que el área posea un acceso libre de obstáculos, tener rotulación y cercos de protección.

**FR-66.** Tal como lo indica el código del trabajo, los patronos que tengan a su servicio diez (10) o más trabajadores permanentes deben elaborar un reglamento especial de higiene y seguridad (entre otros aspectos, estos reglamentos establecen las medidas de seguridad ante materiales y elementos peligrosos). Se debe planificar la socialización y capacitación en el uso del reglamento. Ante la ausencia de este reglamento debe prepararse un plan de contingencias que, como mínimo, tome en cuenta los siguientes aspectos:

- a). Capacitación y concientización.
- b). Buenas prácticas de manejo.

- c). Hojas de seguridad.
- d). Instrucciones en caso derrames y accidentes laborales.
- e). Instrucciones para enfrentar desastres naturales.

**FR-67.** Debe preverse el manejo adecuado de las sustancias peligrosas: condiciones de almacenamiento (temperatura, luminosidad, humedad, etc.), equipo de seguridad (extintores, recipientes de recolección en caso de derrames, etc.), rotación, etc.

### viii. Gestión de residuos sólidos

**FR-68.** Se recomienda elaborar un plan de gestión de residuos sólidos (clasificación de los residuos, identificación de los gestores por tipo de residuo, responsables, transporte y sitios de disposición final, etc.).

**FR-69.** Se recomienda elaborar un plan de control de inventario para evitar la generación de residuos por materia prima vencida o dañada.

**FR-70.** Se deberá identificar el sitio para la disposición de los residuos sólidos en coordinación con la municipalidad, además de preparar un plan de transporte de residuos para disposición en los sitios autorizados.

### ix. Gestión de los residuos líquidos:

**FR-71.** Se recomienda elaborar un plan de gestión de residuos líquidos (identificar el residuo según su origen, sistema de tratamiento, disposición final, etc.).

**FR-72.** Se recomienda diseñar la instalación de letrinas o ubicación de las mismas para el uso de los trabajadores (una por cada diez).

**FR-73.** Diseñar el drenaje temporal del lavado de la maquinaria, equipo y herramientas en el área de mantenimiento.

### x. Mantenimiento de equipo e instalaciones

**FR-74.** Diseñar un plan de mantenimiento periódico del equipo e instalaciones.

**FR-75.** Prever la ubicación del plantel de mantenimiento del equipo requerido durante la etapa de construcción.

**FR-76.** Prever el establecimiento de una bodega para los materiales e insumos que se requieren para el desarrollo de la obra.

### xi. Reúso y reciclaje

**FR-77.** Se recomienda diseñar un plan de concientización dirigido a los trabajadores para promover la reutilización y reciclaje de los insumos durante la construcción.

**FR-78.** Se recomienda diseñar un programa de reutilización y reciclaje de ciertos residuos que se generen en la etapa de construcción, y que pueden ser fuente de contaminación para el agua y suelo. Como mínimo, se deben identificar los principales residuos de la etapa de construcción que tienen potencial de reutilización y reciclaje (materiales ferrosos, no ferrosos, plásticos, etc.) y establecer contactos con empresas recicladoras para gestionar su venta.

### xii. Gestión de las amenazas y riesgos

**FR-79.** Diseñar un plan de capacitación que incluya los aspectos de seguridad e higiene laboral y emergencias, entre otros.

**FR-80.** Planificar la adquisición y distribución del equipo de protección personal para los trabajadores, de acuerdo a los requerimientos de seguridad de la obra que se está desarrollando. Igualmente, debe preverse la colocación de extintores.

**FR-81.** Estipular el reglamento especial de higiene y seguridad que el Código de Trabajo de Honduras solicita al tener más de 10 trabajadores. El reglamento debe complementarse con un plan de contingencias para la etapa de construcción. Debe planificarse la socialización de ambos con todo el personal.

**FR-82.** Se recomienda identificar en los planos de la finca las áreas de protección de las lagunas, ríos, quebradas y cualquier cuerpo de agua.

## b. Buenas prácticas de prevención al diseñar la etapa de operación

Al igual que en la etapa de construcción, las medidas de prevención de esta etapa operativa equivalen al diseño o ejecución de obras o actividades orientadas a anticipar y evitar los posibles impactos ambientales negativos de una finca dedicada al cultivo de tilapia, pero durante el desarrollo del proceso productivo. Por lo tanto, el desarrollador o dueño del proyecto es el principal responsable de asegurar el cumplimiento de estas medidas y evitar los impactos ambientales de las actividades operativas.

### i. Gestión del aire

**FR-83.** Para evitar los malos olores, se recomienda elaborar un plan de gestión de residuos, el cual deberá considerar la disposición y el tratamiento (exposición al sol para neutralizar los elementos nocivos, etc.) de los residuos líquidos producto del cultivo de tilapia (lodos).

**FR-84.** Se recomienda elaborar un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo y definir un responsable de su implementación.

## ii. Gestión del agua

**FR-85.** Se recomienda diseñar un sistema de monitoreo de calidad y cantidad en las tomas de agua, en las diferentes etapas de cultivo y antes de reutilizar o descargar al medio natural. El sistema debe contemplar el monitoreo de los parámetros recomendados para el cultivo de tilapia y el monitoreo de las descargas de acuerdo a la Norma Técnica para Descargas de Agua en Cuerpos Receptores. Adicionalmente, el sistema debe considerar las mediciones para estimar las pérdidas por evaporación, filtración y recambio de agua, lo que permitirá establecer los tiempos de llenado, ya sea por gravedad o medios mecánicos, y disminuir el consumo de agua.

**FR-86.** Se recomienda elaborar un plan o procedimientos para la gestión de los residuos líquidos, el cual deber considerar un programa de monitoreo de vertidos conforme a la Norma Técnica Nacional para Descarga en Cuerpos Receptores.

**FR-87.** Se recomienda utilizar medidas preventivas de enfermedades para minimizar la aplicación de medicamentos (antibióticos, etc.).

**FR-88.** Se recomienda que la bodega de almacenamiento de insumos (nutrientes, reactivos, micro encapsulados, alimento balanceado) debe ubicarse en sitios altos de la finca, sin riesgo a inundaciones o destrucción a causa de la escorrentía a fin de evitar que los insumos se viertan y contaminen los estanques o cuerpos de agua. Las bodegas deben poseer las condiciones adecuadas de temperatura y deben estar retiradas de cuerpos receptores de agua. Igualmente, dentro de la bodega, deben rotularse los productos, colocar advertencias de manejo (temperatura de almacenamiento, inflamabilidad, etc.), y ubicar equipo que permita controlar fugas (recipientes, aserrín, etc.) e incendios (extintores, etc.).

**FR-89.** Se recomienda diseñar un programa de monitoreo de la alimentación a las larvas, alevines y peces en sus diferentes ciclos (crecimiento, pre-engorde, engorde) de tal modo que se optimice el uso del alimento y se minimice el desperdicio y contaminación del agua. El programa también deberá considerar el monitoreo de la calidad del alimento (balanceado) para alcanzar los mayores niveles de eficiencia de conversión alimenticia, opciones menos contaminantes de alimentación (ingredientes orgánicos, uso de enzimas) y mejorar calidad en los vertimientos.

**FR-90.** Se recomienda diseñar un programa para el ahorro y distribución adecuado del agua, el cual deberá establecer un sistema de registro de consumo diario, especificando cantidades de agua por laguna o estanque, recambios de agua, registros de bombeo, cálculos sobre los factores de evaporación; así como, monitoreo y reparación de fugas.

## iii. Gestión del suelo

**FR-91.** Se recomienda establecer el sistema de drenaje de las aguas lluvias en la finca de tal modo que permita disminuir los excesos de agua pero que, a la vez, conserve la estabilidad de los terrenos.

**FR-92.** Elaborar programas de protección de bordas de lagunas y taludes donde se diseñarán barreras protectoras tomando en cuenta un tipo de gramínea, arbusto o árbol, que tenga la función de brindar soporte al suelo.

**FR-93.** Diseñar un plan de gestión de residuos sólidos que programe adecuadamente la limpieza de los fondos de los estanques para librarlos de piedras, lodo excesivo, o ramas que dificulten los muestreos y la cosecha. Además, el plan debe considerar la disposición, tiempos de limpieza y responsables.

**FR-94.** Se recomienda definir las tablas de alimentación de las larvas, alevines y peces en sus diferentes ciclos (crecimiento, pre-engorde, engorde) de tal modo que se optimice el uso del alimento y se minimice el desperdicio.

**FR-95.** Para evitar derrames de combustibles y lubricantes se deberá diseñar un plan u hoja de manejo de estos productos. Igualmente, se deberá diseñar un plan de mantenimiento de la maquinaria y equipo (revisión periódica, responsable, etc.) para evitar fugas de estos contaminantes.

#### iv. Gestión de los recursos biológicos y paisajísticos

**FR-96.** Para evitar que los huevos, larvas, alevines o adultos alcancen el medio natural, o que del medio natural ingresen al cultivo de tilapia, se deberán instalar mallas de diferentes calibres en los estanques, pilas o jaulas.

**FR-97.** Diseñar un programa de sanidad agropecuaria, preventivo y correctivo, para detectar enfermedades o elementos patógenos del cultivo en su fase temprana, y así tomar medidas de control.

**FR-98.** Para evitar la ocurrencia de enfermedades se recomienda comprar semilla y padrones de laboratorios y fincas con sistema de ciclo reproductivo cerrado, y que participen de programas de bioseguridad, avalados por la autoridad nacional competente (exigir análisis de la SENASA). Si va a sembrar un estanque, pila o jaula por primera vez, infórmese primero en su zona, región, con un funcionario gubernamental o extensionista más cercano, sobre los lugares donde puede comprar reproductores o alevines de buena calidad.

**FR-99.** Para evitar propagar enfermedades al medio natural, el plan de gestión de residuos sólidos debe considerar el manejo de los peses que han muerto, los cuales no podrán ser arrojados al agua. Además, debe informarse al SENASA, entidad nacional competente, para que acorde con la situación se implementen las medidas de bioseguridad que se requieran.

**FR-100.** Las medidas de seguridad biológica en jaulas en aguas compartidas con las comunidades u otros proyectos, deberán ser más estrictas enfatizando la seguridad de las jaulas, monitoreo y el manejo adecuado de los recambios de peces en sus diferentes etapas de cultivo.

**FR-101.** Para evitar daños a la fauna que pueda ser atraída por la presencia de los estanques (aves, reptiles u otros predadores) se debe usar métodos no lesivos (mallas, sonidos fuertes, acciones de espantar, redes anti pájaros) y solicitar un permiso de caza controlada.<sup>23</sup>

---

23 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2000. Guía ambiental para el subsector camaronicultor. Bogotá, Colombia. 97 p.

#### v. Gestión de la energía

**FR-I02.** Se recomienda diseñar un programa de ahorro y uso eficiente de la energía (rotulación, selección de equipo, brindar mantenimiento a todo el sistema eléctrico, concientizar a los empleados, implementar un registro general de consumo de energía, usar focos ahorrativos, utilizar energía renovable como la producida en los biodigestores o paneles solares, etc.).

**FR-I03.** Se recomienda seleccionar tecnología con baja demanda de energía para producir el mismo nivel de iluminación requerido para las operaciones de la finca. Para asegurarse, debe consultarse a su proveedor sobre cuáles son las ventajas del producto y los consumos que demandan.

**FR-I04.** Se recomienda definir un responsable para monitorear la efectividad del programa de ahorro y uso eficiente de la energía.

#### vi. Gestión de sustancias peligrosas

**FR-I05.** Almacenar las sustancias peligrosas, especialmente los combustibles, disolventes y otros líquidos, sobre superficies impermeabilizadas que permitan recuperar posibles vertidos accidentales y evitar la contaminación del suelo o la red de alcantarillado. Particularmente, los combustibles deben almacenarse en lugares seguros, alejados de las fuentes de agua y alimentos, con su respectiva fosa y muro de contención la cual debe tener la capacidad de retener el total del volumen máximo almacenado en el tanque, en caso de un derrame.

**FR-I06.** Elaborar un plan de uso y manejo de sustancias peligrosas y su equipo de aplicación que contenga, entre otros, capacitación periódica a los empleados; revisión periódica de los productos con el fin de identificar derrames y vencimiento; revisión de la rotación de inventarios: “primero que entra primero que sale”, procedimientos y frecuencias de limpieza y recolección de envases vacíos, rotulación de productos y advertencias de seguridad.

**FR-I07.** Cumplir con las disposiciones legales para el manejo de sustancias peligrosas. Referirse al marco legal de esta guía.

#### vii. Gestión de residuos sólidos

**FR-I08.** Elaborar un plan o procedimiento para el manejo de los residuos sólidos, el cual contemple la asignación de una persona para la implementación del plan; la clasificación de los residuos del proceso (residuos del proceso, lodos, residuos domésticos, plásticos, papel, etc.); la recolección de los residuos (ubicación, lugar de acopio, frecuencia, etc.) y, además, contemplar el transporte y disposición final de estos residuos. El lugar de disposición final debe ser acordado con las autoridades municipales. Por otro lado, se deberá considerar la comercialización de los residuos, cuando existan residuos reciclables.

**FR-I09.** Disponer de un área específica y acordada con las autoridades competentes (SAG y SERNA) para la disposición de los residuos biológicos resultantes de la muerte de los peces en sus diferentes ciclos de cultivo.

**FR-I 10.** Colocar recipientes resistentes y de suficiente capacidad en todas las áreas de trabajo para la disposición temporal de los residuos sólidos de origen doméstico (rotular para impulsar el reciclaje). Los residuos sólidos de origen doméstico deberán ser colectados diariamente y trasladados al sitio de disposición final establecido con la municipalidad.

**FR-I 11.** En el área del proyecto o a sus inmediaciones, es terminantemente prohibido la quema o acumulación de residuos sólidos de cualquier composición o característica.

### viii. Gestión de residuos líquidos

**FR-I 12.** Se recomienda elaborar un plan o procedimiento para la gestión de los residuos líquidos de la finca de cultivo de tilapia. Este plan deben considerar el diseño del programa de monitoreo de las aguas servidas, así como la realización de la descarga de forma gradual con las aguas del medio receptor, entre otros aspectos; esto conforme a la Norma Técnica Nacional para Descarga en Cuerpos Receptores.

**FR-I 13.** Se recomienda diseñar sistemas que eviten la contaminación de las aguas receptoras como los procesos de lagunas de decantación, policultivos, etc.

### ix. Mantenimiento de equipo e instalaciones

**FR-I 14.** Planificar el adecuado almacenamiento de los productos de mantenimiento (lubricantes, combustibles, etc.) y sus equipos de aplicación. Las bodegas deben poseer las condiciones adecuadas de temperatura y deben estar retiradas de cuerpos receptores de agua. Además, en la bodega deben rotularse los productos, colocar advertencias de manejo (temperatura de almacenamiento, inflamabilidad, etc.), y ubicar equipo que permita controlar fugas (recipientes, aserrín, etc.) e incendios (extintores, etc.).

**FR-I 15.** Se recomienda diseñar un programa de mantenimiento preventivo del equipo e instalaciones de la finca, para evitar fugas o derrames de sustancias contaminantes, accidentes de trabajo e inconvenientes en la finca. El programa deberá comprender la capacitación a los empleados para el mantenimiento de la maquinaria y equipo; manuales de operación y mantenimiento de cada equipo; frecuencia de revisión, limpieza y reparación de cada equipo o instalación; inventario de equipo y maquinaria, entre otros. Adicionalmente, el programa deberá considerar la revisión continua de las mallas protectoras en todas las instalaciones con lo que se evitará la pérdida de agua por filtración y la entrada de especies no deseadas a las áreas de cultivo o el escape de estas al medio natural.

### x. Reúso y reciclaje

**FR-I 16.** Se recomienda diseñar un programa de reúso y reciclaje de los residuos que se generen en la finca con potencial de reciclaje y de reúso, y que puede ser fuente de contaminación para el agua y suelo. El programa debe incluir los siguientes aspectos:

a). Determinar las áreas o etapas del proceso en las que se produce cada residuo.

- b). Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición.
- c). Clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado.
- d). Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso productivo.
- e). Realizar análisis de composición de los residuos, para definir el tratamiento a utilizar.
- f). Establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados.
- g). Determinar que material puede ser reutilizado en el proceso.
- h). Desarrollar un plan de venta de residuos y sub-productos.

## **xi. Gestión de las amenazas y riesgos**

**FR-I 17.**Elaborar un plan de salud y seguridad ocupacional que incluya la capacitación de los empleados en temas de riesgo laboral y hojas de seguridad (intoxicaciones, accidentes, enfermedades, etc.) y el uso de equipo de protección personal.

**FR-I 18.**Planificar la adquisición y distribución de equipo de protección personal necesario y adecuado para llevar a cabo las labores de la finca (botas de hule, guantes, mascarillas, overoles, etc.). Además, se debe planificar el establecimiento de un botiquín de primeros auxilios.

**FR-I 19.**Se recomienda elaborar un plano de distribución de extintores contra incendios (según el tamaño de la finca y el número de instalaciones). Estos deberán estar distribuidos de tal manera que el alcance de cada uno sea un área de 20 metros como máximo. Además, deberán someterse a revisión periódica y se deberá capacitar al personal en el uso correcto de ellos.

**FR-I 20.**Elaborar un plan de contingencias para desastres provocados tanto por factores internos, como por factores de origen natural (huracanes, inundaciones, derrumbes, deslaves, epidemias o cualquier otro evento identificado con alta probabilidad de ocurrencia.) para prevenir daños a la salud de las personas y contaminación al agua y el suelo. Este plan debe contener como mínimo:

- a). Asignación de responsable de dirigir el plan.
- b). Establecer funciones y brigadas de los involucrados.
- c). Capacitar a todo el personal de la finca en la aplicación del plan.
- d). Establecer las rutas de evacuación.

**FR-I 21.**Para la gestión de la bioseguridad, se deberá planificar la implementación de todas las medidas establecidas por el SENASA.

## **xii. Gestión de los efectos acumulativos**

**FR-I 22.**Diseñar un programa de gestión ambiental y monitoreo del agua, para la finca de tilapia y cuerpos receptores que sea verificable a través de los mecanismos de autogestión y regulación de la empresa, incluyendo procedimientos y registros. Este dependerá de las necesidades, capacidad de la

empresa y requerimientos de la autoridad competente.

**FR-123.** Se recomienda realizar el chequeo médico de empleados antes de su contratación para conocer impactos crónicos en la salud.

### **ac. Prevención en la etapa de cierre y posclausura**

Las medidas de prevención para la etapa de cierre y posclausura corresponden al diseño y ejecución de obras o actividades orientadas a anticipar y evitar los posibles impactos ambientales negativos al momento de clausurar una finca que cultiva tilapia y retirar todos sus componentes.

Es necesario establecer que el desarrollador o dueño del proyecto es el principal responsable de asegurar el cumplimiento de estas medidas y evitar la generación de impactos ambientales durante el desarrollo de las subetapas de cierre y posclausura. No obstante, si el desarrollador del proyecto subcontrata a una compañía o comerciante individual (contratista) para ejecutar las obras, este deberá exigir al contratista el cumplimiento de las medidas de prevención.

#### **i. Gestión del aire**

**FR-124.** Se deberá planificar la provisión del equipo requerido para cubrir los camiones (lona, toldo, etc.) que transporten escombros, tierra o cualquier otro material en estado de partículas que pueda emitirse a la atmósfera durante su transporte.

**FR-125.** Si se prevé necesario, para evitar el exceso de polvo, se deberá programar el riego continuo en los lugares específicos que lo ameriten, pero evitando el derroche de agua. Si la fuente de agua abastece a la comunidad, no se deberá entrar en conflicto con esta.

**FR-126.** Se deberá planificar la provisión de material (plásticos, etc.) para cubrir los apilamientos temporales de escombros y tierra, previo a su disposición final en los sitios acordados con la municipalidad.

**FR-127.** Se deberá programar una revisión general de la maquinaria y equipo (historial, sistema de combustión, etc.) que se utilizará para el cierre del proyecto. Igualmente, se recomienda preparar un plan de mantenimiento preventivo de los mismos (frecuencia, materiales o sustancias a utilizar, sitio del mantenimiento, etc.) que permita disminuir las emisiones y el ruido en exceso.

#### **ii. Gestión del agua**

**FR-128.** Para evitar la contaminación de las fuentes o cursos de agua durante las subetapas de cierre y posclausura, se deberá diseñar una estrategia y plan de saneamiento básico que permita a los trabajadores evitar impactos (instalación de letrinas, reglamento interno, manejo de residuos domésticos, control de vectores, etc.).

**FR-129.** Se deberá diseñar un plan de ahorro y uso eficiente del agua para las subetapas de cierre,

el mismo debe orientarse a la capacitación de los empleados en buenas prácticas para el manejo del recurso.

**FR-I30.** Para evitar que las actividades de las subetapas de cierre del proyecto causen sedimentación en los cursos de agua o le causen impactos generales, se deberán preparar y establecer prácticas para el buen manejo de los escombros, tierra y residuos en general.

**FR-I31.** Prever la cancelación del servicio de agua y de los cánones acordados.

### iii. Gestión del suelo

**FR-I32.** Para evitar derrames de combustibles y lubricantes se deberá diseñar un plan u hoja de manejo de estos productos. Igualmente, se deberá diseñar un plan de mantenimiento de la maquinaria y equipo (revisión periódica, responsable, etc.) para evitar fugas de estos contaminantes.

**FR-I33.** Se recomienda que las instalaciones para el mantenimiento de equipo y maquinaria estén ubicadas como mínimo a 50 metros de fuentes o cuerpos de agua.

**FR-I34.** Previo al cierre, se deberán establecer claramente las áreas a intervenir, para evitar la compactación de zonas aledañas.

**FR-I35.** Se recomienda programar el riego continuo y el uso racionado del agua durante las subetapas de cierre de la finca, y hacerlo del conocimiento de los trabajadores a fin de evitar la erosión eólica; no obstante, en las regiones donde se presente escasez de agua no debe realizarse la práctica.

### iv. Gestión de recursos biológicos y paisajísticos

**FR-I36.** Establecer claramente las áreas a intervenir, para evitar el fraccionamiento de zonas aledañas a donde estuvo el proyecto debido al paso de la maquinaria y actividades generales de cierre. En parte, esto evitará la pérdida de especies y la alteración del paisaje.

**FR-I37.** Se recomienda preparar y brindar charlas de protección y mantenimiento de los recursos naturales a los trabajadores que realizarán las actividades de cierre y posclausura.

**FR-I38.** Debe planificarse la adecuada gestión de los residuos de la etapa de cierre (acopio, clasificación, manejo, etc.), de forma que no se realice la disposición de los residuos en áreas con cobertura vegetal.

**FR-I39.** Diseñar un plan de reforestación.

### v. Gestión de la energía

**FR-I40.** Se deben definir medidas clave de ahorro y eficiencia energética para aplicar en esta etapa (concientización, labores solamente en el día, uso eficiente de plantas y maquinaria, etc.)

**FR-I41.** Prever la cancelación del servicio de energía eléctrica.

#### vi. Gestión de las sustancias peligrosas

**FR-I42.** Planificar la ubicación de las áreas destinadas al manejo y almacenamiento de lubricantes, combustibles y otras sustancias peligrosas dentro de la zona.

**FR-I43.** Prever el uso de un plan de contingencias (hojas de seguridad, instrucciones, etc.)

**FR-I44.** Debe preverse el manejo adecuado de las sustancias peligrosas: condiciones de almacenamiento (temperatura, luminosidad, humedad, etc.), equipo de seguridad (extintores, recipientes de recolección en caso de derrames, etc.), rotación, etc.

#### vii. Gestión de residuos sólidos

**FR-I45.** Se recomienda elaborar un plan de gestión de residuos sólidos (clasificación de los residuos, identificación de los gestores por tipo de residuo, responsables, plan de transporte y sitios de disposición final, etc.).

**FR-I46.** La disposición final de los residuos sólidos será acordada con la municipalidad.

#### viii. Gestión de residuos líquidos

**FR-I47.** Se recomienda elaborar un plan de gestión de residuos líquidos (identificar el residuo según su origen, establecer disposición final, etc.).

**FR-I48.** Diseñar un plan de cierre del sistema de tratamiento.

#### ix. Reúso y reciclaje

**FR-I49.** Se recomienda diseñar un plan de concientización dirigido a los trabajadores para promover la reúso y reciclaje durante la etapa de cierre y posclausura.

**FR-I50.** Se recomienda diseñar un programa de reúso y reciclaje de ciertos residuos que se generen en la etapa de cierre y posclausura, y que pueden ser fuente de contaminación para el agua y suelo. Como mínimo, se deben identificar los principales residuos que tienen potencial de reutilización y reciclaje (materiales ferrosos, no ferrosos, plásticos, etc.) y establecer contactos con empresas recicladoras para gestionar su venta.

**x. Gestión de los riesgos y amenazas**

**FR-151.** Diseñar un plan de capacitación que incluya los aspectos de seguridad, higiene laboral y emergencias, entre otros.

**FR-152.** Planificar la adquisición y distribución del equipo de protección personal para los trabajadores, de acuerdo a los requerimientos de seguridad de la obra que se está desarrollando.

**FR-153.** Diseñar un plan de contingencias básico que sea funcional durante el cierre del proyecto.

**FR-154.** Se recomienda identificar en los planos de la finca las áreas de protección de las lagunas, ríos, quebradas y cualquier cuerpo de agua que pueda representar una amenaza.

**Buenas prácticas de compensación**

Parte de la sostenibilidad de los proyectos productivos depende de las relaciones que se establezcan con las poblaciones vecinas. Por ello, se recomienda que el desarrollador del proyecto lo socialice con las comunidades cercanas a las operaciones de la finca para el cultivo de tilapia. Cabe resaltar que el desarrollo de las medidas compensatorias, es voluntario por parte del desarrollador del proyecto y serán orientadas a desarrollar actividades de índole ambiental establecidas mediante una resolución administrativa por la autoridad ambiental.

**B. Etapa de construcción**

La etapa de construcción de una finca para el cultivo de tilapia incluye las actividades o sub etapas de acondicionamiento del terreno, desarrollo de obras físicas y las instalaciones en general. Sub etapas que provocan impactos negativos al ambiente. Por lo tanto, el objetivo de la presente sección es identificar y exponer los principales impactos ambientales generados por las actividades de construcción en cada factor o componente ambiental (cuadro 7).

**Cuadro 7: Identificación de impactos ambientales en la etapa de construcción**

FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN		
		ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	DESARROLLO DE OBRAS FÍSICAS	INSTALACIONES EN GENERAL
Aire	Contaminación por emisiones atmosféricas exteriores (incluidos olores)	▲	▲	
	Incremento en el ruido	▲	▲	▲
Agua	Contaminación del agua por la falta de saneamiento básico	▲	▲	▲
	Disminución del recurso por el consumo en las actividades generales de la obra	▲	▲	▲
	Sedimentación de los cursos de agua	▲	▲	▲

<b>Suelo</b>	Contaminación por derrames de combustibles y/o lubricantes	▲	▲	▲
	Pérdida de la capa orgánica	▲	▲	▲
<b>Recursos biológicos y paisajísticos</b>	Pérdida de los recursos biológicos y alteración de los recursos paisajísticos	▲	▲	
<b>Recursos culturales</b>	Pérdida del patrimonio cultural	▲	▲	▲

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH

Igualmente, se exponen los impactos ambientales específicos que pueden ocurrir por la falta de gestión de ciertos insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son clave para un adecuado manejo ambiental en toda la etapa de construcción de una finca para el cultivo de tilapia (Cuadro 8). Además de detallar las principales medidas de mitigación y corrección que deben implementarse para cada impacto identificado.

**Cuadro 8: Identificación de impactos ambientales por efectos de la construcción**

DESCRIPCIÓN	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN		
		ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	DESARROLLO DE OBRAS FÍSICAS	INSTALACIONES EN GENERAL
<b>Insumos especiales</b>				
Energía	Emissiones al ambiente por el consumo de energía	▲	▲	▲
Sustancias peligrosas	Contaminación de agua o suelo por derrames	▲	▲	
<b>Residuos</b>				
Residuos sólidos	Contaminación de agua o suelo por acumulación o mal manejo de los residuos	▲	▲	▲
Residuos líquidos	Contaminación de agua o suelo por acumulación o mal manejo de los residuos	▲	▲	▲
<b>Actividades generales</b>				
Mantenimiento de equipo e instalaciones	Contaminación de agua o suelo por derrames o la disposición inadecuada de residuos	▲	▲	▲

DESCRIPCIÓN	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN		
		ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	DESARROLLO DE OBRAS FÍSICAS	INSTALACIONES EN GENERAL
Reutilización y reciclaje	Contaminación de aire, agua y suelo por la gestión inadecuada de los residuos	▲	▲	▲
	Disminución en la capacidad de los botaderos locales		▲	▲
<b>Factores externos y de escala</b>				
Riesgos y amenazas	Efectos en la salud de las personas por accidentes laborales o eventos naturales	▲	▲	▲
	Contaminación de agua y suelo	▲	▲	▲

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH

## I. Buenas prácticas durante la construcción

Las siguientes medidas deberán ser implementadas durante las sub etapas de construcción: acondicionamiento del terreno, desarrollo de obras físicas e instalaciones en general.

Cabe mencionar que el desarrollador o dueño del proyecto es el principal responsable de asegurar el cumplimiento de estas medidas y evitar los impactos ambientales de las actividades de construcción. No obstante, si el desarrollador del proyecto subcontrata a una compañía o comerciante individual (contratista) para ejecutar las obras, este deberá exigir al contratista el cumplimiento de las medidas de mitigación o corrección.

### a. Para la gestión del aire

Los principales impactos producidos al aire durante las subetapas de construcción son la contaminación por emisiones atmosféricas exteriores (incluidos olores) y el incremento en los niveles de ruido. Por lo tanto, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 9.

**Cuadro 9: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN <sup>24</sup>	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-1.</b> Durante el transporte de material en camiones, la carga será recubierta con una carpa debidamente instalada y no se deberá exceder su capacidad de carga.</p> <p><b>CM-2.</b> Con el fin de evitar que se levanten nubes de polvo desde las zonas de trabajo, durante los períodos de época seca o de ausencia de lluvias en la zona y que existan corrientes de viento fuerte, se procederá a humedecer con agua las superficies de trabajo y de rodamiento de la maquinaria y equipo en la etapa de construcción de obras y se regulará la velocidad del tránsito. Cabe mencionar que en las regiones donde se presente escasez de agua no debe realizarse la práctica.</p> <p><b>CM-3.</b> Los apilamientos temporales de tierra serán protegidos de la erosión eólica, con el fin de evitar que los mismos sirvan de fuente de contaminación del aire del área del proyecto y su área de influencia directa. Esa protección se hará de acuerdo con las condiciones del sitio de apilamiento y su vulnerabilidad a la erosión eólica. El límite del volumen de almacenamiento de estos materiales lo determinará la capacidad que se tiene para cubrir los mismos con plásticos u otros materiales similares, que permitan su protección. En caso de que el volumen sea mayor, se evitará o limitará su almacenamiento temporal y se llevarán hasta los sitios de disposición final.</p> <p><b>CM-4.</b> La maquinaria utilizada debe estar en óptimas condiciones, por lo cual se deberá implementar periódicamente su plan de mantenimiento, de manera que se garantice el mínimo impacto ambiental al aire, por emisiones y ruido, como consecuencia de desajustes y problemas mecánicos previsibles en dicha maquinaria.</p> <p><b>CM-5.</b> Se recomienda colocar apilamientos de materiales de construcción (arena, grava, etc.) como barreras de amortiguamiento del ruido. Las barreras deben disponerse de forma tal que representen cortinas de aislamiento.</p>	<p><b>CC-1.</b> Ante fuertes vientos, se deberán detener temporalmente las actividades relacionadas al movimiento de tierra.</p> <p><b>CC-2.</b> Si ocurren desbordamientos o pérdidas de tierra o de otro material durante su movilización, se deberán revisar los medios de transporte, así como las lonas, toldos, etc., si estos presentan daños deberán ser sustituidos. Además, deberán mantenerse las rutas establecidas.</p> <p><b>CC-3.</b> En el caso de observarse emisiones anormales en cierta maquinaria y equipos, se deberá detener de forma inmediata la actividad que se esté realizando. Posteriormente, se deberá corregir las fallas y rediseñar el plan de mantenimiento.</p> <p><b>CC-4.</b> Cuando se produzcan ruidos y vibraciones que generen quejas por parte de las personas que residen en las cercanías del proyecto, se establecerá un mecanismo de diálogo y búsqueda de soluciones apropiadas que generen la menor perturbación posible, siguiendo un principio de “buen vecino”.<sup>25</sup></p> <p><b>CC-5.</b> Cuando los niveles de ruido no puedan reducirse con el mantenimiento de la maquinaria y equipo, se recomienda colocar silenciadores o utilizar equipos silenciosos.</p>

24 Astorga, A. 2006. Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de la infraestructura Urbana. San José, CR. UICN. 99 p.  
 25 Ídem

**b. Para la gestión del agua**

Los principales impactos ocasionados al agua durante las subetapas de construcción son la contaminación por la falta de saneamiento básico, la disminución del recurso por su consumo en las actividades generales de la obra, y la sedimentación de los cursos de agua. Por ello, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 10.

**Cuadro 10: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-6.</b> Implementar un plan de saneamiento básico para los planteles donde se desarrolla la construcción (instalación de letrinas, reglamento interno, manejo de residuos domésticos, control de vectores, etc.), lo cual reducirá la contaminación del recurso hídrico.</p> <p><b>CM-7.</b> Concientizar a los trabajadores para que implementen buenas prácticas de ahorro y uso eficiente del agua.</p> <p><b>CM-8.</b> Debe realizarse un adecuado manejo de los residuos sólidos, líquidos y del suelo removido (establecer sitios de acopio, manejo, disposición final, etc.). En ningún momento debe depositarse el suelo removido o restos de la construcción en los cuerpos de agua.</p> <p><b>CM-9.</b> Recubrir, cuando se requiera, las paredes y el fondo de las cunetas temporales de drenaje con materiales granulares estables, con el fin de prevenir la erosión y por ende la sedimentación de los cursos de agua; se recomienda orientar el flujo a zonas de vegetación.<sup>26</sup></p>	<p><b>CC-6.</b> Si existe contaminación del agua por la disposición inadecuada de las excretas, debe identificarse el punto de infección (fugas, derrames, erosión, malas prácticas humanas, etc.) y realizar las correcciones pertinentes al sistema de saneamiento o exigir a los trabajadores el cumplimiento de las medidas básicas de higiene. Posteriormente, se deberá replantear la estrategia y plan de saneamiento básico.</p> <p><b>CC-7.</b> Cuando se observen consumos de agua excesivos, fugas y cualquier otra anomalía que contribuya al desperdicio de este recurso durante las sub etapas de construcción, se recomienda asignar un responsable del cumplimiento de las actividades del plan de ahorro y uso eficiente de agua, para que dé seguimiento a las labores de detección de fugas de agua, malas prácticas y para que implemente registros de consumo. Además, se recomienda analizar los puntos críticos de uso del agua en la construcción.</p> <p><b>CC-8.</b> Cuando los residuos de la construcción o el suelo removido se estén disponiendo directamente sobre los cuerpos de agua, de forma inmediata se deberá detener la actividad; seguidamente, se deberá definir un plan de gestión de los residuos y un sitio de acopio temporal del suelo.</p> <p><b>CC-9.</b> Si se observa arrastre de sedimentos en las cunetas, estas deberán ser compactadas nuevamente y asegurarse de que los materiales utilizados en las paredes y fondo, sean estabilizados.</p>

26 Ídem

**c. Para la gestión del suelo**

Los principales impactos ocasionados al suelo durante las actividades de construcción son la contaminación por derrames de combustibles y lubricantes, así como la pérdida de la capa orgánica. De esta forma, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 11.

**Cuadro 11: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-10.</b> Para evitar fugas y derrames de sustancias contaminantes, se recomienda realizar un mantenimiento planificado en la maquinaria y el equipo de construcción (ubicación, revisión periódica, responsable, etc.). Igualmente, deben socializarse y ubicarse, de forma visible para los trabajadores, las hojas de manejo de los combustibles y lubricantes.</p> <p><b>CM-11.</b> Evitar que la maquinaria circule libremente por toda el área de la finca, sino solo circular por los caminos autorizados por el desarrollador del proyecto y donde no sean áreas verdes o con presencia de suelos fértiles.</p> <p><b>CM-12.</b> En la medida de lo posible y para evitar la erosión eólica, se recomienda realizar el riego continuo en el área de construcción, pero realizando un uso racional del agua durante todas las actividades de esta etapa; esta disposición debe ser del conocimiento de todos los trabajadores.</p> <p><b>CM-13.</b> La remoción de la capa de suelo orgánico debe ser realizada de manera que se evite su contaminación. Se recomienda realizar el apilamiento temporal de la capa orgánica tomando en cuenta las siguientes consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Limpiar el área de todos los materiales y residuos que ahí se encuentren.</li> <li>b). Reducir la inclinación de las pendientes, si es necesario, de manera que estas se encuentren dentro de un rango de 2-5%.</li> <li>c). Apilar temporalmente el suelo orgánico fuera de las fajas de protección de lagunas, ríos, quebradas, y colocarlo por lo menos a una distancia de 50 m de cualquier cuerpo de agua.</li> </ul>	<p><b>CC-10.</b> Ante la contaminación del suelo por derrames de combustibles o de lubricantes, se deberá recolectar el producto y se deberá promover la estabilización del área que sufrió el impacto (usar aserrín o cal).</p> <p><b>CC-11.</b> Cuando el lugar destinado para áreas verdes tenga un alto grado de compactación por el paso de la maquinaria y equipo de construcción, se recomienda remover la capa de suelo con arados u otros implementos que permitan la aireación del recurso.</p> <p><b>CC-12.</b> Cuando exista pérdida evidente de la capa orgánica de ciertas áreas de la finca, en la medida de lo posible se recomienda aplicar tierra fértil, compost o abono orgánico, lo cual permitirá contrarrestar el impacto.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-14.</b> Una vez finalizado el movimiento de tierra e identificadas las áreas del desarrollo de obras y aquéllas que se destinarán como áreas verdes, se deberá proceder a cubrir el área con suelos orgánicos con el fin de promover una rápida y efectiva restauración del terreno y de la capa de cobertura vegetal en las zonas verdes, así como mejorar la protección del subsuelo expuesto.<sup>27</sup></p>	

#### d. Para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos

El principal impacto producido a los recursos biológicos es su pérdida directa por la intervención del ecosistema (pérdida del hábitat, especies endógenas, etc.). Mientras que el principal impacto a los recursos paisajísticos, es la alteración del mismo por la fracción del entorno o por la disposición inadecuada de los residuos de la construcción. Por lo tanto, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas:

**Cuadro 12: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN <sup>28</sup>	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-15.</b> No se debe intervenir la cobertura vegetal fuera de los planos y zona de construcción, estas áreas deben permanecer ilesas. Debe brindarse protección a los árboles ubicados en la zona del proyecto y deben reponerse los afectados.</p> <p><b>CM-16.</b> Evitar que la maquinaria circule libremente por toda el área de la finca, sino solo circular por los caminos autorizados por el desarrollador del proyecto y donde no sean áreas verdes o zonas sin intervención.</p> <p><b>CM-17.</b> Se recomienda concientizar y capacitar a los trabajadores de la construcción en la protección y mantenimiento de la cobertura vegetal, y en la importancia de ciertos recursos naturales que se encuentren dentro del área de construcción.</p> <p><b>CM-18.</b> No se deben disponer los residuos de la construcción sobre laderas o cualquier otro lugar donde se pueda alterar la calidad del paisaje, obstaculizar el libre tránsito por la zona y ocasionar pérdidas de hábitat.</p> <p><b>CM-19.</b> Al momento de establecer las áreas verdes del proyecto, se recomienda utilizar especies nativas que permitan conservar los recursos biológicos y paisajísticos de la zona.</p>	<p><b>CC-13.</b> Si se ha perturbado la cobertura vegetal (incluyendo árboles) de zonas fuera de los linderos de la construcción, se deberá proceder a suspender las labores que ocasionan dicho impacto; además, se deberán corregir las malas prácticas que lo ocasionan (falta de orden en el manejo de la maquinaria, poca referencia de los planos, etc.). Para contribuir a la corrección del impacto se deberá programar la recuperación del área afectada (uso de suelo fértil o compost, siembra de vegetación nativa, etc.).</p> <p><b>CC-14.</b> Si se ha hecho una disposición inadecuada de los residuos de la construcción de forma que se afecte el paisaje, se deberá proceder al retiro o remoción de los residuos y disponer adecuadamente los mismos (acopio, clasificación, reutilización, disposición final etc.). Para contrarrestar el impacto en el medio natural, se deberá estabilizar el área (si es necesario) y programar la siembra de vegetación (grama, árboles, etc.).</p>

<sup>27</sup> Ídem

<sup>28</sup> Ídem

### e. Para la gestión de los recursos culturales

El principal impacto producido a estos recursos durante las sub etapas de construcción es el daño o pérdida del patrimonio cultural incluyendo los vestigios arqueológicos. Para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las medidas del Cuadro 13.

**Cuadro 13: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos culturales en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN <sup>29</sup>	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<b>CM-20.</b> En el caso de que aplique, se deberán implementar las recomendaciones establecidas en el plan de manejo de las zonas arqueológicas o territorios de grupos étnicos o afro-hondureños, en caso de que exista.	<b>CC-15.</b> En el caso de que se encuentren vestigios arqueológicos o culturales de cualquier tipo, se deberá suspender los trabajos y realizar la comunicación a las autoridades pertinentes a la brevedad posible, evitando las sanciones que amerita tal infracción.

### f. Para la gestión de la energía

El principal impacto por la falta de gestión de la energía es el aumento de las emisiones al ambiente por incremento en la demanda del recurso. Básicamente, esta situación se da cuando la mayor parte de la energía producida es con base en combustibles fósiles; por lo tanto, a mayor consumo de energía-combustible, se produce mayores emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero (CO<sub>2</sub>). Por lo tanto, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 14.

**Cuadro 14: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-21.</b> Implementar el plan de ahorro y eficiencia energética, el cual considere, como mínimo, lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Concientizar, mediante charlas, a los trabajadores sobre la importancia de ahorrar la energía eléctrica y sobre las medidas para lograrlo.</li> <li>b). Utilizar lámparas ahorradoras de energía.</li> <li>c). Aprovechar la luz natural y evitar la iluminación artificial innecesaria.</li> <li>d). En caso de que se utilice una planta generadora, planificar las actividades que conllevan el uso de equipo eléctrico como soldadoras, taladros, compactadoras, para maximizar el rendimiento de la planta y reducir las emisiones.</li> </ul>	<p><b>CM-23.</b> Cuando se observen consumos excesivos de energía eléctrica durante las actividades de la construcción, se deberá asignar un responsable del cumplimiento de las actividades del plan de ahorro y eficiencia energética, para que dé seguimiento a las labores del plan y gestione el uso de equipos ahorrativos. En la medida de lo posible, se recomienda realizar un diagnóstico energético que ayude a redefinir los procedimientos de operación, lo que ayudará a disminuir la demanda del recurso.</p> <p><b>CM-24.</b> Revisar y realizar las modificaciones pertinentes al plan de ahorro y eficiencia energética.</p>

<sup>29</sup> Ídem

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>e). Utilizar vehículos y maquinaria de bajo consumo, así como tener la maquinaria, vehículos, etc. sólo el tiempo imprescindible en funcionamiento (apagar el motor en tiempos de espera).</p> <p>f). En la medida de lo posible, implementar registros de consumo, lo cual servirá para comparar datos e implementar medidas que permitan alcanzar la eficiencia.</p> <p><b>CM-22.</b> Monitorear el plan de ahorro de energía y realizar los ajustes necesarios.</p>	

**g. Para la gestión de las sustancias peligrosas**

El principal impacto producido durante la manipulación y uso inadecuado de las sustancias peligrosas (combustibles, lubricantes, etc.) es la contaminación del agua o del suelo, por derrames de productos durante las actividades de construcción. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las medidas del Cuadro 15.

**Cuadro 15: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-25.</b> Desarrollar las actividades de mantenimiento solamente en los lugares asignados para tal fin. En la medida de lo posible, los lugares deben contar con accesos libres de obstáculos, tener rotulación y cercos de protección.</p> <p><b>CM-26.</b> En caso de que aplique, debe asegurarse el cumplimiento y socialización del reglamento de higiene y seguridad que establece el Código de Trabajo de Honduras. Ante la ausencia del reglamento, debe implementarse, como mínimo, un plan de contingencia que contemple: capacitación y concientización del personal, buenas prácticas de manejo de sustancias peligrosas, elaboración de hojas de seguridad, instrucciones ante derrames, accidentes y desastres naturales, etc.</p>	<p><b>CC-16.</b> Ante la ocurrencia de derrames y accidentes por la gestión inadecuada de las sustancias peligrosas, se deberá atender las indicaciones que emite el reglamento de higiene y seguridad o se deberá implementar las acciones del plan de contingencia.</p> <p><b>CC-17.</b> Es necesario recalcar que al ocurrir derrames de sustancias peligrosas al suelo, se deberá proceder a limpiar el lugar en seco utilizando material absorbente (aserrín, etc.) y recipientes de recolección; posteriormente, los residuos deberán disponerse adecuadamente (rellenos especiales, etc.). Igualmente, se podrán seguir las indicaciones de las hojas de seguridad y en el caso de que las medidas implementadas no controlen la situación, se debe notificar a la autoridad competente.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-27.</b> Almacenar las sustancias peligrosas, especialmente los combustibles, disolventes y otros líquidos, en cubetas o superficies impermeabilizadas que permitan recuperar posibles vertidos accidentales para evitar la contaminación del suelo o la red de alcantarillado, y atender las indicaciones de las hojas de seguridad (tiempos límites de almacenamiento, etc.).</p> <p><b>CM-28.</b> Adquirir las sustancias peligrosas de acuerdo a las necesidades de la etapa de construcción, a fin de evitar el almacenamiento innecesario y que ocasionen accidentes.</p>	<p><b>CC-18.</b> Si el reglamento o el plan de contingencias no es funcional, debe rediseñarse e implementarse un procedimiento más riguroso que permita evitar daños por la gestión inadecuada de estos productos.</p>

#### h. Para la gestión de residuos sólidos

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de los residuos sólidos es la contaminación del agua y suelo por la acumulación o mal manejo de los mismos. De esta forma, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 16.

**Cuadro 16: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN <sup>30</sup>	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-29.</b> Implementar un plan de gestión de residuos sólidos que permita manejar los residuos de forma que se eviten daños ambientales y la salud de las personas. El plan debe considerar, como mínimo, lo siguiente:</p> <p>a). Realizar las compras de material de acuerdo a las necesidades de la obra y sin excedentes, para optimizar la cantidad de material que llega a la obra y evitar que terminen convirtiéndose en residuo como consecuencia del “no uso” o de “bodegas” saturadas.</p> <p>b). Procurar consumir en primer lugar las materias primas más antiguas para evitar generar materias primas obsoletas y, por lo tanto, residuos. Implementar un plan de rotación del inventario.</p>	<p><b>CC-19.</b> Si el agua o el suelo sufrieran impactos por la gestión inadecuada de los residuos de la construcción, se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente (rellenos, etc.). Igualmente, se deberá rediseñar el plan o procedimiento de manejo y definir recomendaciones ambientales más estrictas, para lo que se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos sólidos.</p> <p><b>CC-20.</b> Si los residuos sólidos fueron dispuestos en sitios no autorizados, se deberá abocar de inmediato a la municipalidad y acordar el sitio para su disposición. Posteriormente, se deben limpiar y estabilizar los sitios no autorizados.</p>

30 C.P.D. Contraste, S.L. 2001. Guía de buenas prácticas ambientales en el sector de la construcción y demolición. España. Secretaría Sectorial de Agua y Medio Ambiente. 53 p.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>c). Ubicar contenedores de pequeñas dimensiones distribuidos por las zonas de trabajo para almacenar los materiales a utilizar, a fin de minimizar posibles pérdidas y deterioro.</p> <p>d). Realizar la disposición final de los residuos sólidos con base en el plan de transporte, el cual estará definido por los volúmenes generados; los sitios de disposición deberán ser autorizados por la autoridad competente.</p> <p>e). Proteger de la lluvia y de la humedad los elementos metálicos para evitar su corrosión y daños que imposibiliten su uso en la construcción. En caso de generarse residuos metálicos no recuperables para la obra, se recomienda enviarlos a un gestor de metales autorizado.</p> <p>f). Ajustar los volúmenes de residuos a transportar, de acuerdo a la capacidad del vehículo a utilizar, y manejar los residuos en recipientes resistentes y de adecuada capacidad para su transporte.</p> <p>g). Los residuos peligrosos como los envases y materiales (trapos, papeles, ropas) contaminados deben ser entregados para ser tratados por gestores autorizados; en caso de no contar con gestores autorizados, se recomienda evitar el almacenamiento de envases y de residuos peligrosos incompatibles entre sí y realizar su disposición de acuerdo a la legislación vigente (ver marco legal de la guía).</p> <p>h). Se deberán tomar las medidas que garanticen el buen manejo de los residuos sólidos, ya sea capacitando a los trabajadores o contratando a un tercero para el manejo y disposición final de los mismos.</p> <p><b>CM-30.</b> Evitar la incineración de residuos de la construcción y el vertimiento de sustancias contaminantes en las redes de saneamiento y causes públicos. Los residuos deberán disponerse solamente en sitios autorizados por la municipalidad.</p>	

### i. Para la gestión de residuos líquidos

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de los residuos líquidos en las sub etapas de construcción es la contaminación del agua o del suelo por la acumulación o mal manejo de los residuos. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 17.

**Cuadro 17: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-31.</b> Implementar un plan de gestión de residuos líquidos, el cual considere, como mínimo, lo siguiente:</p> <p>a). Instalar letrinas para el uso de los trabajadores (uno por cada diez).</p> <p>b). Destinar un área de lavado de equipo y herramientas, conectada a las cunetas temporales de drenaje que, a su vez, se vierten en depósitos debidamente impermeabilizados para el tratamiento o disposición final de las aguas residuales.</p>	<p><b>CC-21.</b> Si el agua o el suelo sufrieran impactos por la gestión inadecuada de los residuos líquidos de la construcción, se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente. Igualmente, se deberá rediseñar el plan o procedimiento de manejo definiendo recomendaciones ambientales más estrictas, para lo que se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos líquidos.</p> <p><b>CC-22.</b> Si el sistema sanitario seleccionado no funciona, se deberá implementar otra alternativa de tratamiento que evite la contaminación del agua y del suelo.</p>

### j. Para el mantenimiento de equipo e instalaciones

El principal impacto producido por la falta de gestión del mantenimiento del equipo e instalaciones en las sub etapas de construcción es la contaminación del agua o del suelo por derrames de lubricantes y combustibles, y por la disposición inadecuada de residuos en general, entre otros. De esta forma, para mitigar o prevenir este impacto, se deberán implementar las medidas del Cuadro 18.

**Cuadro 18: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-32.</b> Implementar el plan de mantenimiento periódico del equipo y maquinaria, y designar responsables.</p> <p><b>CM-33.</b> El plantel para el mantenimiento del equipo debe estar debidamente acondicionado, de forma que no represente riesgos ni impactos al agua, aire ni al,</p>	<p><b>CC-23.</b> Ante la contaminación del suelo por derrames de lubricantes y combustibles, se deberá cubrir la zona afectada con material absorbente (aserrín, tierra, etc.) y, posteriormente, remover la capa de suelo y trasladarla a un sitio autorizado por la autoridad competente para su disposición final.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>suelo. En caso que ocurran incidentes por la ausencia de un sitio adecuado para el mantenimiento del equipo este deberá habilitarse de carácter urgente.</p> <p><b>CM-34.</b> Cuando no sea posible realizar las operaciones de mantenimiento de vehículos y maquinaria en un plantel específico, se debe impermeabilizar la superficie de trabajo con plásticos o lonas para impedir la contaminación del suelo. Gestionar el material de protección contaminado como residuo peligroso.</p> <p><b>CM-35.</b> No se deben verter lubricantes, combustibles, ni otros productos en la red de saneamiento (alcantarillado) ni en cuerpos de agua.</p> <p><b>CM-36.</b> Las bodegas temporales deben poseer las condiciones adecuadas de temperatura y deben estar retiradas de cuerpos receptores de agua. Igualmente, dentro de la bodega deben rotularse los productos, colocar advertencias de manejo (temperatura de almacenamiento, inflamabilidad, etc.), y ubicar equipo que permita controlar fugas (recipientes, aserrín, etc.) e incendios (extintores, etc.).</p>	<p><b>CC-24.</b> En la medida de lo posible, el agua contaminada por derrames de lubricantes o de combustibles se deberá tratar con agentes dispersantes o floculantes (autorizados por la autoridad competente) o deberá ser colectada por otro medio mecánico (materiales absorbentes, bombas de succión, etc.) para brindarle un tratamiento final.</p> <p><b>CC-25.</b> Si el programa de mantenimiento preventivo no es funcional, debe rediseñarse e implementarse un procedimiento más riguroso que permita evitar daños por la gestión inadecuada de lubricantes, combustibles, etc.</p>

### k. Para el reúso y reciclaje

Los principales impactos producidos por no realizar las prácticas de reutilización y reciclaje durante las sub etapas de construcción son la contaminación de aire, agua y suelo por el mal manejo de los residuos, y la disminución en la capacidad de los botaderos locales. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las medidas del Cuadro 19.

**Cuadro 19: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del reúso y reciclaje en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-37.</b> Desarrollar charlas de concientización para promover la reutilización y reciclaje de los insumos durante la construcción.</p> <p><b>CM-38.</b> Implementar un programa de reutilización y reciclaje de ciertos residuos que se generen en la etapa de construcción, y que pueden ser fuente de contaminación para el agua y suelo. El programa debe incluir:</p>	<p><b>CM-40.</b> Si se han realizado impactos al agua o al suelo por la gestión inadecuada de los residuos de la etapa de construcción, en la medida de lo posible se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente. Igualmente, se deberá rediseñar el programa de reutilización y reciclaje definiendo parámetros técnicos adicionales. Se puede considerar capacitar e incentivar a los trabajadores o contratar a un</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>a). Determinar las áreas o etapas del proceso en las que se produce cada residuo.</li> <li>b). Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos.</li> <li>c). Clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado.</li> <li>d). Realizar un inventario de los residuos generados en la etapa de construcción.</li> <li>e). Establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados.</li> <li>f). Determinar qué material puede ser reutilizado en la construcción.</li> <li>g). Desarrollar un plan de venta de residuos.</li> </ul> <p><b>CM-39.</b> Materiales con potencial de reciclado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Materiales pétreos como hormigón en masa, armado o pre comprimido, obra de fabricación cerámica o de otros materiales, piedra natural, grava y arena, vidrio.</li> <li>b). Materiales metálicos como plomo, cobre, hierro, acero, fundición, cinc, aluminio, etc.</li> <li>c). Plásticos, cartón, madera, cauchos, entre otros.</li> </ul>	<p>experto en reutilización y reciclaje de residuos de la construcción.</p>

## I. Para la gestión de las amenazas y riesgos

Los principales impactos producidos por la gestión inadecuada de los riesgos y amenazas durante las actividades de construcción son los efectos en la salud de las personas por accidentes laborales o eventos naturales, y la contaminación de agua y suelo. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 20.

**Cuadro 20: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las amenazas y riesgos en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-41.</b> Capacitar a los trabajadores en el uso correcto de la maquinaria y equipo requerido en la construcción, así como en temas de riesgo laboral, hojas de seguridad (intoxicaciones, accidentes, enfermedades, etc.) y el uso de equipo de protección personal.</p> <p><b>CM-42.</b> Dotar a los trabajadores con el equipo de protección personal (cascos, guantes, mascarillas, botas, etc.) de acuerdo a los requerimientos de seguridad de la obra que se está desarrollando (soldadura, electricidad, etc.). El uso del equipo será obligatorio y la empresa será la responsable de hacer cumplir esta disposición. Además, la empresa deberá instalar y dar mantenimiento a un botiquín de primeros auxilios en el área de construcción. También, se deberán señalar las áreas de tránsito de personas y vehículos, áreas de riesgo o peligro, rutas de evacuación, etc.</p> <p><b>CM-43.</b> Se recomienda colocar extintores contra incendios en las áreas susceptibles a incendios (bodega, plantel de mantenimiento), vehículos, maquinaria y equipo. Estos deberán someterse a revisión periódica y se deberá capacitar al personal en su uso correcto.</p> <p><b>CM-44.</b> Implementar las directrices del reglamento de higiene y seguridad, y del plan de contingencias (acciones ante eventos naturales, emergencias por residuos y sustancias peligrosas, accidentes laborales, incendios, etc.).</p> <p><b>CM-45.</b> Se debe evitar la intervención en las áreas de protección de las lagunas, ríos y quebradas, o a menos de 50 m de cualquier cuerpo de agua.</p>	<p><b>CC-26.</b> En los casos en que se afecte la salud de las personas debido a un accidente laboral, se deberán brindar los primeros auxilios pertinentes o trasladar al empleado a una clínica o centro hospitalario para contrarrestar el daño.</p> <p><b>CC-27.</b> El plan de contingencias deberá rediseñarse, estableciendo medidas de prevención más rigurosas.</p> <p><b>CC-28.</b> Ante la ocurrencia de eventos de origen natural en el área de construcción (inundaciones, huracanes, deslaves, etc.), se deberá realizar una limpieza general del predio, recolectando en la medida de lo posible los residuos y sustancias peligrosas.</p> <p><b>CC-29.</b> Reportar los impactos a las autoridades pertinentes (Comité Permanente de Contingencias, etc.).</p>

## 2. Indicadores de gestión ambiental en la etapa de construcción

Los indicadores de gestión ambiental evidencian los esfuerzos por parte de la empresa para reducir los impactos ambientales generados por la actividad durante la etapa de construcción. Concretamente, sus objetivos son:

- a). Medir hasta qué punto están integrados los aspectos ambientales durante la construcción de la finca para el cultivo de tilapia.

- b). Mostrar conexiones entre los impactos ambientales y las actividades de la gestión ambiental.
- c). Evaluar el estado en la implementación de las medidas de mitigación y de corrección del impacto ambiental.

**Cuadro 21: Indicadores de gestión ambiental en la etapa de construcción**

INDICADOR	UNIDAD	MES 1	MES 2
Inspecciones ambientales llevadas a cabo por la autoridad competente	Número		
Medidas de mitigación y/o corrección ambiental llevadas a cabo	Número de medidas de mitigación cumplidas dividido entre el número de medidas a cumplir (%)		
Denuncias ante la autoridad competente por contaminación	Número		
Medidas implementadas ante las denuncias de la autoridad competente	Número		
Proporción de la inversión destinada al control ambiental	La inversión ambiental dividida entre la inversión total (%)		

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH

### C. Etapa de operación

A nivel general, la presente sección establece las acciones que deben ser implementadas en la etapa de operación del proyecto para mitigar o corregir los impactos generados en cada una de sus sub etapas. Cabe mencionar que las sub etapas de operación corresponden a las fases del proceso productivo (reproducción, crecimiento, pre-engorde y engorde).

Sin embargo, antes de presentar las recomendaciones o buenas prácticas ambientales, es necesario exponer (cuadro 22) los impactos específicos que cada sub etapa de operación y la gestión del sistema de tratamiento pueden ocasionar en los factores o componentes ambientales (aire, agua, suelo, recursos biológicos y paisajísticos).

**Cuadro 22: Identificación de impactos por factor ambiental en la etapa de operación.**

FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE OPERACIÓN			
		REPRODUCCIÓN	CRECIMIENTO	PRE-ENGORDE	ENGORDE
Aire	Contaminación por malos olores			▲	▲
	Contaminación por emisiones de equipo y transporte		▲	▲	▲

Agua	Contaminación de aguas por materia orgánica y nutrientes	▲	▲	▲	▲
	Contaminación al agua por residuos sólidos	▲	▲	▲	▲
	Disminución del recurso para las comunidades y la finca por el alto consumo de agua, etc.	▲	▲	▲	▲
Suelo	Contaminación del suelo por la disposición inadecuada de los sólidos provenientes de las lagunas o estanques (lodos).			▲	▲
	Erosión del suelo por sistemas de drenaje inadecuados	▲	▲	▲	▲
	Contaminación por derrames de combustibles y lubricantes	▲	▲	▲	▲
Recursos biológicos y paisajísticos	Disminución de las especies nativas por invasión de especies exóticas (tilapia) y/o por el mal uso de medicamentos	▲	▲	▲	▲
	Traslado de enfermedades a organismos silvestres		▲	▲	▲
	Desarrollo de resistencia a medicamentos por parte de las especies nativas		▲	▲	▲

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH

En el cuadro anterior se exponen los principales impactos ambientales por factor o componente ambiental. No obstante, es necesario exponer los impactos ambientales específicos que pueden ocurrir por la falta de gestión de ciertos insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son clave para un adecuado manejo ambiental en toda la etapa de operación de una finca para el cultivo de tilapia (Cuadro 23).

**Cuadro 23: Identificación de impactos por la falta de gestión de aspectos clave para un manejo ambiental en la etapa de operación.**

DESCRIPCIÓN	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE OPERACIÓN			
		REPRODUCCIÓN	CRECIMIENTO	PRE-ENGORDE	ENGORDE
<b>Insumos especiales</b>					
Energía	Emisiones al ambiente por el consumo de energía		▲	▲	▲
Sustancias peligrosas	Contaminación del agua o del suelo por derrames	▲	▲	▲	▲
Residuos			▲	▲	▲
Residuos sólidos	Contaminación de agua y suelo por acumulación o mal manejo de los residuos		▲	▲	▲
Residuos líquidos	Contaminación de agua y suelo por acumulación o mal manejo de los residuos		▲	▲	▲
<b>Actividades generales</b>					
Mantenimiento de equipo e instalaciones	Contaminación de agua y suelo por derrames o mala disposición de residuos		▲	▲	▲
Reutilización y reciclaje	Contaminación de aire, agua y suelo por la mala gestión de los residuos		▲	▲	▲
	Disminución en la capacidad de los botaderos locales			▲	▲
<b>Factores externos y de escala</b>					
Amenazas y riesgos	Efectos en la salud de las personas por accidentes laborales o eventos naturales		▲	▲	▲
	Contaminación de agua y suelo		▲	▲	▲
Efectos acumulativos	Contaminación de todos los factores ambientales por elementos residuales			▲	▲

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH

## I. Buenas prácticas ambientales en la etapa de operación

Las buenas prácticas ambientales planteadas en esta sección, están orientadas a mitigar o corregir el impacto ocasionado por las actividades desarrolladas en la reproducción, crecimiento, pre-engorde y engorde de tilapia. Sin embargo, es necesario establecer que en cada sub etapa del proceso, se realiza, de forma transversal, una serie de actividades cotidianas para el manejo de la finca: almacenamiento de alimentos e insumos, alimentación, limpieza de estanques, etc.; actividades que crean impactos ambientales en toda la etapa de operación. Por lo tanto, a continuación se presentan las principales recomendaciones para mitigar o corregir los impactos generados por dichas actividades.

### a. Para la gestión del aire

El principal impacto al aire es la contaminación por el mal olor debido a la disposición inadecuada de los sólidos provenientes de las lagunas o estanques (lodos) producidos en la etapa de pre-engorde y engorde, y por las emisiones del equipo y maquinaria utilizada en el proceso. Por lo que se deberán implementar las medidas del Cuadro 24.

**Cuadro 24: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-1.</b> Se deberá implementar el plan de gestión de residuos, para evitar la acumulación de los residuos sólidos (lodos) y propagación de malos olores; es conveniente cumplir con las directrices de manejo de los residuos principalmente después de cada etapa de producción y cuando los estanques son drenados completamente.</p> <p><b>OM-2.</b> Se recomienda implementar el plan de mantenimiento de la maquinaria y equipo, de manera que se garantice el mínimo impacto ambiental al aire, por emisiones y ruido, como consecuencia de desajustes y problemas mecánicos previsibles en dicha maquinaria.</p>	<p><b>OC-1.</b> En caso que el mal olor persista, se recomienda aumentar la frecuencia de la remoción de lodos y su tratamiento (neutralización mediante la irradiación solar, etc.).</p> <p><b>OC-2.</b> En el caso de observarse emisiones anormales en cierta maquinaria o equipo, se deberá detener de forma inmediata la actividad que se esté realizando. Posteriormente, se deberá corregir la falla o cambiar los sistemas de combustión del equipo y de la maquinaria (de gasolina a LPG o biodiesel) y rediseñar el plan de mantenimiento.</p>

### b. Para la gestión del agua

Los principales impactos al agua son la contaminación por materia orgánica y nutrientes, contaminación por residuos sólidos y la disminución del recurso para las comunidades y la finca, ocasionado por el alto consumo. Por lo tanto, se deberán implementar las medidas del Cuadro 25.

**Cuadro 25: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-3.</b> Implementar el sistema de monitoreo de calidad y cantidad en las tomas de agua, en las diferentes etapas del cultivo de tilapia y antes de reutilizar o descargar al medio natural. Este programa de monitoreo es parte del plan de procedimientos para la gestión de los residuos líquidos.</p> <p><b>OM-4.</b> Realizar la descarga de agua proveniente del cultivo de tilapia de forma gradual con las aguas del medio receptor, esto conforme a la Norma Técnica Nacional para Descarga en Cuerpos Receptores y, enmarcado en un plan o procedimiento para la gestión de los residuos líquidos.</p> <p><b>OM-5.</b> Implementar medidas preventivas (compra de alevines provenientes de fincas de calidad, mantenimiento de los parámetros óptimos de calidad del agua, etc.) para evitar enfermedades en los peces.</p> <p><b>OM-6.</b> Utilizar las dosis óptimas de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, y llevar un registro de su utilización para evitar exceso de nutrientes en el agua.</p> <p><b>OM-7.</b> No alimentar al cultivo de tilapia con organismos o alimentos que puedan deteriorar la calidad del agua o los programas de bioseguridad (organismos muertos, crudos, etc.).</p> <p><b>OM-8.</b> Implementar el programa de monitoreo de la alimentación a las larvas, alevines y peces para optimizar la alimentación de la especie cultivada; la alimentación debe hacerse en función de las necesidades puntuales de la especie (tabla de alimentación), y así evitar el desperdicio de alimento y exceso de materia orgánica en el agua.</p> <p><b>OM-9.</b> En relación al plan, se recomienda monitorear la calidad del alimento para alcanzar mayores niveles de eficiencia de conversión, menor desperdicio y mejor calidad en los vertimientos.</p> <p><b>OM-10.</b> Implementar un plan de mantenimiento de las instalaciones para evitar la obstrucción y contaminación del agua.</p> <p><b>OM-11.</b> No se deben almacenar ni manipular lubricantes, combustibles o cualquier líquido o sustancia contaminante en el sitio de cultivo o fuentes cercanas de agua. Será obligatorio que estas sustancias estén ubicadas en un almacén o taller.</p>	<p><b>CC-30.</b> En caso de no contar con un programa de monitoreo de agua, se debe diseñar e implementar un programa que considere registros de calidad de agua de los estanques, pilas y jaulas; en particular, se deben monitorear los parámetros que indiquen contaminación o desarrollo de enfermedades (oxígeno disuelto, amonio, pH, nitritos, fosfatos y Demanda Bioquímica de Oxígeno).</p> <p><b>CC-31.</b> Realizar análisis puntuales en la descarga de agua y con base en estos resultados deben implementarse las medidas de tratamiento necesarias.</p> <p><b>CC-32.</b> En caso de exceso de nutrientes, se debe realizar un recambio de agua y utilizar las dosis adecuadas de alimento y fertilizantes orgánicos e inorgánicos, según parámetros técnicos.</p> <p><b>CC-33.</b> En caso de una excesiva dosificación de medicamentos, aumentar los volúmenes de agua para diluir las concentraciones del mismo, previo a su vertimiento al cuerpo receptor.</p> <p><b>CC-34.</b> Al momento de vaciar por completo los estanques o pilas, se recomienda curarlos con cal antes de llenarlos nuevamente con agua, lo que ayuda a evitar la propagación de enfermedades y organismos no deseados en los ciclos de cultivo; esto propicia el crecimiento de microorganismos de los que se pueden alimentar los peces, así como la corrección de algunos parámetros fisicoquímicos del agua como los causados por los residuos nitrogenados.</p> <p><b>CC-35.</b> Retirar a diario los restos de comida, para evitar contaminación o que el residuo se disperse en el medio natural. Hacer una adecuada disposición de este material orgánico (incineración, botadero, u otro estipulado por la autoridad competente).</p> <p><b>CC-36.</b> Regular la composición (ingredientes) de los alimentos balanceados disponibles en el país para el cultivo de tilapia.</p> <p><b>CC-37.</b> Utilizar técnicas de circuito cerrado para el cultivo de tilapia.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-12.</b> En caso de existir conflicto por la disminución del agua para las comunidades, y desabastecimiento para las operaciones de la finca, se recomienda implementar prácticas de recirculación y reutilización del agua, entre otras.</p> <p><b>OM-13.</b> Implementar el programa de ahorro y distribución de agua. Se recomienda implementar oxigenación (por medios físicos, químicos o biológicos) en los estanques, pilas o jaulas para disminuir los recambios de agua. Igualmente, se recomienda implementar registros de bombeo para reducir los recambios de agua y monitorear y reparar fugas en las operaciones de llenado y recambio de agua.</p>	<p><b>CC-38.</b> Los sedimentos (lodos) deben ser removidos y depositados en áreas erosionadas, en taludes o usarlos de forma ambientalmente responsable.</p> <p><b>CC-39.</b> Las instalaciones deben limpiarse y recibir mantenimiento rutinario. Las japas (tamices) deben cepillarse para eliminar organismos y detritos orgánicos que la obstruyen y que no permiten la circulación del agua (Anexo 1).</p> <p><b>CC-40.</b> En caso de derrames de lubricantes, combustibles o cualquier líquido o sustancia contaminante, se recomienda seguir las directrices del plan de uso y manejo de sustancias peligrosas, o las recomendaciones de la autoridad ambiental.</p> <p><b>CC-41.</b> Para solucionar conflictos sociales y desabastecimiento de agua se debe consensuar y readecuar el programa para el ahorro y distribución adecuada del recurso.</p> <p><b>CC-42.</b> Asegurarse de mantener los canales de distribución limpios y las compuertas en buen funcionamiento, para evitar la fuga excesiva de agua por filtración.</p>

### c. Para la gestión del suelo

Los principales impactos al suelo son la contaminación del suelo por la disposición inadecuada de los sólidos provenientes de las lagunas o estanques (lodos) producidos en la etapa de pre-engorde y engorde, y la erosión por sistemas de drenaje inadecuados. Además, se puede contaminar el suelo por el derrame de combustibles y lubricantes, por lo que se deberán implementar las medidas del Cuadro 26.

**Cuadro 26: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-14.</b> Implementar un sistema de drenaje que evite que el suelo se deteriore por la erosión (tuberías, canales de concreto, etc.). Además, se debe programar la limpieza periódica de los mismos, para evitar su obstrucción y azolvamiento.</p> <p><b>OM-15.</b> Implementar el programa de protección de bordas para evitar la erosión a través de la utilización de barreras protectoras que den soporte al suelo.</p>	<p><b>OC-3.</b> En caso de erosión del suelo, se debe estabilizar el terreno y conformar adecuadamente los sistemas de drenaje (tubería, canales de concreto, canales con bordas protegidas por vegetación).</p> <p><b>OC-4.</b> Si la finca está generando excesivas cantidades de residuos sólidos, se recomienda revisar y realizar los ajustes a la tabla de alimentación de las larvas, alevines y peces; además, se recomienda revisar los métodos de alimentación para optimizar el uso del alimento.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-16.</b> Implementar el programa de monitoreo de la alimentación a las larvas, alevines y peces, para utilizar las dosis adecuadas de fertilizantes y alimento, de acuerdo a los requerimientos de la especie y la densidad de siembra, para disminuir la cantidad de sólidos (lodo) generados.</p> <p><b>OM-17.</b> Implementar un plan de gestión de residuos sólidos que considere los residuos provenientes de la limpieza de las pilas y estanques; la disposición de los sólidos debe hacerse en lugares donde no se permita la infiltración al suelo (planchas de concreto, altos porcentajes de arcilla, etc.). Adicionalmente, se recomienda exponer los sólidos (lodos) a la irradiación solar para neutralizar los elementos nocivos. Se recomienda que los sólidos neutralizados se utilicen para la rehabilitación de bordas de estanques o taludes.</p> <p><b>OM-18.</b> Para evitar fugas y derrames de sustancias contaminantes, se recomienda realizar un mantenimiento planificado en la maquinaria y el equipo (ubicación, revisión periódica, responsable, etc.). Igualmente, deben socializarse, y ubicarse de forma visible para los trabajadores, las hojas de manejo de los combustibles y lubricantes.</p>	<p><b>OC-5.</b> Si se utilizan sólidos que no han sido neutralizados, se deberá detener la actividad de inmediato e implementar las recomendaciones técnicas de buen manejo. Ahora bien, para corregir el impacto se deberá aislar la zona impactada y se deberá proceder a su limpieza y estabilización.</p> <p><b>OC-6.</b> Si el suelo es contaminado por el derrame de combustible y lubricantes, se deberá coleccionar el producto y se deberá promover la estabilización del área que sufrió el impacto de acuerdo a las directrices de las hojas de manejo de lubricantes y combustibles.</p>

#### d. Para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos

Los principales impactos a los recursos biológicos y paisajísticos son la disminución de las especies nativas por invasión de especies exóticas (tilapia) o por el mal uso de medicamentos, el desarrollo de resistencia a medicamentos por partes de las especies nativas y el traslado de enfermedades a organismos silvestres. Por lo que se deberán implementar las medidas del Cuadro 27.

**Cuadro 27: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-19.</b> Instalar mallas de diferentes calibres en los estanques, pilas o jaulas de tal modo que se garantice que huevos, larvas, alevines o adultos no alcancen el medio natural o que del medio natural ingresen al cultivo de tilapia.</p> <p><b>OM-20.</b> Para realizar un uso adecuado de los antibióticos y otros medicamentos, se recomienda implementar un programa de sanidad agropecuaria, preventivo y correctivo, al interior de la finca, el cual</p>	<p><b>OC-7.</b> Al comprobarse la invasión de la especie al medio natural, se deberán cambiar las redes, mallas y filtros dañados. La invasión de especies al medio natural es un impacto irreversible.</p> <p><b>OC-8.</b> En caso del traslado de enfermedades a organismos silvestres, se deberá intervenir el cultivo (cuarentena) y en la medida de lo posible implementar programas de repoblación de fauna silvestre.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>incluya pruebas de comprobación o verificación de enfermedades y rotación de antibióticos, entre otros.</p> <p><b>OM-21.</b> Se recomienda comprar semilla y padrones de laboratorio y fincas con sistema de ciclo reproductivo cerrado, avalados por SENASA, para evitar la ocurrencia de enfermedades.</p> <p><b>OM-22.</b> En caso de que ocurra una muerte masiva de peces ocasionada por una enfermedad, se recomienda realizar una gestión de los residuos sólidos con la tecnología apropiada (incineradores, fosas sépticas, etc.). Además, debe informarse al SENASA, entidad nacional competente, para que acorde con la situación se implementen las medidas de bioseguridad que se requieran.</p> <p><b>OM-23.</b> No se deben disponer los residuos sólidos productivos y domésticos sobre laderas, drenajes o cualquier otro lugar donde se pueda alterar la calidad del paisaje, obstaculizar el libre tránsito por la zona y alterar el flujo natural de las corrientes de agua.</p> <p><b>OM-24.</b> Cuando el cultivo se hace en jaulas en aguas compartidas con las comunidades u otros proyectos, se deberán extremar las medidas de seguridad biológica, seguridad de las jaulas, monitoreo estricto y el manejo adecuado de los recambios de peces en sus diferentes etapas de cultivo.</p> <p><b>OM-25.</b> Se debe usar métodos no lesivos (mallas, sonidos fuertes, acciones de espantar, redes anti pájaros) ante la fauna que pueda ser atraída por la presencia de los estanques (aves, reptiles u otros predadores) o solicitar un permiso de caza controlada.<sup>31</sup></p>	<p><b>OC-9.</b> Debe confirmarse la presencia de cualquier contaminante o patógeno peligroso y aplicar las medidas correctivas establecidas en el plan de seguridad agropecuaria.</p> <p><b>OC-10.</b> Cuando exista alta presencia de enfermedades o altos índices de mortalidad, se deberá realizar una investigación interna sobre las causas que originan estos factores para implementar las medidas sanitarias pertinentes o las exigidas por SENASA.</p> <p><b>OC-11.</b> Al utilizar métodos lesivos para controlar la fauna atraída por la presencia de los estanques, la autoridad competente aplicará las sanciones correspondientes.</p>

### e. Para la gestión de la energía

El principal impacto ocasionado por la falta de gestión de la energía es el aumento de las emisiones al ambiente por el incremento en la utilización del recurso. En Honduras, la mayor parte de energía producida es por combustibles fósiles; por lo tanto, a mayor consumo de energía-combustible se produce mayores emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero (CO<sub>2</sub>). Por esta razón, se deberán implementar las medidas del Cuadro 28.

31 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2000. Guía ambiental para el subsector camaronicultor. Bogotá, Colombia. 97 p.

**Cuadro 28: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-26.</b> Se recomienda implementar un plan de ahorro y uso eficiente de la energía (brindar mantenimiento a todo el sistema eléctrico, concientizar a los empleados, implementar un registro general de consumo de energía, usar focos ahorrativos, utilizar energía renovable como la producida en los biodigestores o paneles solares, etc.).</p> <p><b>OM-27.</b> Se recomienda monitorear la efectividad del programa de ahorro y el uso eficiente de la energía y realizar las modificaciones pertinentes en caso de no lograr los objetivos previstos.</p>	<p><b>OC-12.</b> Cuando se observen consumos excesivos de energía eléctrica durante las actividades productivas, se deberá asignar a un responsable del cumplimiento de las actividades del plan de ahorro y uso eficiente de energía, para que dé seguimiento a las labores de mantenimiento del sistema eléctrico e implemente los registros de consumo. Además, se recomienda realizar un diagnóstico energético que ayude a redefinir los procedimientos de operación, lo que ayudará a disminuir la demanda del recurso.</p>

**f. Para la gestión de las sustancias peligrosas<sup>32</sup>**

El principal impacto producido por la inadecuada gestión de las sustancias peligrosas (combustible, lubricantes, fertilizantes, químicos etc.) es la contaminación del agua o del suelo por derrames de productos químicos durante el proceso de producción. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, es necesario implementar las medidas del Cuadro 29.

**Cuadro 29: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-28.</b> Las sustancias peligrosas (desinfectantes, pesticidas, etc.) y sus equipos de aplicación (bombas de mochila, etc.) deben almacenarse en bodegas exclusivas para este tipo de productos (sobre tarimas o estantes). Las bodegas deben poseer las condiciones de temperatura, luminosidad y humedad adecuadas; además, deben estar retiradas de los lugares de almacenamiento de alimentos de uso animal o humano. Igualmente, dentro de la bodega, deben rotularse los productos, colocar advertencias de manejo (temperatura de almacenamiento, inflamabilidad, etc.), hojas de seguridad y colocar equipo que permita controlar fugas (recipientes, aserrín, etc.) e incendios (extintores, etc.).</p> <p><b>OM-29.</b> Se recomienda implementar el plan de uso y manejo de sustancias peligrosas y su equipo de aplicación (capacitación de personal, revisión periódica de productos para verificar derrames, rotación de</p>	<p><b>OC-13.</b> En caso de que las sustancias peligrosas y sus equipos de aplicación se mantengan almacenados sin las especificaciones técnicas recomendadas (temperatura, luminosidad, humedad, etc.) o junto con alimentos de uso animal o humano, se debe proceder a colocarlos bajo las condiciones adecuadas y lejos de alimentos. No obstante, cuando ocurran derrames de sustancias peligrosas al suelo se deberá proceder a limpiar el lugar en seco, utilizando material absorbente (aserrín, etc.) y recipientes de recolección; posteriormente, los residuos deberán disponerse adecuadamente (rellenos especiales, etc.). Igualmente, se podrán seguir las indicaciones de las hojas de seguridad y en el caso de que las medidas implementadas no controlen la situación, se debe notificar a la autoridad competente.</p>

32 Ferrer, A.; Olano, I. 2005. Las buenas prácticas para la mejora ambiental de la empresa: manual práctico para la intervención. España. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). 18 p.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>inventario: primero que entra - primero que sale, frecuencia y procedimiento de limpieza, recolectar envases vacíos y aplicar triple enjuague). Cabe mencionar que se prohíbe el lavado de equipo y de recipientes que contengan sustancias peligrosas sobre fuentes o canales de conducción de agua.</p> <p><b>OM-30.</b> Solamente se deben usar productos químicos autorizados en el país. No aceptar envases deteriorados o con etiquetas ilegibles ni productos con fecha de expiración vencida.</p>	<p>Adicionalmente, si ocurren accidentes de intoxicación de los empleados, se deberá prestar atención médica requerida.</p> <p><b>OC-14.</b> En el caso en que el plan de uso y manejo de sustancias peligrosas y su equipo de aplicación no sea funcional, debe rediseñarse e implementarse un procedimiento más riguroso que permita evitar daños por la mala gestión de estos productos.</p>

**g. Para la gestión de residuos sólidos**

El principal impacto producido por los residuos sólidos durante el cultivo de tilapia es la contaminación del agua o del suelo por acumulación o mal manejo de los residuos sólidos. En este sentido, se deberán implementar las medidas del Cuadro 30.

**Cuadro 30: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-31.</b> Debe implementarse un plan o procedimiento para el manejo de todos los residuos sólidos de la finca, el cual debe incluir la clasificación (residuos del proceso y domésticos), recolección (rutas, frecuencia, etc.) y el manejo y disposición (prohibir la quema y acumulación, uso de tecnologías apropiadas, utilizar lineamientos de SENASA, etc.). El plan debe considerar las medidas establecidas por SENASA para la manipulación de mortalidades masivas de peces debido a enfermedades o disminución de algún parámetro clave en el agua, en las cuales el producto no pueda ser consumido, o aprovechado industrialmente.</p> <p><b>OM-32.</b> Para la disposición temporal de los residuos sólidos de origen doméstico (plásticos, vidrios, papelería, metales orgánicos, etc.), se deberán colocar recipientes resistentes y de suficiente capacidad en todas las bodegas de alimentos de animales y de sustancias peligrosas (de ser posible rotular para reciclaje). Estos residuos deberán ser colectados diariamente y trasladados al sitio de disposición final (relleno sanitario, etc.). Es necesario mencionar que en el área del proyecto o en sus inmediaciones está prohibida la quema o acumulación de estos residuos.</p>	<p><b>OC-15.</b> Si el agua y suelo ya sufrieron impactos por la mala gestión de los residuos sólidos domésticos y del proceso, se debe realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente (rellenos sanitarios, fosas de mortalidad y áreas de secado de los lodos). Igualmente, se deberá rediseñar el plan o procedimiento de manejo definiendo recomendaciones ambientales más estrictas; en este sentido, se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos sólidos.</p> <p><b>OC-16.</b> De no existir un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos domésticos, se deberán realizar las gestiones requeridas ante la autoridad competente para que indique el lugar y la forma adecuada para su disposición; en su defecto, los residuos deberán ser depositados en una fosa y ser cubiertos con una capa de tierra.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-33.</b> Los residuos del proceso productivo como los lodos de las lagunas deben disponerse en áreas con fondo impermeabilizado. Además, debe estar a una distancia no inferior a 50 metros de cualquier cuerpo de agua (pozos, vertientes, etc.).</p> <p><b>OM-34.</b> No se deberá disponer el material o residuos resultantes del proceso de cultivo de tilapia, sobre laderas, drenajes o cualquier otro lugar donde se pueda alterar la calidad del paisaje, obstaculizar el libre tránsito por la zona y alterar el flujo natural de las corrientes de agua. La disposición final de los residuos sólidos del proceso para el cultivo de tilapia deben ser dispuestos en el sitio acordado con la autoridad competente.</p> <p><b>OM-35.</b> En caso de ocurrir una muerte masiva de peces por causa de alguna enfermedad, se deberá registrar el sitio de disposición final de los residuos sólidos (animales muertos) en SENASA, asimismo, se deberá solicitar a SENASA un permiso para su movilización. En la sospecha de un brote de la enfermedad se prohibirá cualquier movilización de la misma. Se recomienda disponer los peces en una fosa de mortalidad (muladar) debidamente impermeabilizada y curada (cal).</p>	

#### h. Para la gestión de residuos líquidos

El principal impacto producido por la inadecuada gestión de los residuos líquidos durante el cultivo de tilapia es la contaminación del agua y del suelo por acumulación o mal manejo de los residuos líquidos. Por lo que se deberán implementar las medidas del Cuadro 31.

**Cuadro 31: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-36.</b> Para minimizar la cantidad de sólidos y materiales orgánicos e inorgánicos contenidos en las aguas residuales, se recomienda realizar la alimentación en las dosis óptimas.</p> <p><b>OM-37.</b> Implementar el plan o procedimiento para la gestión de los residuos líquidos para los sistemas de cultivo de tilapia, el cual deberá considerar la implementación de un programa de monitoreo, para cumplir con los valores guía establecidos en la Norma Técnica de Descargas de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores y Alcantarillados Sanitarios.</p>	<p><b>OC-17.</b> Si el agua y suelo han sufrido impactos por la mala gestión de los residuos líquidos del proceso, en la medida de lo posible se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente (tratamiento primario). Igualmente, se deberá rediseñar el plan o procedimiento de manejo definiendo recomendaciones ambientales más estrictas; en este sentido, se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos líquidos.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<b>OM-38.</b> Se prohíbe realizar el vertido directo de residuos líquidos proveniente de sustancias peligrosas (insecticidas, etc.) a cuerpos receptores.	<b>OC-18.</b> Si los lodos aguas se acumulan en áreas sin fondo impermeabilizado ni con las condiciones de almacenamiento necesarias, se deberá detener inmediatamente la actividad y se procederá a estabilizar el área que sufrió el impacto (aislamiento y reposo).

### i. Para el mantenimiento de equipo e instalaciones

El principal impacto producido por la inadecuada gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones durante el cultivo de tilapia es la contaminación del agua o del suelo originada por derrames o mala disposición de los residuos (piezas de trapos contaminados, entre otros). De esta forma, para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes medidas:

**Cuadro 32: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-39.</b> Los productos utilizados para el mantenimiento o manejo de equipo e instalaciones (lubricantes, combustibles, etc.) y sus equipos de aplicación (aceiteras, etc.) deben almacenarse en bodegas para este tipo de productos (sobre tarimas o estantes). Las bodegas deben poseer las condiciones adecuadas de temperatura y deben estar retiradas de cuerpos receptores de agua. Igualmente, dentro de la bodega, deben rotularse los productos, colocar advertencias de manejo (temperatura de almacenamiento, inflamabilidad, etc.), y ubicar equipo que permita controlar fugas (recipientes, aserrín, etc.) e incendios (extintores, etc.).</p> <p><b>OM-40.</b> Implementar un programa de mantenimiento preventivo (definir manuales de uso, frecuencia de revisión, limpieza, reparación, uso de registros, etc.) del equipo e instalaciones de la finca (tanques de almacenamiento, líneas de conducción, maquinaria, sistema eléctrico, etc.), que permita evitar fugas y derrames de sustancias contaminantes.</p>	<p><b>OC-19.</b> En caso de que los productos utilizados para el mantenimiento o manejo de equipo e instalaciones se mantengan almacenados sin las especificaciones técnicas recomendadas (temperatura, etc.) o cerca de cuerpos de agua, se deberá proceder a colocarlos bajo las condiciones adecuadas. No obstante, cuando ocurran derrames de estos productos sobre el suelo, se procederá a limpiar el lugar en seco, utilizando material absorbente (aserrín, etc.) y recipientes de recolección; posteriormente, los residuos deberán disponerse adecuadamente (rellenos especiales, etc.).</p> <p><b>OC-20.</b> En el caso en que el programa de mantenimiento preventivo no sea funcional, debe rediseñarse e implementarse un procedimiento más riguroso que permita evitar daños por la mala gestión de lubricantes, combustibles, etc. Se recomienda que cada seis meses se revisen los procedimientos y se realicen correcciones.</p>

### j. Para el reúso y reciclaje

Los principales impactos producidos por la falta de reúso y reciclaje durante el cultivo de tilapia son la contaminación de aire, agua o suelo por el mal manejo de los residuos y la disminución en la capacidad

de los botaderos locales. Para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las medidas del Cuadro 33.

**Cuadro 33: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del reúso y reciclaje en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-41.</b> Implementar un programa de reutilización y reciclaje de ciertos residuos que se generen en la finca y que pueden ser fuente de contaminación para el agua y el suelo. El programa debe incluir los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Determinar las áreas o etapas del proceso en las que se produce cada residuo.</li> <li>b). Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos.</li> <li>c). Clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado.</li> <li>d). Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso productivo.</li> <li>e). Realizar análisis de composición de los residuos, para definir el tratamiento a utilizar.</li> <li>f). Establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados.</li> <li>g). Determinar qué material puede ser reutilizado en el proceso.</li> <li>h). Desarrollar un plan de venta de residuos y sub-productos.</li> </ul>	<p><b>OM-42.</b> Si se han realizado impactos al agua y suelo por la mala gestión de los residuos del proceso, en la medida de lo posible se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente (rellenos sanitarios, etc.). Igualmente, se deberá rediseñar el programa de reúso y reciclaje definiendo parámetros técnicos adicionales; en este sentido, se puede considerar capacitar e incentivar a los trabajadores o contratar a un experto en reúso y reciclaje de residuos.</p>

**k. Para la gestión de los riesgos y amenazas**

El principal impacto es el riesgo a la salud de las personas por accidentes laborales o eventos naturales y la contaminación del agua o del suelo. Para mitigar o corregir dichos impactos se debe implementar las recomendaciones del Cuadro 34.

**Cuadro 34: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los riesgos y amenazas en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-43.</b> Implementar un plan de salud y seguridad ocupacional que incluya la capacitación de los empleados en temas de riesgo laboral y hojas de seguridad (intoxicaciones, accidentes, enfermedades, etc.) y el uso de equipo de protección personal.</p>	<p><b>OC-21.</b> Si ocurre algún impacto en la salud de las personas por accidentes laborales, se deberán brindar los primeros auxilios pertinentes o trasladar al empleado a una clínica o centro hospitalario para contrarrestar el daño. Posteriormente, el plan de</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-44.</b> Se deberá dotar a los empleados del equipo de protección personal necesario y adecuado para llevar a cabo las labores de la finca (botas de hule, guantes, mascarillas, overoles, etc.), el uso del equipo será obligatorio y la empresa será la responsable de hacer cumplir esta disposición. Además, la empresa deberá instalar y dar mantenimiento a un botiquín de primeros auxilios en las áreas clave de la finca.</p> <p><b>OM-45.</b> Según el tamaño de la finca y el número de instalaciones, se deberán colocar extintores contra incendios. Estos deberán someterse a revisión periódica y se deberá capacitar al personal en su uso correcto.</p> <p><b>OM-46.</b> Para evitar daños a la salud de las personas y la contaminación del agua y del suelo por eventos de origen natural (huracanes, inundaciones, etc.) que dispersen los residuos y sustancias peligrosas, se deberá implementar el plan de contingencia para desastres y capacitar al personal en su uso (asignar responsable, establecer funciones y brigadas, definir rutas de evacuación, etc.).</p>	<p>salud y seguridad ocupacional deberá rediseñarse, estableciendo medidas de prevención más rigurosas.</p> <p><b>OC-22.</b> Ante la ocurrencia de eventos naturales en el área de la finca (inundaciones, etc.), se deberá realizar una limpieza general del predio, recolectando en la medida de lo posible los residuos y sustancias peligrosas; seguidamente, se deberán desinfectar las instalaciones (estanques, bodegas, etc.).</p> <p><b>OC-23.</b> Se deberá rediseñar el plan de contingencias si los efectos causados por un evento natural excede las previsiones del mismo.</p>

### I. Para la gestión de los efectos acumulativos<sup>33</sup>

Los efectos acumulativos se definen como aquellos en los que al prolongarse la acción del agente inductor en el tiempo se incrementa progresivamente su gravedad. En pocas palabras, es un impacto que se da por la presencia de un agente causante a través del tiempo. Por lo tanto, puede existir una contaminación de todos los factores ambientales (aire, agua, suelo, recursos biológicos y paisajísticos) por la presencia de elementos residuales. En este sentido, la mitigación o corrección de este impacto es un proceso complicado, pero es válido implementar las medidas del Cuadro 35.

**Cuadro 35: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los efectos acumulativos en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-47.</b> En la medida de lo posible, implementar sistemas de gestión ambiental.</p> <p><b>OM-48.</b> Se prohíbe la acumulación de cualquier residuo (líquido o sólido) de la finca sin ningún tratamiento de gestión. Lo que evitará la contaminación del agua por lixiviados, saturación de los poros del suelo por exceso de residuos y deterioro general de los hábitats, entre otros.</p>	<p><b>OC-24.</b> Si a través de estudios se comprueba el desarrollo de efectos acumulativos en cualquier factor ambiental (agua, suelo, etc.) por la presencia de elementos residuales, se deberá realizar un análisis del proceso productivo para identificar todas las entradas y salidas del sistema, sus puntos críticos, y definir acciones más rigurosas de control y gestión. Igualmente, se recomienda informar a la autoridad competente de los impactos acumulativos identificados.</p>

33 Ferrer, A.; Olano, I. 2005. Las buenas prácticas para la mejora ambiental de la empresa: manual práctico para la intervención. España. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). 18 p.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-49.</b> Aunque se implementen sistemas de tratamiento para las aguas residuales y se realice una adecuada disposición de los residuos sólidos, se deberá desarrollar un sistema de monitoreo que constantemente analice y corrija las fugas de contaminantes al medio natural (lixiviados, etc.).</p> <p><b>OM-50.</b> De forma periódica, se recomienda realizar chequeos médicos para los empleados.</p>	

## 2. Indicadores de desempeño ambiental

Los indicadores de desempeño ambiental muestran los esfuerzos por parte de la empresa para reducir los impactos ambientales generados por la actividad durante la etapa de operación. Sus objetivos son:

- Medir hasta qué punto están integrados los aspectos ambientales durante la construcción de la planta.
- Mostrar conexiones entre los impactos ambientales y las actividades de la gestión ambiental.
- Evaluar el estado de su implementación.

**Cuadro 36: Indicadores de gestión ambiental en la etapa de operación**

INDICADOR	UNIDAD	MES 1	MES 2
Inspecciones ambientales llevadas a cabo por la autoridad competente	Número		
Medidas de mitigación o de corrección ambiental llevadas a cabo	Número de medidas de mitigación cumplidas dividida entre el número de medidas a cumplir (%)		
Denuncias ante la autoridad competente por contaminación	Número		
Medidas implementadas ante las denuncias de la autoridad competente	Número		
Proporción de la inversión destinada al control ambiental	La inversión ambiental dividida entre la inversión total (%)		

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH

## D. Etapa de cierre y posclausura

La etapa de cierre y posclausura incluye las subetapas de desmonte y traslado de la maquinaria, demolición de infraestructura y retiro de residuos, las cuales provocan impactos negativos al ambiente.

Por lo tanto, el objetivo de la presente sección es identificar y exponer los principales impactos

ambientales negativos generados por estas subetapas de cierre y posclausura en cada factor o componente ambiental (Cuadro 37).

**Cuadro 37: Identificación de impactos por factor ambiental en la etapa de cierre y posclausura**

FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS	SUBETAPAS DE CIERRE Y POSCLAUSURA		
		Desmante y traslado de la maquinaria	Demolición de infraestructura	Retiro de residuos
Aire	Contaminación por emisiones atmosféricas	▲	▲	▲
	Incremento de los niveles de ruido	▲	▲	▲
Agua	Contaminación del agua por la falta de saneamiento básico	▲	▲	▲
	Disminución del recurso por el consumo en las actividades generales de cierre		▲	
	Sedimentación de los cursos de agua		▲	▲
Suelo	Contaminación por derrames de combustibles y de lubricantes	▲	▲	▲
	Compactación del suelo, por el movimiento de maquinaria	▲		
	Erosión		▲	▲
Recursos biológicos y paisajísticos	Pérdida de los recursos biológicos y alteración de los recursos paisajísticos por la inadecuada gestión de residuos		▲	▲

Fuente: CNP+LH

Igualmente, se exponen los impactos ambientales específicos que pueden ocurrir por la falta de gestión de ciertos insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son clave para un adecuado manejo ambiental en toda la etapa de cierre y posclausura de una finca de cultivo de tilapia (Cuadro 38). Además, se detallan las principales medidas de mitigación y corrección que deben implementarse para cada impacto identificado.

**Cuadro 38: Identificación de impactos por la falta de gestión de otros aspectos clave para un manejo ambiental en la etapa de cierre y posclausura.**

GESTIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE CIERRE Y POST-CLAUSURA		
		DESMONTAJE, TRASLADO DE MAQUINARIA	DEMOLICIÓN	RETIRO DE RESIDUOS
<b>Insumos especiales</b>				
Energía	Emissiones al ambiente por el consumo de energía	▲		
Sustancias Peligrosas	Contaminación del agua o de suelos por derrames	▲		▲
<b>Residuos</b>				
Residuos sólidos	Contaminación de agua o suelo por acumulación o mal manejo de los residuos	▲	▲	▲
Residuos líquidos	Contaminación de agua o suelo por acumulación o mal manejo de los residuos	▲	▲	▲
<b>Actividades generales</b>				
Reutilización y reciclaje	Contaminación de aire, agua y suelo por la gestión inadecuada de los residuos	▲	▲	▲
	Disminución en la capacidad de los botaderos locales	▲	▲	
<b>Factores externos y de escala</b>				
Riesgos y amenazas	Efectos en la salud de las personas por accidentes laborales o eventos naturales	▲	▲	▲
Efectos acumulativos	Contaminación de todos los factores ambientales y daños a la salud por elementos residuales			▲

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH.

## I. Buenas prácticas durante el cierre y posclausura del proyecto

Estas medidas deberán ser implementadas durante las actividades de desmontaje, traslado de maquinaria, demolición y retiro de residuos.

### a. Para la gestión del aire

Los principales impactos ocasionados al aire durante las subetapas de cierre y posclausura son la contaminación por emisiones atmosféricas y el incremento de los niveles de ruido. Por lo tanto, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 39.

**Cuadro 39: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN <sup>34</sup>	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-1.</b> Durante el transporte de escombros, tierra u otro material particulado en camiones, la carga será recubierta con una carpa debidamente instalada y no se deberá exceder su capacidad de carga.</p> <p><b>CIM-2.</b> Con el fin de evitar que se levanten nubes de polvo desde las zonas de trabajo, durante los períodos de época seca o de ausencia de lluvias en la zona y que existan corrientes de viento fuerte, se procederá a humedecer con agua las superficies de trabajo y de rodamiento de la maquinaria y se regulará la velocidad del tránsito. Cabe mencionar que en las regiones donde se presente escasez de agua no debe realizarse la práctica.</p> <p><b>CIM-3.</b> Los apilamientos temporales de escombros, tierra u otro material particulado serán protegidos de la erosión eólica, con el fin de evitar que los mismos sirvan de fuente de contaminación del aire en el área donde se encontraba el proyecto. Esa protección se hará de acuerdo con las condiciones del sitio de apilamiento y su vulnerabilidad a la erosión eólica. El límite del volumen de almacenamiento de estos materiales lo determinará la capacidad que se tiene para cubrir los mismos con plásticos u otros materiales similares, que permitan su protección. En caso de que el volumen sea mayor, se evitará o limitará su almacenamiento temporal y se llevarán hasta los sitios de disposición final.</p> <p><b>CIM-4.</b> La maquinaria utilizada debe estar en óptimas condiciones, por lo cual se deberá implementar periódicamente su plan de mantenimiento, de manera que se garantice el mínimo impacto ambiental al aire, por emisiones y ruido, como consecuencia de desajustes y problemas mecánicos previsibles en dicha maquinaria.</p>	<p><b>CIC-1.</b> Ante la presencia de fuertes vientos, se deberán detener temporalmente las actividades relacionadas al movimiento de tierra o escombros. Igualmente, para evitar nubes de polvo, se deberá regular la velocidad de tránsito de la maquinaria.</p> <p><b>CIC-2.</b> Si ocurren desbordamientos o pérdidas de tierra o de otro material durante su movilización, se deberán revisar los medios de transporte, así como las lonas, toldos, etc., si estos presentan daños deberán ser sustituidos. Además, deberán mantenerse las rutas establecidas.</p> <p><b>CIC-3.</b> En el caso de observarse emisiones anormales en cierta maquinaria y/o equipo, se deberá detener de forma inmediata la actividad que se esté realizando. Posteriormente, se deberá corregir la falla y rediseñar el plan de mantenimiento.</p> <p><b>CIC-4.</b> Cuando se produzcan ruidos y vibraciones que generen quejas por parte de las personas que residen en las cercanías del proyecto, se establecerá un mecanismo de diálogo y búsqueda de soluciones apropiadas que generen la menor perturbación posible, siguiendo un principio de "buen vecino".</p> <p><b>CIC-5.</b> Cuando los niveles de ruido no puedan reducirse con el mantenimiento de la maquinaria y equipo, se recomienda colocar silenciadores o utilizar equipos silenciosos.</p>

**b. Para la gestión del agua**

Los principales impactos ocasionados al agua durante las subetapas de cierre y posclausura son la contaminación por la falta de saneamiento básico, la disminución del recurso por su consumo en las actividades generales de cierre y la sedimentación de los cursos de agua. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 40.

34 Astorga, A. 2006. Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de la infraestructura urbana. San José, CR. UICN. 99 p.

**Cuadro 40: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-5.</b> Implementar un plan de saneamiento básico en la zona de cierre del proyecto (instalación de letrinas, reglamento interno para los trabajadores, manejo de residuos domésticos, control de vectores, etc.), lo cual reducirá la contaminación de las fuentes o cursos de agua.</p> <p><b>CIM-6.</b> Concientizar a los trabajadores para que implementen buenas prácticas para el ahorro y uso eficiente del agua.</p> <p><b>CIM-7.</b> Debe realizarse un adecuado manejo de los escombros, tierra y residuos en general (establecer sitios de acopio, manejo, disposición final, etc.). En ningún momento debe depositarse el suelo removido o escombros en los cuerpos de agua.</p> <p><b>CIM-8.</b> Realizar la cancelación del servicio de agua:</p> <p>a). Si el servicio es provisto por la municipalidad, se deberá notificar el cierre de la finca para que se realice el respectivo corte en el sistema de abastecimiento de agua. Igualmente, se deberán cancelar los cánones acordados.</p> <p>b). Si el agua proviene de un pozo dentro de la propiedad, deberá sellarse.</p>	<p><b>CIC-6.</b> Si existe contaminación del agua por la disposición inadecuada de las excretas, debe identificarse el punto de infección (fugas, derrames, erosión, malas prácticas humanas, etc.) y realizar las correcciones pertinentes al sistema de saneamiento o exigir a los trabajadores el cumplimiento de las medidas básicas de higiene.</p> <p><b>CIC-7.</b> Cuando se observen consumos de agua excesivos, fugas y cualquier otra anomalía que contribuya al desperdicio de este recurso, se recomienda asignar un responsable del cumplimiento de las actividades del plan de ahorro y uso eficiente del agua, para que dé seguimiento a las labores de detección de fugas de agua y a las malas prácticas de uso.</p> <p><b>CIC-8.</b> Cuando los escombros, tierra o residuos en general se estén disponiendo directamente sobre los cuerpos de agua, de forma inmediata se deberá detener la actividad; seguidamente, se deberá definir un plan de gestión de los residuos y un sitio de acopio temporal para los mismos.</p>

### c. Para la gestión del suelo

Los principales impactos producidos al suelo durante el desarrollo de las subetapas de cierre y posclausura son la contaminación por derrames de combustibles y lubricantes, la compactación y la erosión del suelo. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 41.

**Cuadro 41: Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-9.</b> Para evitar fugas y derrames de sustancias contaminantes, se recomienda realizar un mantenimiento planificado en la maquinaria y el equipo (ubicación, revisión periódica, responsable, etc.). Igualmente, deben socializarse y ubicarse de forma visible a los trabajadores las hojas de manejo de los combustibles y lubricantes.</p>	<p><b>CIC-9.</b> Ante la contaminación del suelo por derrames de combustibles o de lubricantes, se deberá recolectar el producto y se deberá promover la estabilización del área que sufrió el impacto (usar aserrín o cal).</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-10.</b> Evitar que la maquinaria circule libremente por toda el área, solo debe circular por los caminos autorizados por el desarrollador del proyecto y donde no sean áreas verdes o con presencia de suelos fértiles.</p> <p><b>CIM-11.</b> Mantener la maquinaria de transporte el menor tiempo posible en el plantel para reducir la compactación del suelo. Igualmente, el equipo y maquinaria del proyecto no debe ubicarse por tiempo prolongado sobre el suelo.</p> <p><b>CIM-12.</b> En la medida de lo posible y para evitar la erosión eólica, se recomienda realizar el riego continuo en el área de cierre. Pero realizando un uso racional del agua durante todas las actividades de esta etapa. Esta disposición debe ser del conocimiento de todos los trabajadores.</p>	<p><b>CIC-10.</b> Cuando el lugar destinado para áreas verdes tenga un alto grado de compactación por el paso de la maquinaria y equipo de cierre, se recomienda remover la capa de suelo con arados u otros implementos que permitan la aireación del recurso.</p> <p><b>CIC-11.</b> Cuando exista pérdida evidente de la capa orgánica de ciertas áreas donde estuvo la finca, en la medida de lo posible se recomienda aplicar tierra fértil, compost o abono orgánico, lo cual permitirá contrarrestar el impacto.</p>

#### d. Para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos

El principal impacto producido a los recursos biológicos es su pérdida directa por la intervención en el ecosistema (pérdida del hábitat, especies endógenas, etc.). Mientras que el principal impacto a los recursos paisajísticos, es la alteración del mismo por la fracción del entorno o por la disposición inadecuada de los residuos. Por lo tanto, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del Cuadro 42.

**Cuadro 42: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-13.</b> No se debe intervenir la cobertura vegetal aledaña al área donde estuvo el proyecto, pues deben permanecer ilesas. Debe brindarse protección a los árboles ubicados en la zona y deben reponerse los afectados.</p> <p><b>CIM-14.</b> Se recomienda concientizar y capacitar a los trabajadores que realizarán el cierre del proyecto, en la protección y mantenimiento de la cobertura vegetal y en la importancia de ciertos recursos naturales que se encuentren dentro del área.</p>	

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-15.</b> No se deben disponer los escombros y residuos en general sobre laderas o cualquier otro lugar donde se pueda alterar la calidad del paisaje, obstaculizar el libre tránsito por la zona ni ocasionar pérdidas de hábitat.</p> <p><b>CIM-16.</b> Se recomienda reforestar la zona con especies aptas a las condiciones climáticas existentes, de preferencia utilizar especies nativas.</p>	

### e. Para la gestión de la energía

El principal impacto por la falta de gestión de la energía es el aumento de las emisiones al ambiente por incremento en la demanda del recurso. Básicamente, esta situación se da porque hasta la fecha en Honduras la mayor parte de la energía producida es por combustibles fósiles; por lo tanto, a mayor consumo de energía-combustible se producen mayores emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero (ej. dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, etc.). Para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las medidas del Cuadro 43.

**Cuadro 43: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-17.</b> Implementar medidas de ahorro y eficiencia energética de las cuales a continuación se mencionan algunas acciones clave:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Concientizar, mediante charlas, a los trabajadores sobre la importancia de ahorrar la energía eléctrica y sobre las medidas para lograrlo.</li> <li>Aprovechar la luz natural y evitar la iluminación artificial innecesaria.</li> <li>En el caso de que se utilice una planta generadora para algunas acciones del cierre, se deben planificar las actividades que utilicen energía eléctrica como soldadoras, taladros, compactadoras, para maximizar el rendimiento de la planta y reducir las emisiones.</li> <li>Utilizar vehículos y maquinaria de bajo consumo, así como, tener la maquinaria, vehículos, etc. sólo el tiempo imprescindible en funcionamiento (apagar el motor en tiempos de espera).</li> </ol> <p><b>CIM-18.</b> Si aplica, realizar la cancelación del servicio de energía eléctrica.</p>	<p><b>CIC-12.</b> Si se identifican consumos excesivos de energía eléctrica durante las actividades de esta etapa, se deberá asignar un responsable que supervise el cumplimiento de las buenas prácticas de ahorro y eficiencia.</p>

### f. Para la gestión de las sustancias peligrosas

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de las sustancias peligrosas (combustibles, lubricantes, etc.), es la contaminación del agua y del suelo por derrames de productos químicos durante las actividades de cierre. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, es necesario implementar las recomendaciones del Cuadro 44.

**Cuadro 44: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-19.</b> Gestionar un sitio apropiado, alejado de las fuentes de agua, para efectuar el acopio de las sustancias peligrosas que se hubiesen identificado en esta etapa.</p> <p><b>CIM-20.</b> Implementar un plan de contingencia básico para la etapa de cierre, el cual se recomienda que contemple: concientización del personal, buenas prácticas de manejo de sustancias peligrosas, elaboración de hojas de seguridad, instrucciones generales, etc.</p> <p><b>CIM-21.</b> Almacenar las sustancias peligrosas, especialmente los combustibles, disolventes y otros líquidos, sobre superficies impermeabilizadas que permitan recuperar posibles vertidos accidentales y evitar la contaminación del suelo o la red de alcantarillado, atendiendo las indicaciones de las hojas de seguridad (tiempos límites de almacenamiento, manejo, etc.).</p>	<p><b>CIC-13.</b> Ante la ocurrencia de derrames o de accidentes por la gestión inadecuada de las sustancias peligrosas, se deberá revisar las indicaciones que emite el reglamento de higiene y seguridad o se deberán implementar las acciones del plan de contingencia.</p> <p><b>CIC-14.</b> Es necesario recalcar que al ocurrir derrames de sustancias peligrosas al suelo, se deberá proceder a limpiar en seco el lugar utilizando material absorbente (aserrín, etc.) y recipientes de recolección; posteriormente, los residuos deberán disponerse adecuadamente (rellenos especiales, etc.).</p> <p><b>CIC-15.</b> Seguir las instrucciones de los fabricantes para la adecuada disposición o traslado de sustancias peligrosas, revisar lo estipulado en las hojas de seguridad o lo indicado por la autoridad competente (SAG, SERNA, etc.).</p>

### g. Para la gestión de residuos sólidos

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de los residuos sólidos es la contaminación del agua y suelo por la acumulación o mal manejo de los mismos durante la etapa de cierre y posclausura. Para mitigar o corregir este impacto, es necesario implementar las medidas del Cuadro 45.

**Cuadro 45: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de residuos sólidos en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-22.</b> Implementar un plan de gestión de residuos sólidos que permita manejar los residuos de forma que se eviten daños al ambiente y a la salud de las personas. El plan debe considerar, como mínimo, lo siguiente:</p>	<p><b>CIC-16.</b> Si el agua o el suelo han sufrido impactos por la gestión inadecuada de los residuos, se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente (rellenos,</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>a). En la medida de lo posible clasificar y separar los residuos.</p> <p>b). Realizar la disposición final de los residuos sólidos con base en el plan de transporte; el plan de transporte estará definido por los volúmenes generados, y los sitios de disposición deberán ser autorizados por la autoridad competente.</p> <p>c). Proteger de la lluvia y de la humedad los elementos metálicos para evitar su corrosión y daños que imposibilite reusarlos. En caso de generarse residuos metálicos no recuperables, se recomienda enviarlos a un gestor de metales autorizado.</p> <p>d). Ajustar los volúmenes de residuos a transportar, de acuerdo a la capacidad del vehículo a utilizar, y manejar los residuos en recipientes resistentes y de adecuada capacidad para su transporte.</p> <p>e). No deben mezclarse los residuos peligrosos. Los residuos peligrosos como los envases y materiales (trapos, papeles, ropas) contaminados deben ser entregados para ser tratados por gestores autorizados; en caso de no contar con gestores autorizados, se recomienda evitar el almacenamiento de envases y de residuos peligrosos incompatibles entre sí y realizar su disposición de acuerdo a la legislación vigente (ver marco legal de la guía).</p> <p>f). Se deberán tomar las medidas que garanticen el buen manejo de los residuos sólidos, ya sea capacitando a los trabajadores o contratando a un tercero para el manejo y disposición final de los mismos.</p>	<p>etc.). Además, se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos sólidos.</p> <p><b>CIC-17.</b> Si los residuos sólidos han sido colocados dispuestos en sitios no autorizados, se deberá abocar de inmediato a la municipalidad y acordar el sitio para su disposición. Posteriormente, se deben limpiar y estabilizar los sitios no autorizados.</p>

### **h. Para la gestión de residuos líquidos**

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de los residuos líquidos es la contaminación del agua y del suelo por la acumulación o mal manejo de los mismos durante la etapa de cierre y posclausura. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, es necesario implementar las medidas del Cuadro 46.

**Cuadro 46: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-23.</b> Implementar un plan de gestión de residuos líquidos (identificar residuos, definir áreas de lavado de maquinaria y equipo, manejo de las aguas residuales, etc.)</p> <p><b>CIM-24.</b> Implementar el plan de cierre del sistema de tratamiento.</p>	<p><b>CIC-18.</b> Si el agua y suelo sufrieron impactos por la gestión inadecuada de los residuos líquidos, en la medida de lo posible se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente. Además, se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos líquidos.</p>

### i. Para el reúso y reciclaje

Los principales impactos por la falta de gestión de la reutilización–reciclaje en la etapa de cierre y posclausura son la contaminación del aire, agua y suelo por el mal manejo de los residuos y la disminución en la capacidad de los botaderos locales. Por lo tanto, para mitigar o corregir estos impactos, es necesario implementar las siguientes medidas:

**Cuadro 47: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la reutilización y reciclaje en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-25.</b> Desarrollar charlas de concientización para promover la reutilización y reciclaje durante el cierre del proyecto.</p> <p><b>CIM-26.</b> Implementar un programa de reúso y reciclaje de ciertos residuos que se generen durante el cierre del proyecto, y que pueden ser fuente de contaminación para el agua y el suelo. El programa debe determinar los residuos que pueden reciclarse; establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos; clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado; establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados; desarrollar un plan de venta de residuos.</p> <p><b>CIM-27.</b> Identificar materiales con potencial de reciclado, como los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Materiales pétreos como hormigón en masa, armado o pre comprimido, obra de fábrica cerámica o de otros materiales, piedra natural, gravas y arenas, vidrio.</li> <li>Materiales metálicos como: plomo, cobre, hierro, acero, fundición, cinc, aluminio, etc.</li> <li>Plásticos, cartón, madera, cauchos, entre otros.</li> </ol>	<p><b>CIC-19.</b> Si se han realizado impactos al agua y suelo por la gestión inadecuada de los residuos, en la medida de lo posible se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente. Igualmente, se deberá rediseñar el programa de reutilización y reciclaje definiendo parámetros técnicos adicionales; en este sentido, se puede considerar capacitar e incentivar a los trabajadores o contratar a un experto en reúso y reciclaje de residuos.</p>

## j. Para la gestión de riesgos y amenazas

Los principales impactos generados por la falta de gestión de los riesgos y amenazas durante la etapa de cierre del proyecto son los efectos en la salud de las personas por accidentes laborales o eventos naturales, y la contaminación al agua y el suelo. Para mitigar o corregir dichos impactos se deben implementar las medidas del Cuadro 48.

**Cuadro 48: Medidas de mitigación y corrección para la gestión de riesgos y amenazas en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-28.</b> Capacitar a los trabajadores en el uso correcto de la maquinaria y equipo requerido para el cierre del proyecto, así como en temas de riesgo laboral, hojas de seguridad (intoxicaciones, accidentes, enfermedades, etc.) y el uso de equipo de protección personal.</p> <p><b>CIM-29.</b> Dotar a los trabajadores con el equipo de protección personal (cascos, guantes, mascarillas, botas, etc.) de acuerdo a los requerimientos de seguridad de la obra que se está desarrollando (soldadura, electricidad, etc.). El uso del equipo de protección personal será obligatorio. Además, se deberá instalar y dar mantenimiento a un botiquín de primeros auxilios en el área.</p> <p><b>CIM-30.</b> Para evitar daños a la salud de las personas y contaminación al agua y el suelo por eventos naturales (huracanes, inundaciones, etc.) que dispersen los residuos y sustancias peligrosas del plantel, se deberá contar con un plan de contingencia para desastres y capacitar al personal en su uso (asignar responsable, establecer funciones y brigadas, definir rutas de evacuación, etc.).</p>	<p><b>CIC-20.</b> En los casos en que se afecte la salud de las personas debido a un accidente laboral, se deberán brindar los primeros auxilios pertinentes o trasladar al empleado a una clínica o centro hospitalario para contrarrestar el daño.</p> <p><b>CIC-21.</b> Ante la ocurrencia de eventos de origen natural (inundaciones, huracanes, deslaves, etc.), se deberá realizar una limpieza general del predio, recolectando en la medida de lo posible los residuos y sustancias peligrosas.</p> <p><b>CIC-22.</b> Reportar los impactos a las autoridades pertinentes (Comité Permanente de Contingencias, etc.).</p>

## 2. Indicadores de gestión ambiental en la etapa de cierre y posclausura

Los indicadores de desempeño ambiental muestran los esfuerzos de parte de la empresa para reducir los impactos ambientales generados por la actividad durante la etapa de cierre y posclausura. Concretamente, sus objetivos son:

- a). Medir hasta qué punto están integrados los aspectos ambientales durante la etapa de cierre y posclausura de la finca para el cultivo de tilapia.

- b). Mostrar conexiones entre los impactos ambientales y las actividades de la gestión ambiental.
- c). Evaluar el estado de su implementación.

**Cuadro 49: Indicadores de gestión ambiental en la etapa de cierre y posclausura**

INDICADOR	UNIDAD	MES 1	MES 2
Inspecciones ambientales llevadas a cabo por la autoridad competente	Número		
Medidas de mitigación o de corrección ambiental llevadas a cabo	El número de medidas de mitigación cumplidas divididas entre el número de medidas a cumplir (%)		
Denuncias ante la autoridad competente por contaminación	Número		
Medidas implementadas ante las denuncias de la autoridad competente	Número		
Proporción de la inversión destinada al control ambiental	La inversión ambiental dividida entre la inversión total (%)		

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH



# SECCIÓN IV: MECANISMOS DE AUTOGESTIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL



La presente sección tiene el objetivo de proporcionar los instrumentos o herramientas básicas para que el desarrollador del proyecto realice el control y seguimiento del proceso de implementación de las medidas de prevención, mitigación y corrección de los impactos ambientales generados por la actividad productiva.

Igualmente, muestra las herramientas clave para monitorear el uso de los principales recursos e insumos del proceso (agua, energía y materia prima), el mantenimiento del equipo, los residuos generados por la actividad (sólidos y líquidos) y los efectos acumulativos que pueden suscitarse durante el período de operación del proyecto.

Es necesario establecer que el uso de estas herramientas es de carácter voluntario, por lo que el desarrollador del proyecto decidirá si las utilizará o no; no obstante, se incita su uso con el propósito de promover la autogestión ambiental de los proyectos productivos (proceso interno de gestión ambiental), y así deponer la dependencia de las acciones de comando y control que realizan las autoridades ambientales (SERNA, UMA, etc).

Por otro lado, se reitera que la estructura e información de cada herramienta es la básica para realizar un efectivo control ambiental; sin embargo, el desarrollador del proyecto puede modificar las herramientas de acuerdo a las necesidades de actividad productiva.

## A. Monitoreo de las medidas de prevención, mitigación y corrección de los impactos ambientales

La *Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia* muestra las recomendaciones para prevenir, mitigar o corregir el impacto ambiental por cada etapa del proyecto (factibilidad, construcción, operación, cierre-posclausura). En este sentido, el monitoreo durante el desarrollo del proyecto es crucial, ya que se debe evitar llegar a un estado en el que los impactos ambientales sean irreversibles.

Por lo tanto, durante la etapa de factibilidad es importante que el desarrollador del proyecto verifique que se consideraron las medidas preventivas listadas en esta guía, previo a finalizar la proyección de la construcción y operación de la finca.

No obstante, si el desarrollador del proyecto se encuentra en la etapa de construcción, operación o cierre de la finca, y decide implementar la guía, es importante que revise e identifique en las matrices de impactos ambientales aquellos que actualmente se están generando, lo que permitirá analizar qué medidas de mitigación o de corrección debe implementar, según sea el caso.

Bajo dichos términos, debe aplicarse una ficha de monitoreo en la que deben incluirse las medidas de prevención, mitigación o corrección implementadas por el desarrollador del proyecto durante la ejecución de las etapas de construcción, operación y cierre-posclausura (en la etapa de operación se recomienda realizar este control anualmente). Partiendo de esto, se expone un ejemplo del monitoreo de las medidas de mitigación que deben implementarse en una etapa del ciclo del proyecto (Cuadro 50).

**Cuadro 50: Monitoreo de la implementación de las medidas de mitigación**

Nombre de la Empresa: \_\_\_\_\_

Fecha de seguimiento: \_\_\_\_\_

Etapas del proyecto: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

MEDIDA DE MITIGACIÓN	MEDIDA IMPLEMENTADA		FECHA DE IMPLEMENTACIÓN	LA MEDIDA CUMPLE SU PROPÓSITO		OBSERVACIONES
	SÍ	NO		SÍ	NO	
AIRE						
CM-2						
CM-3						
<b>AGUA</b>						
OM-10						

OM-13						
SUELO						
...						
RECURSOS BIOLÓGICOS Y PAISAJÍSTICOS						
...						
RECURSOS CULTURALES						
...						
ENERGÍA						
...						
SUSTANCIAS PELIGROSAS						
...						
MANTENIMIENTO DE EQUIPO E INSTALACIONES						
...						
RESIDUOS SÓLIDOS						
...						
RESIDUOS LÍQUIDOS						
...						
REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE						
...						
AMENAZAS Y RIESGOS						
...						

Para fines del ejemplo, cabe reiterar que con base en el Cuadro 50 se identificarán las medidas de mitigación que no fueron efectivas y se tomará la decisión de implementar las medidas de corrección por cada factor ambiental que sufrió el impacto o por cada aspecto de manejo que tuvo una mala gestión. Por otra parte, es importante mencionar que hay impactos que no se pueden mitigar por lo que se deberá monitorear directamente la implementación de la medida correctiva. Para dar seguimiento a las medidas de corrección se recomienda utilizar el mismo formato del Cuadro 50.

## B. Monitoreo del consumo de agua, energía y materia prima

### I. Agua:

Se recomienda la elaboración de un plan de eficiencia en donde se establezcan controles (registros) para medir el volumen de agua que se utiliza en el proceso, responsables de la implementación de las actividades y del monitoreo, etc.; esto permitirá definir la línea base de consumo y elaborar un diagrama de flujo de agua por cada etapa del proceso. Además, la ficha de consumos (Cuadro 51) es una herramienta para comparar valores óptimos con valores de consumo actual, logrando así la identificación de las áreas de la empresa con mayor demanda de agua, las causas del excesivo consumo y las posibles medidas para el uso eficiente del agua.

**Cuadro 51: Ficha para monitorear el consumo de agua.**

Lugar de medición (ubicación del medidor) en la finca: \_\_\_\_\_

Persona que realizó la medición: \_\_\_\_\_

No	Fecha (día/mes)	Cantidad (m <sup>3</sup> /mes)		Diferencia (m <sup>3</sup> )	Costo por m <sup>3</sup> (L.)	Equivalente en L.	Observaciones
		Mes anterior	Mes actual				
1							
2							

Si el propietario de la finca desea evaluar los niveles de eficiencia en el uso del agua dentro de su finca, se recomienda implementar el (Cuadro 52)

**Cuadro 52: Monitoreo de la eficiencia en el uso del agua en la producción.**

MEDIDOR DE ENTRADA AL PROCESO (M3)			PRODUCCIÓN (KG)	INDICADOR DE AGUA/KG DE PRODUCTO TERMINADO	OBSERVACIONES
Registro inicial	Registro final	Diferencia			

### 2. Energía

Se recomienda seguir un plan de eficiencia energética en la finca y, con la finalidad de monitorear si es efectivo, es importante realizar el monitoreo en determinados puntos de control. En el caso específico

de la energía el instrumento físico de monitoreo es el medidor; por lo tanto, se recomienda, en la medida de lo posible, instalar medidores por cada sección de la finca. La información que se debe leer en el medidor son los consumos mensuales y, posteriormente, analizar las diferencias en el consumo mensual (cuadro 53).

**Cuadro 53: Ficha para monitorear el consumo de energía**

Lugar de medición (ubicación del medidor) de la finca: \_\_\_\_\_

Persona que realizó la medición: \_\_\_\_\_

No.	Fecha (día/mes)	Cantidad (Kwh/mes)		Diferencia (Wwh)	Costo por Kwh (L.)	Equivalente en L.	Observaciones
		Mes anterior	Mes actual				
1							
2							
3							

Si se desea evaluar los niveles de eficiencia en el uso de energía dentro de su finca, se recomienda implementar el cuadro 54.

**Cuadro 54: Monitoreo de la eficiencia en el uso de energía en la producción**

No.	Área o proceso	Consumo de energía Kwh/mes (facturación)	Consumo de combustible (gl/mes)	Ton de producto generadas	Observaciones
1					
2					
3					

Fuente: Elaboración propia del CNP+LH

### 3. Materia prima

Para utilizar eficientemente la materia prima, se recomienda implementar un control de inventario. De esta forma, se reduce la generación de residuos por materia prima vencida o dañada. Además, debe asignarse un responsable de bodega para el control de entradas y salidas de producto, rotulación de productos, mantenimiento de bodega, entre otras.

**Cuadro 55: Control de materia prima**

NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA:						CÓDIGO:			
Proveedor:			Procedencia:			No. Orden de Compra:			
No. De Lote del Proveedor:						Fecha de Ingreso:			
Uso exclusivo de bodega MP			Uso exclusivo del encargado						
Fecha de entrega	N° de Contenedor a utilizar	Firma de Bodega MP	Fecha de pesada	Orden de Producción	Entrada	Salida	Saldo	Firma del encargado de pesada	Observaciones

Esto le permitirá a la empresa demostrar que está realizando una adecuada gestión ambiental al momento de recibir visitas de inspección de parte de la autoridad competente.

### C. Monitoreo del mantenimiento de equipo e instalaciones

Para monitorear las actividades de mantenimiento en el proyecto, se recomienda preparar una ficha por cada equipo utilizado en el mismo. Esta ficha se preparará con base en el manual del equipo y tomando en cuenta las recomendaciones de mantenimiento del fabricante; la ficha deberá considerar tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo (cuadro 56).

**Cuadro 56: Ficha para monitorear la implementación del plan de mantenimiento**

---

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Área de la empresa: \_\_\_\_\_

Maquina y/o equipo I: \_\_\_\_\_

Frecuencia del mantenimiento recomendado (días o meses): \_\_\_\_\_

Fecha de monitoreo (día/mes/año): \_\_\_\_\_

Persona que realizó el monitoreo: \_\_\_\_\_

---

No.	Frecuencia del mantenimiento recomendado	Fecha del mantenimiento preventivo (día)											
		Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Jun	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic
	Actividad												
1	Cambio de bandas												
2	Cambio de aceite												
3	Cambio de agujas												
2	Engrasado												
	.....												

**Mantenimiento correctivo**

Fecha (día/mes)	Descripción del desperfecto reportado	Acción ejecutada
...	...	...

## D. Monitoreo en la generación de residuos

### a. Residuos sólidos

Conocer la composición y fuente de generación de los residuos sólidos es útil para poder definir estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de alternativas de manejo, etc. Si la finca no cuenta actualmente con un control de residuos sólidos, es importante que lo implemente iniciando con un control mes a mes por cada área de la finca (cuadro 57).

**Cuadro 57: Generación de residuos sólidos por área dentro del proceso**

No.	TIPO DE RESIDUO	CALIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS (TON/MES)											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Área 1													
1	Orgánicos												
2	Sólidos												
3	...												
Área 2													
	...												
	...												

### a. Residuos líquidos

La calidad y cantidad del agua residual generada es un indicador de la efectividad de las medidas implementadas en el proceso; es decir, si el plan de eficiencia o el manejo de materias primas (sustancias peligrosas) está siendo efectivo. Por esta razón es importante monitorear la cantidad de agua residual (Cuadro 58) así como la composición del agua generada (Cuadro 59) y comparar estos valores con la norma técnica de las descargas de agua residuales a cuerpos receptores.

**Cuadro 58: Ficha para monitorear la descarga de agua residual**

Medidor de agua residual (m3)		Producción (kg)	Indicador de agua residual/ Kg de producto terminado	Observaciones
Registro inicial	Registro final			

**Cuadro 59: Comparativo de análisis de agua Vrs norma técnica**

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Lugar de muestreo: \_\_\_\_\_ Fecha y hora de muestreo: \_\_\_\_\_

Persona que realizó el muestreo: \_\_\_\_\_

PARÁMETRO	RESULTADOS DE LA MUESTRA	CONCENTRACIONES Y/O VALORES PERMISIBLE EN LA NORMA TÉCNICA	OBSERVACIONES
Temperatura			
Color			
Ph			
Volumen descargado			
DBO			
DQO			
Grasas y aceites			
Etc...			

## E. Monitoreo de efectos acumulativos

El impacto acumulativo más probable es la contaminación de cauces por el vertimiento de las aguas residuales que resultan del proceso productivo. Esto le permitirá a la finca demostrar que está realizando

una adecuada gestión ambiental al momento de recibir visitas de inspección de parte de la autoridad competente en adición a los indicadores de gestión ambiental.

**Cuadro 60: Comparativo de análisis de agua a través del tiempo**

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

PARÁMETRO	2009		2010		2011		OBSERVACIONES
	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	
Temperatura							
Color							
Ph							
Volumen descargado							
DBO							
DQO							
Grasas y aceites							
Etc.							

Se deben comparar los resultados de cada parámetro con la norma técnica de las descargas de agua residuales a cuerpos receptores.

Es importante mencionar que este instrumento es útil para el productor, ya que la legislación ambiental vigente estipula que se deberán remitir reportes de control y seguimiento a la autoridad competente; por lo tanto, los cuadros de control y los indicadores de gestión planteados en la guía facilitan la elaboración del reporte. No obstante, para la presentación de informes ante la autoridad competente, se deberá remitir al Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental.





# SECCIÓN V: MARCO LEGAL



El cultivo de tilapia es una actividad económica que ha tomado auge en los últimos años, siendo uno de los principales productos de exportación del país. La legislación ambiental relacionada a este sector está enmarcada en los siguientes bloques normativos:

- a). La Constitución de la República de Honduras
- b). Los tratados o convenios internacionales suscritos por Honduras
- c). Leyes secundarias
- d). Leyes especiales o normas individualizadas
- e). Leyes generales
- f). Reglamentos
- g). Normas técnicas
- h). Acuerdos y Decretos
- i). Resoluciones
- j). Planes de arbitrios, Ordenanzas municipales y disposiciones administrativas relacionadas

## A. Marco legal por factor ambiental

Con la finalidad de que el usuario de esta guía pueda identificar fácilmente qué legislación aplica para cada una de las etapas en que se encuentre su proyecto, en el Cuadro 61 se muestra la legislación correspondiente a cada factor ambiental y se especifica por etapa del proyecto si deben aplicarse la legislación de manera total o solamente algunos artículos de la misma.

**Cuadro 61: Marco legal por componente ambiental**

FACTOR AMBIENTAL	LEGISLACIÓN	FACTIBILIDAD	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y CIERRE
<b>Aire</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 59, 60, 61, 62
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 46, 47, 48, 49, 50
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 51 al 60
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 75, 76
	Reglamento General de Medidas Preventivas, Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Completo	Capítulo 24, Sección 3
	Reglamento General sobre Uso de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono: AE 907-2002	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento para la Regulación de las Emisiones de Gases Contaminantes y Humo de los Vehículos Automotores: AE 719-99	Completo	Considerar en su totalidad
<b>Agua</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 30 al 34
	Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento: AE 006-2004	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales: DL 137-27	Completa	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 26, 27, 29, 33, 36, 37, 39
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 75, 76
	Reglamento de la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento: DL 118-2003	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 10, 11, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28
	Norma Técnica para la Calidad del Agua Potable: AE 084-95	Completo	Considerar en su totalidad
	Norma Técnica de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado: AE 058-97	Completo	Considerar en su totalidad

<b>Suelo</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Reforma Agraria: DL 170-1974	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Ordenamiento Territorial: DL 180-2003	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Propiedad: DL 82-2004	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Completa	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 119 al 128
	Reglamento la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 118 al 132

De igual modo, en el Cuadro 62 se expone la legislación ambiental específica que aplica para ciertos insumos ambientales, residuos de actividades generales y factores externos y de escala que son clave para un adecuado manejo ambiental en todas las etapas del cultivo de tilapia.

**Cuadro 62: Marco legal por insumos ambientales, residuos de actividades generales y factores**

DESCRIPCION	LEGISLACIÓN	FACTIBILIDAD	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, Y CIERRE
Energía	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 3, 33, 34
	Ley Marco del Subsector Eléctrico: DL 158-94	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables: DL 70-2007	Completa	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley Marco del Subsector Eléctrico: AE 934-97	Completo	Considerar en su totalidad
	Declaración de Áreas Protegidas: D L-85-98	Completo	Considerar en su totalidad
Sustancias peligrosas	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 7, 68, 69
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 127 al 129
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 75, 76, 82
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 129 al 132
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento para la Inspección y Certificación Zoonosanitaria de Productos Pesqueros y Acuícolas	Completo	Considerar en su totalidad

	Acuerdo SAG 798-03 sobre prohibición de residuos de sustancias químicas en productos acuícolas?	Completo	Considerar en su totalidad
Mantenimiento de equipo e instalaciones	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completo	Art. 33, 51 al 53
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 58 al 69
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 81
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 85 al 116
	Reglamento de Salud Acuícola y Pesquera AE 1418-2000	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento para la Inspección y Certificación Zoonosanitaria de Productos Pesqueros y Acuícolas AM SAG 1081-99	Completo	Considerar en su totalidad
Residuos sólidos	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad
	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 32, 54, 66, 67
	Código de Salud : DL 65-91	Completo	Art. 51 al 57
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 51 al 84
	Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos: AE 378-2001	Completo	Considerar en su totalidad
Residuos líquidos	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad
	Ley General del Ambiente DL 104-93	Completo	Art. 32, 54
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 34, 35, 36, 41, 42, 43, 44, 45
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 25 al 50
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad
Reciclaje y reúso	Normas Técnicas de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario: AE 058-97	Completo	Considerar en su totalidad
	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 1, 3, 84

	Reglamento de la Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 5, 6
Amenazas y riesgos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 83
	Ley de Contingencias Nacionales: DL 9-90	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley Orgánica de la Policía Nacional: DL 156-98	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Bomberos: DL 398-1976	Completa	Art. 12, 16
	Ley del Tribunal Superior de Cuentas: DL 10-2002	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Creación de la Procuraduría del Ambiente y Recursos Naturales: DL 134-99	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley del Ministerio Público: DL 228-93	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Protección al Consumidor: DL 24-2008	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Expropiación Forzosa: DL 113-14	Completa	Considerar en su totalidad
	Código Penal: DL 144-84	Completo	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 186 al 193
	Código Tributario: DL 22-97	Completo	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Diagnóstico, Vigilancia y Campañas Fitosanitarias?? AM SAG 002-98	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Salud Acuícola y Pesquera AE 1418-2000	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional de la Pesca Submarina :AE 116-2001	Completo	Considerar en su totalidad
Reglamento para la Inspección y Certificación Zoonosanitaria de Productos Pesqueros y Acuícolas AM SAG 1081-99	Completo	Considerar en su totalidad	
Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales:AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad	
Efectos acumulativos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Pesca: DL 154	Completa	Considerar en su totalidad
	Código de Salud : DL 65-91	Completo	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley General del Ambiente:AE 109-93	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Considerar en su totalidad

	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad
Recursos biológicos Y paisajísticos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 35 al 47
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Completa	Considerar en su totalidad
	Decreto de Declaración de áreas Protegidas DL- 87-87	Completa	Considerar en su totalidad
	Normas Técnico Administrativas para el Manejo de Áreas Protegidas: Res. 132-02	Completa	Considerar en su totalidad
Recursos culturales	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 70 al 73, 84, 85
	Ley del Instituto Hondureño de Turismo: DL 103-93	Completa	Art. 17, 18, 30, 60
	Ley Orgánica del Instituto Hondureño de Antropología e Historia: DL 118-1968	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Patrimonio Cultural de la Nación	Completa	Art. 3,8,11,14-16,18-21, 37
Recursos socio-económicos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 77 al 82
	Ley de Pesca DL 154	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Municipalidades: AE 18-93	Completa	Art. 18, 75
	Ley de Fortalecimiento Financiero del Sector Agropecuario: DL 68-2003	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario: DL 81-2002	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Estímulo a la Producción, a la Competitividad y Apoyo al Desarrollo Humano: DL 131-98	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Protección al Consumidor: DL 24-2008	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Inversiones: DL 80-92	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola: DL 31-92	Completa	Considerar en su totalidad
	Leyes para la Implementación del CAFTA: DL 16-2006	Completa	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Completa	Art. 25
	Código Tributario: DL 22-97	Completo	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario AE 1022-2002	Completo	Considerar en su totalidad
Reglamento de la Ley de Inversiones: AE 345-92	Completo	Considerar en su totalidad	

	Reglamento al Régimen de Importación Temporal:AE 545-87	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley General del Ambiente:AE 109-93	Completo	6, 7
	Reglamento de la Ley de Municipalidades:AE 18-93	Completo	57, 58, 75
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales:AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad

Con base en los nuevos cambios que se están dando en la legislación ambiental, será necesario considerar a nivel de cada Municipalidad, cualquier resolución que aplique a las regulaciones ambientales. Del mismo modo, existe otra legislación relacionada con cada componente ambiental, pero sólo se consignan en el cuadro las más importantes, por cuestiones de espacio y claridad.

## **B. Beneficios e incentivos para el establecimiento de fincas para el cultivo de tilapia**

### **I. Beneficios e incentivos estipulados en la Ley General del Ambiente.**

El artículo 81 de la Ley General del Ambiente establece que las inversiones en filtros u otros equipos técnicos de prevención o depuración de contaminantes que realicen las empresas industriales, agropecuarias, forestales u otras que desarrollen actividades potencialmente contaminantes o degradantes, serán deducidas de la renta bruta para efectos de pago del Impuesto sobre la Renta. La adquisición de dichos equipos estará exenta de impuestos de importación, tasas, sobretasas e Impuesto sobre ventas.

Igualmente, el artículo 15 de la Ley del Impuesto Sobre Ventas insta exoneraciones para todos los equipos, accesorios y sus repuestos que se utilizarán para la producción agrícola y ganadera, como también para productos farmacéuticos para uso veterinario, agroquímicos, fertilizantes o abonos, fungicidas, herbicidas, insecticidas, insecticidas agrícolas, pesticidas, concentrados para uso animal, premezclas para animales, incluyendo la combinación de vitaminas, minerales y antibióticos, alfalfa, zacate deshidratado, harina de pescado, de carne y hueso, afrecho de trigo, coco y cualquier otro ingrediente para la preparación de concentrado para uso animal, semillas y bulbos para siembra, animales vivos en general, semen congelado de origen animal, las materias primas y materiales necesarios para la producción de los artículos exentos del pago del Impuesto sobre Ventas.

Además, el artículo 14 del Reglamento de la Ley de Equilibrio Financiero y Protección Social consigna que las empresas amparadas en regímenes especiales de fomento a las exportaciones y demás personas naturales y jurídicas inscritas como exportadoras en la exportación de sus productos, están exentas del pago del Impuesto sobre Ventas por las importaciones de bienes y servicios, así como por las compras

de bienes y servicios que realicen en el mercado nacional. Es menester decir que la tilapia se encuentra entre los productos de la canasta básica exentos del pago del Impuesto sobre Ventas, según los anexos de la Ley de Equidad Tributaria y su Reglamento.

Del mismo modo, el artículo 14 de la Ley de Equidad Tributaria estipula que las fincas para el cultivo de tilapia serán exoneradas del Impuesto al Activo Neto si operan en zonas libres de procesamiento, si están en etapa preoperativa de operaciones o si sufrieren pérdidas operativas originadas por Fuerza Mayor o Caso Fortuito. También en los artículos 15 y 22 de la Ley de Equidad Tributaria se establecen exoneraciones de impuestos a las industrias agropecuarias y a las que se encuentran en zonas bajo regímenes especiales.

Se debe tomar en cuenta, también, el Decreto Legislativo 80-92, contentivo de la Ley de Inversiones, publicada en el Diario Oficial La Gaceta en fecha 20 de junio de 1992, el cual tiene por objeto estimular y garantizar la inversión nacional, extranjera y la coinversión, para promover el crecimiento y desarrollo económico y social del país.

Cabe mencionar que también se establecen beneficios e incentivos a las plantas de procesamiento de tilapia en el Decreto 356-76, publicado en el Diario Oficial La Gaceta en fecha 21 de julio de 1976, contentivo de la Ley de Zonas Libres y en el Decreto Ejecutivo 37-87, contentivo de la Ley Constitutiva de las Zonas Industriales de Procesamiento para Exportaciones (ZIP), estímulos de los que gozarán las plantas de procesamiento de tilapia que cumplan los requisitos establecidos en dichas leyes.

Otras normativas que establecen beneficios para las fincas que cultivan tilapia son: Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario, Ley de Fortalecimiento Financiero del Sector Agropecuario y su Reglamento, Leyes de Implementación del CAFTA y demás leyes relacionadas.

## **C. Delitos, infracciones y sanciones contenidas en la Ley General del Ambiente.**

### **I. Delitos infracciones y sanciones**

Todas las acciones u omisiones que infrinjan lo dispuesto en la legislación ambiental hondureña serán sancionadas conforme a la Ley General del Ambiente y su Reglamento, sin perjuicio de la exigencia en su caso, de la correspondiente responsabilidad civil o penal y de la imposición de las demás sanciones establecidas en otras leyes, con base en el principio **“el que contamina paga”**.

El artículo 87 de la Ley General del Ambiente, en relación directa con el artículo 103 del Reglamento de dicha ley, establece que toda acción u omisión de la normativa ambiental vigente y de las disposiciones o resoluciones administrativas constituirá delito o infracción administrativa. A continuación se presentan las sanciones establecidas en dicha normativa legal en relación directa con el cultivo de tilapia, aclarando que las que acarrearán reclusión son materia de derecho penal y por ende su tramitación se regula en los Códigos Penal y Procesal Penal.

Constituyen delitos ambientales relacionados con el cultivo de tilapia, sin perjuicio de otros que tipifiquen leyes especiales:

- a). Expeler o descargar en la atmósfera contaminantes activos o potencialmente peligrosos cuyo uso esté prohibido o que no haya sido objeto de los tratamientos prescritos en las normas técnicas aplicables que causen o puedan causar la muerte de personas o graves daños a la salud humana o al ecosistema en general. Pena: 3 a 10 años de reclusión.
- b). Descargar contaminantes peligrosos cuyo uso esté prohibido o sin su previo tratamiento, en los mares de jurisdicción nacional, incluyendo en la zona económica marítimo-terrestre, o en los cursos o depósitos de aguas continentales y subterráneas, incluyendo los sistemas de abastecimiento de agua a poblaciones, o infiltrar en el suelo o subsuelo, aguas residuales o desechos con las mismas características de las indicadas, que causen o puedan causar la muerte de una o más personas, o grave daño a la salud humana o al ecosistema en general. Pena: 3 a 10 años de reclusión.
- c). Fabricar, almacenar, importar, comerciar, transportar, usar o disponer sin observar lo dispuesto en las disposiciones legales sobre la materia, sustancias o productos tóxicos o contaminantes que causen o puedan causar riesgo o peligro grave a la salud pública o al ecosistema en general. Pena: 1 a 5 años de reclusión.
- d). Contaminar o permitir la contaminación de alimentos y bebidas. Pena: 1 a 5 años de reclusión.

Las penas mencionadas se impondrán sin perjuicio de la pena que estuviere establecida para el delito específico que se cometiere como resultado de la acción u omisión, pudiéndose imponer, además, las sanciones de: a) Clausura definitiva; b) Decomiso; c) Cancelación o revocación; d) Indemnización, reposición o restitución (ver artículo 87 de la Ley General del Ambiente).

## **2. Infracciones y sanciones administrativas**

Las infracciones y sanciones administrativas son las acciones u omisiones que violan las leyes, disposiciones y resoluciones administrativas en materia ambiental, pero que no constituyen delito. Se dividen en leves, menos graves y graves. A continuación se hace una relación de las infracciones administrativas en las que se podría incurrir en el cultivo de tilapia.

### **a. Infracciones leves**

Las infracciones leves son las siguientes:

- a). Violaciones a los planes de ordenamiento integral del territorio, que no produzcan daños comprobables al ambiente y a los recursos naturales, pero que sean potencialmente contaminantes.
- b). Impedir o dificultar por primera vez, las inspecciones o comprobaciones de los funcionarios competentes.

- c). Ofrecer o presentar a las autoridades competentes datos total o parcialmente falsos, en sus respectivas solicitudes de aprobación de los estudios de evaluación de impacto ambiental o de permisos de operación.
- d). Cazar o capturar sin fines comerciales ni deportivos, especies protegidas de la fauna silvestre o cazar especies en época de veda, así como sus productos o subproductos.
- e). Ejecutar actividades potencialmente contaminantes o degradantes, en contravención a lo dispuesto en el estudio de impacto ambiental, siempre que no se hubiere provocado daño comprobado.
- f). Realizar actividades en áreas protegidas, contrarias a lo permitido según su categoría y estipulado en el plan de manejo forestal
- g). Apilar aserrín, pulpa de café, cáscara de arroz u otros residuos industriales en sitios que posibiliten la contaminación de suelos y fuentes de agua.
- h). No observar las restricciones ecológicas para aprovechamientos forestales que emita la SERNA.
- i). Establecer industrias sin contar con el dictamen favorable en materia ambiental de la Secretaría del Ambiente.
- j). Verter desechos industriales no tóxicos sin su debido tratamiento en los suelos, ríos, quebradas, lagos, lagunas y cualquier otro curso y fuente de agua permanente o no permanente.
- k). No cumplir con las normas técnicas en las instalaciones de acopio y mantenimiento de vida Silvestre.
- l). Arrojar basura por parte de las personas naturales e industrias en las calles, solares, áreas verdes, edificios públicos, ríos y otros lugares prohibidos.

### **b. Infracciones menos graves**

Reincidencia en la comisión de una falta leve.

### **c. Infracciones graves**

Las infracciones graves son las siguientes:

- a). Las violaciones a los planes de ordenamiento integral del territorio que produzcan alteraciones comprobables del ambiente y a los recursos naturales y que presenten daños de consideración.
- b). Actuar al margen o en contra de las disposiciones y resoluciones administrativas emitidas por las autoridades competentes.
- c). Impedir o dificultar por más de una vez, las inspecciones o comprobaciones de los funcionarios competentes, o recurrir a medios de cualquier índole para inducirlos al error.
- d). Ofrecer o presentar a las autoridades competentes, datos total o parcialmente falsos cuando sea requerido para ofrecer información o lo hiciere reiteradamente en las solicitudes que presente.
- e). Realizar actividades potencialmente contaminantes sin las licencias y permisos correspondientes.

- f). Cazar, pescar o capturar con fines comerciales o deportivos, especies protegidas de la fauna silvestre o cazar especies en época de veda, así como sus productos o subproductos.
- g). Cazar, pescar o capturar con fines comerciales, especies de la flora y fauna silvestre sin el permiso correspondiente.
- h). Ejecutar actividades potencialmente contaminantes o degradantes, en contravención a lo dispuesto en el estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.
- i). Descargar en el mar sustancias nocivas o perjudiciales, líquidas o sólidas, así como aguas contaminadas y basura. También constituye una infracción grave efectuar vertidos de sustancias contaminantes líquidas, sólidas o gaseosas a los cursos o depósitos de agua o al alcantarillado sanitario sin previo permiso sin cumplir con los procesos de depuración o neutralización prescritos en las normas técnicas.
- j). Realizar actividades de las que se deriven efectos y daños irreversibles al ambiente.
- k). Que las empresas industriales arrojen basura a lugares prohibidos.
- l). Cometer la misma infracción menos grave por la que ha sido sancionado en más de tres procesos distintos.

## **D. Delitos, infracciones y sanciones contenidas en la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre**

La Ley instituye los delitos forestales y las faltas administrativas, mismos que se pueden cometer por acción u omisión, estableciendo la pena o sanción según la gravedad del delito o la infracción cometida.

### **I. Delitos y sanciones penales**

#### **a. Delitos**

**Cuadro 63: Delitos forestales en los que podría incurrir una finca de cultivo de tilapia**

<b>DELITOS</b>	<b>ARTÍCULO</b>
Incendio, alteración, términos y linderos.	171
Corte o aprovechamiento ilegal de productos o sub-productos forestales	172
Transporte ilegal de productos o sub-productos forestales	173
Comercialización ilegal de productos o sub- productos forestales.	174
Industrialización ilegal de productos o sub-productos forestales	175

Tráfico ilegal de productos o sub-productos forestales.	176
Alteración de hitos, señales o linderos.	177
Apropiación de un área forestal nacional o municipal.	178
Tala, descombro, roturación y roza.	179
Actuaciones ilegales.	180
Incumplimiento de actividades contenidas en el plan de manejo y el plan operativo de los propietarios o arrendatarios.	181
Responsabilidad de los técnicos (as) forestales calificados (as).	182
Propagación de plagas y enfermedades.	184

## b. Sanciones penales

Son las siguientes:

**Reclusión:** Según la gravedad del delito cometido

**Penas accesorias:** inhabilitación del ejercicio profesional y multas

## 2. Infracciones y sanciones administrativas

### c. Infracciones

Las infracciones son las siguientes:

- a). La inobservancia de las medidas de prevención, combate y extinción de los incendios forestales o de restauración de los bosques incendiados de acuerdo al daño causado;
- b). El incumplimiento por parte de los titulares de las industrias o aprovechamientos forestales, de las disposiciones contenidas en esta Ley, siempre que éste no constituya delito;
- c). El incumplimiento de medidas preventivas o combativas de brotes de plagas forestales por parte de sus propietarios;
- d). La alteración en los ecosistemas forestales que pueda ser reparada a corto plazo, según los criterios técnicos que dicte el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) y cuya conducta no esté tipificada como delito.

### d. Sanciones administrativas

Las sanciones administrativas son las siguientes:

- a). Suspensión temporal de los permisos otorgados hasta tanto se corrijen las omisiones técnicas;

- b). Una multa equivalente al valor de los daños y perjuicios ocasionados al ecosistema; el monto de los productos o sub-productos ilegalmente aprovechados, recuperados o no; y,
- c). La reparación del daño en caso de que sea posible.
- d). Todo lo anterior fijado de acuerdo a lo establecido en un dictamen técnico oficial a costa del infractor.
- e). En caso de reincidencia se aplicarán, además de lo anterior, la cancelación de los permisos que le hayan sido otorgados hasta por dos (2) años o de manera definitiva según la gravedad de la falta.

## E. Delitos contra la salud pública según el código penal

El Título V del Código Penal Vigente instaura los delitos contra la Salud Pública. A continuación, se hace mención de los que tienen relación directa con el cultivo de tilapia:

Quien contamine la totalidad o parte del territorio nacional, incluyendo las aguas, con desechos, desperdicios, basuras o sustancias traídas del extranjero que produzcan o sean susceptibles de producir daños a la salud de las personas o al ecosistema, será sancionado con **reclusión de seis (6) a doce (12) años y multa de cien mil lempiras (L.100, 000.00) a quinientos mil lempiras (L.500, 000.00)**. Las penas antes mencionadas se impondrán también a quien dentro o fuera del país promueva o de cualquier manera gestione la introducción al territorio nacional de desechos, desperdicios, basuras o sustancias que provoquen o sean susceptibles de provocar contaminación al medio ambiente o daño a la salud de las personas (art. 181 A y B del Código Penal).

Se impondrá **reclusión de uno a tres años** a quien corrompiere o ensuciare fuente, pozo o río cuya agua sirva de bebida, tornándola nociva para la salud (art. 187 del Código Penal).

## F. Infracciones y sanciones estipuladas en otras leyes

Siempre en referencia al tema de las sanciones, hacemos énfasis en el hecho de que son varias las normativas legales que establecen sanciones como consecuencia del incumplimiento de medidas ambientales (Código de Salud, Reglamento Sanitario, Reglamento de Salud Ambiental, Ley de Pesca, Reglamento General de Pesca, Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento, planes de arbitrios, etc.), mismas que según su gravedad e impacto pueden ser las siguientes:

- a). Reclusión.
- b). Multa.
- c). Clausura definitiva de las actividades instalaciones total o parcial.

- d). Suspensión temporal de actividades o instalaciones.
- e). Decomiso de artes o instrumentos.
- f). Cancelación o revocación de autorizaciones o de beneficios económicos o fiscales.
- g). Indemnización de daños y perjuicios.
- h). Reposición o restitución de las cosas u objetos afectados a su ser y estado natural.

## **G. Trámites administrativos ante las autoridades gubernamentales ambientales**

En virtud de los próximos cambios que se incorporarán a la legislación ambiental y forestal de Honduras y con el objetivo de que la presente guía de buenas prácticas ambientales no pierda vigencia a corto plazo, en este apartado únicamente se hace una breve semblanza de los permisos que se deben obtener de las distintas autoridades ambientales, indistintamente de los cambios profundos que sufra la legislación ambiental y forestal hondureña, variando únicamente los trámites y requisitos de cada uno de ellos, pero permaneciendo invariable su objetivo y vigencia, ampliándose y complementándose esta información con el Cuadro 5 de permisos requeridos de acuerdo al ciclo de proyecto, que se encuentra en la sección de la etapa de factibilidad.

**Licencia Ambiental.** Según el Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), es el permiso extendido por el SINEIA por el cual se hace constar que el proponente ha cumplido en forma satisfactoria con todos los pasos y requisitos exigidos por la ley para comenzar el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Los requisitos para solicitar una licencia ambiental se encuentran a disposición en la Secretaría General de SERNA, en el proyecto de Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA).

El cultivo de tilapia no está clasificado expresamente en la Tabla de Categorización Ambiental, por lo que quedará a criterio de la SERNA estipular a qué categoría ambiental pertenece cada proyecto, según el impacto ambiental que tenga. Por otro lado, en la tabla de categorización ambiental del nuevo Reglamento del SINEIA, se establece que el cultivo de tilapia pertenece a la categoría 3, en razón de su naturaleza de moderado-alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental, por lo que deberán suscribir un Plan de Gestión Ambiental o, en su defecto, la presente Guía de Buenas Prácticas Ambientales.

**Permiso de contrata de aguas.** Es la autorización que da el Estado para el aprovechamiento de aguas nacionales, dedicadas a empresas de interés público o privado. Aquí se toman en cuenta también la contrata de aguas superficiales, subterráneas y los permisos de vertimiento.

**Permiso de operación.** Este documento lo extiende la Alcaldía de cada municipio, con la finalidad de garantizar que cada persona natural o jurídica, al momento de iniciar operaciones, cumpla con todas las leyes nacionales. El procedimiento y los requisitos para obtenerlo varían según la Corporación Municipal.



# SECCIÓN VI: REFERENCIAS



## **A. Otros Sitios de Información**

Para ampliar información sobre normas o recomendaciones sobre el manejo de los diferentes componentes ambientales, recursos y gestiones legales en el ámbito ambiental, se sugiere ingresar a las siguientes páginas.

**Cuadro 64: Fuentes de información relacionada**

FUENTE	TEMÁTICA									
	Emisiones atmosféricas	Aguas residuales	Certificaciones acuícolas	Residuos sólidos	Residuos líquidos	Energía	Reutilización y reciclaje	Recursos Culturales	Legislación ambiental	Licenciamiento ambiental
Organización Panamericana de la Salud <a href="http://www.paho.org">www.paho.org</a>	▲	▲		▲	▲		▲			
Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente <a href="http://www.serna.gob.hn">www.serna.gob.hn</a>	▲	▲		▲	▲	▲	▲		▲	▲
Banco Mundial <a href="http://www.bancomundial.org">www.bancomundial.org</a>	▲	▲		▲	▲	▲	▲			
Banco Interamericano de Desarrollo <a href="http://www.iadb.org">www.iadb.org</a>	▲	▲		▲	▲	▲	▲			
Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos <a href="http://www.epa.gov">www.epa.gov</a>	▲	▲		▲	▲	▲	▲			
Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo <a href="http://www.ccad.ws">www.ccad.ws</a>	▲	▲		▲		▲	▲		▲	
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria <a href="http://www.cepis.ops-oms.org">www.cepis.ops-oms.org</a>		▲		▲	▲					
Alianza en Energía y Ambiente de Centro América <a href="http://www.sica.int">www.sica.int</a>						▲	▲			
Instituto Hondureño de Antropología e Historia <a href="http://www.ihah.hn">www.ihah.hn</a>								▲		
Consejo de Certificación Acuícola <a href="http://www.aquaculturacertificación.org">www.aquaculturacertificación.org</a>			▲							

## Glosario

**Acuicultura.** Es el cultivo controlado de especies acuáticas en ambientes naturales o artificiales.

**Alevín.** Es el nombre que se le da a los peces pequeños que están listos para sembrar o echar en el estanque. También se conoce como semilla. Pez con peso de 1 a 25 grs. de peso o largo total mayor de 2.5 cm.

**Autoridad ambiental.** Corresponde a la entidad estatal que por ley ha sido designada para regular y hacer cumplir con la normatividad ambiental.

**Capacidad ambiental.** Es el potencial de un ecosistema para asimilar (dispersar, mezclar, diluir) tensesores o contaminantes en sus condiciones físicas y químicas (Ej. en aguas marinas está determinada por el oleaje, las mareas, la profundidad, la movilidad y la renovación de las aguas en un punto particular).

**Caracterización de un vertimiento.** Es la descripción cuantitativa de las características físicas y químicas más relevantes en un vertimiento.

**Carga de un contaminante.** Es la cantidad de masa de un elemento o compuesto particular, en aguas corrientes o en vertimientos. Se estima multiplicando su concentración por el caudal y por el tiempo de éste.

**Cosecha parcial.** Cosecha periódica de una parte de los peces de un estanque/tanque durante el ciclo de cultivo.

**Cultivo monosexo.** Cultivo de sólo machos para el mercado.

**Distres.** Es el colapso de un ecosistema por cambios radicales en las condiciones de su entorno.

**Desov.** El acto de depositar huevos y producir crías.

**Estanque/tanque de precría.** Estanque u otra estructura utilizada para cultivar organismos acuáticos hasta un tamaño adecuado para sembrar en un estanque de crecimiento o engorde.

**Estanque/tanque de engorde.** Estanque u otra estructura utilizada para cultivar animales acuáticos hasta el tamaño de mercado.

**Estanque/tanque de reproducción.** Un estanque u otra facilidad utilizada para la reproducción de peces.

**Establecimiento acuícola.** Establecimiento dedicado a la acuicultura.

**Estándares de calidad ambiental.** Son las normas que rigen la aptitud de uso de un recurso o la condición fisicoquímica de una emisión o de un vertimiento.

**Estuario.** Desembocadura ensanchada de un río en el mar, donde se realiza la mezcla de aguas dulces y marinas y que está sometido a la acción de las mareas.

**Eutroficación.** Es una condición de deterioro de la calidad de las aguas naturales, sistemas artificiales ocasionado por el enriquecimiento de nutrientes o la proliferación desmedida de especies vegetales como el plancton o las macrófitas.

**Fertilizante.** Sustancia que se añade a los suelos agrícolas para mejorar el rendimiento de los cultivos y la calidad de la producción. Existen fertilizantes orgánicos, como el estiércol o el compost, y fertilizantes inorgánicos o minerales, que se utilizan para suministrar al suelo nitrógeno, potasio y calcio en forma de sales.

**Fosfatos.** Ión PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> y sus sales o sales del ácido fosfórico, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Los fosfatos son componentes esenciales de los seres vivos y además son nutrientes para las plantas. Tienen aplicaciones industriales diversas y como fertilizantes. Los vertidos de fosfatos a las aguas naturales pueden causar eutroficación.

**Gérmenes patógenos.** Microorganismos causantes de enfermedades.

**Gestión ambiental.** Se refiere a los procesos, mecanismos y acciones al interior de la empresa, que garantizan la implementación adecuada de las medidas de manejo.

**Guía ambiental.** Es un instrumento de consulta y orientación que contiene los lineamientos de acción de carácter conceptual, metodológico y de procedimientos a desarrollar en la gestión ambiental en la ejecución de proyectos, obras o actividades que busca fortalecer los procesos de planificación, manejo y control ambiental.

**Hábitat.** Lugar y tipo de ambiente en que viven los organismos.

**Hongos.** Organismo del reino fungi, considerados antes como vegetales, en la actualidad (sistema de los cinco reinos) se tratan como un reino aparte, el de los hongos. Son organismos eucarióticos no fotosintéticos, heterótrofos (saprófitos o parásitos), unicelulares o pluricelulares. Estos últimos están formados por un micelio, que es un conjunto de hifas o filamentos celulares tabicados o no.

**Humedad relativa.** Relación, expresada en tanto por ciento, entre la cantidad de vapor de agua existente en el aire y la cantidad que saturaría este aire a una temperatura y presión dadas.

**Ictiología.** Ciencia que estudia los peces. Diferentes ramas de la ictiología son la sistemática y taxonomía de peces, la anatomía, la fisiología, la genética, el estudio de dinámica de pesquerías (ictiología aplicada), etc.

**Impacto ambiental.** Son los cambios o modificaciones ocasionados por las acciones o actividades de un proyecto, sobre el medio abiótico, biótico o social, es la alteración del medio ambiente debida a la intervención humana. En la actualidad determinadas actuaciones requieren la elaboración previa de un estudio sobre su impacto ambiental.

**Instalación acuícola.** Instalación dedicada a la acuicultura, engorde o estabulación de organismos acuáticos.

**Insumos.** Los considerados (fertilizantes, energía, lubricantes, tratamientos fito y zoonosanitarios, etc.) son comparados por su valor económico.

**Japa.** Estructura cerrada de malla fina utilizada para cultivar, mantener y reproducir peces.

**Laboratorios de maduración.** Son laboratorios donde se producen alevines de tilapia a partir de padrones que se inducen a reproducir.

**Laboratorios de larvicultura.** Son laboratorios donde se crían los alevines.

**Larva.** Pez recién eclosionado que pesa menos de 1 gramo o mide menos de 2.5 centímetros de largo total.

**Licencia ambiental.** Es el permiso que otorga la Autoridad Ambiental para la ejecución de una obra o actividad sujeta a compromisos del usuario en relación con las medidas de manejo a implementar.

**Limnología.** Ciencia que estudia las aguas continentales (ríos, lagos, lagunas), en sus aspectos físicos, químicos y biológicos. La mayor parte de los cuerpos de agua que se estudian en limnología son de agua dulce, pero una parte significativa corresponde a aguas más o menos saladas, a veces muy saladas (aguas salobres de marismas costeras y aguas saladas de cuencas endorreicas, por ejemplo).

**Líquido.** Estado físico de la materia caracterizado por la disposición al azar de las moléculas, capaces de movimiento, pero con suficiente cohesión para mantenerse juntas. Una sustancia se encuentra en estado líquido cuando la temperatura es superior al punto de fusión e inferior al de ebullición. Los líquidos adoptan la forma del recipiente que los contiene y tienen las propiedades de capilaridad e incompresibilidad.

**Manantial.** Surgencia superficial de agua de origen subterráneo que se produce a favor de grietas o cambios de litología en lugares donde la superficie topográfica corta al nivel freático.

**Materias en suspensión.** Están formadas por partículas sólidas flotando en el seno del agua. Dependiendo del tamaño de las partículas, se pueden dividir en las que son capaces de formar suspensiones estables aún en el agua en reposo (soluciones coloidales) y las que sólo se encuentran en suspensión cuando el agua está en movimiento.

**Medidas de manejo.** Son las acciones que se implementan para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales negativos de un proyecto y para potenciar los positivos.

**Compensación.** Se emplean para resarcir un impacto

**Corrección.** Se implementan para reparar, restaurar o subsanar impactos ya ocurridos

**Mitigación.** Reducen la magnitud o extensión el impacto

**Prevención.** Evitan la manifestación del impacto

**Potenciación.** Favorecen o consolidan la manifestación de impactos positivos

**Mejoramiento genético:** es el proceso de selección artificial dirigido por el hombre sobre especies vegetales o animales para favorecer el desarrollo de cualidades específicas (ej.: tamaño, forma, color, consistencia, salud, crecimiento, etc.)

**Monitoreo de seguimiento:** son estudios que se proyectan en el tiempo para observar la evolución de actividades, medidas o recursos.

**Monitoreo de evaluación:** son estudios que se proyectan en el tiempo para definir y precisar la magnitud, localización y evolución de un impacto negativo sobre un recurso.

**Necrófagos.** Las especies necrófagas son aquellas que se alimentan de animales muertos o de sus restos, desempeñando papeles de reciclaje de materia en los ecosistemas. Un buen número de especies de invertebrados son necrófagas. Entre los vertebrados, existen especies necrófagas protegidas, como el buitre leonado, el buitre negro, el alimoche y el quebrantahuesos.

**Níquel.** Elemento químico del grupo VIII de la tabla periódica. Número atómico 28 y masa atómica 58,71. Es un metal de color blanco. Tiene aplicaciones industriales en aleaciones y como catalizador.

**Nitratos.** Ión  $\text{NO}_3^-$  y sus sales o sales del ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ . Son nutrientes fácilmente asimilables por las plantas, por lo que son utilizadas como fertilizantes. Los aportes de nitratos al mar y al agua de ríos y lagos favorecen el crecimiento de algas (eutrofización).

**Nitrógeno amoniacal.** Nitrógeno combinado en forma de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) o amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). El amoníaco y el amonio son gases que se producen de forma natural por fermentaciones microbianas de productos nitrogenados, por ejemplo en la descomposición de proteínas o urea.

**Nitrógeno Kjeldahl.** Cantidad de nitrógeno determinada por el método Kjeldahl. Incluye el nitrógeno de compuestos orgánicos y el nitrógeno amoniacal.

**Nitrógeno total.** En una muestra orgánica, el contenido en nitrógeno medido como la diferencia entre el nitrógeno Kjeldahl y el nitrógeno amoniacal.

**Nitritos.** Sales del ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ). Tienen aplicaciones industriales. Son sustancias tóxicas, a partir de las cuales pueden formarse nitrosaminas, que además son cancerígenas.

**Nitrógeno.** Elemento químico del grupo V de la tabla periódica de número atómico 7 y masa atómica 14,01. Su molécula diatómica es un gas químicamente inerte que constituye el 80% en peso de la atmósfera. Es uno de los cinco macroelementos que se encuentran en la materia orgánica. Es un componente esencial en los fertilizantes nitrogenados. Hay que destacar la capacidad de las plantas leguminosas de fijar el nitrógeno atmosférico gracias a la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. Símbolo N.

**Partículas en suspensión en el agua.** Partículas con un diámetro comprendido entre 0,1 y 1 micras.

**Partículas sedimentables.** Partículas con diámetro superior a 10 micras. (PSD)

**Permiso de aprovechamiento forestal.** Es la autorización que debe solicitarse ante las Corporaciones Regionales para poder deforestar o realizar apeo de especies arbóreas o arbustivas.

**Permiso de concesión de aguas superficiales.** Es la autorización que debe solicitarse ante las Municipalidades Regionales para poder hacer uso de las fuentes de agua superficiales.

**Permiso de concesión de aguas subterráneas.** Es la autorización que debe solicitarse ante las Corporaciones Regionales para poder hacer uso de acuíferos o aguas subterráneas.

**Permiso de vertimiento.** Es la autorización que debe solicitarse ante las Corporaciones Municipales para poder hacer vertimientos sobre un lugar o cauce específico.

**Pesca.** Captura de animales acuáticos, en el mar o en agua dulce o salobre. Se distinguen diferentes tipos de pesca que pueden clasificarse con distintos criterios. Según el tipo de aguas, pesca marítima o continental; según la distancia a la costa, pesca de altura o de bajura; según criterio económico, pesca industrial o artesanal y pesca comercial o deportiva. Según el tipo de aparejo, pesca con anzuelos, con nasas o con red. Los animales pescados son muy diversos, pero generalmente son peces, crustáceos o moluscos. Para la captura de mamíferos marinos (por ejemplo, ballenas) frecuentemente se utiliza el término caza. La pesca es un importante rubro de la actividad económica sujeto a regulaciones legales y administrativas nacionales e internacionales, entre ellas delimitación de áreas de pesca, cuotas de captura, límites de talla, tipos de artes permitidos y tamaños de malla, vedas y paradas biológicas.

**pH.** Medida de la acidez o basicidad de una disolución. Se define como el menos logaritmo de la concentración de iones de hidrógeno, expresada en moles por litro. La escala de pH varía de 0 a 14. Las

soluciones neutras tienen un pH 7, las ácidas menor que 7 y las básicas o alcalinas, mayor que 7. El pH es una magnitud importante en los ecosistemas acuáticos y edáficos

**Plan de cumplimiento.** Son las actividades propuestas por un usuario y aprobadas por la Autoridad Ambiental, conducentes a cumplir en un tiempo específico con los requisitos de calidad en su vertimiento.

**Plancton.** Es la comunidad de organismos microscópicos que se desarrolla en el agua. Incluye especies vegetales y animales, así como huevos y estados larvales provenientes de otros ecosistemas. Juega un papel preponderante en la calidad de los estanques de las fincas, así como en la calidad de las aguas marinas o en aguas quietas como lagos, lagunas y ciénagas o conjunto de organismos de pequeño tamaño (animales protozoos y algas unicelulares) que viven en suspensión en las aguas (marinas o continentales) y constituyen los primeros eslabones de las redes tróficas.

**Plantas de proceso.** Instalaciones de empresas dedicadas a la transformación de los recursos de pesca y cultivo de su estado natural a productos de características adecuadas, mejoradas para el consumo humano.

**Pluviómetro.** Aparato que recoge agua de lluvia y permite estimar, a partir del volumen colectado, la intensidad de la precipitación en volumen por unidad de superficie para un lugar dado durante un intervalo de tiempo.

**Programa de bioseguridad.** Son un conjunto de medidas implementadas al interior del subsector con el objeto de prevenir la manifestación y propagación de enfermedades a la Tilapia.

**Productividad primaria.** En un ecosistema, el único proceso que transforma materia inorgánica en orgánica utilizando la energía de la luz, es la fotosíntesis, que es, por tanto, el origen de la materia y la energía que circula a través de la red trófica. La productividad primaria puede medirse utilizando biomasa o su equivalente en energía (1 gramo en peso seco de materia vegetal equivale a 0,4 gramos de carbono o 4,25 kilocalorías). Se define productividad primaria bruta como gramos de carbono fijados por unidad de superficie y por unidad de tiempo, y productividad neta, como la diferencia entre productividad bruta y respiración.

**Pruebas de toxicidad.** Son experimentaciones de laboratorio tendientes a determinar las concentraciones de un compuesto o vertimiento que causan daño o muerte en organismos de prueba.

**Población.** En ecología, conjunto de individuos de la misma especie que se encuentra en un hábitat determinado y funciona como comunidad reproductiva. En ecología humana y demografía, conjunto de personas en una unidad geográfica, territorial, administrativa, política, urbana o rural. Generalmente número de habitantes de un área. **Reproductores.** Peces sexualmente maduros seleccionados para la reproducción.

**Remoción de la carga.** Hace referencia al porcentaje de la carga de un elemento o compuesto que es removido o retirado de un vertimiento mediante el tratamiento de éste.

**Tasa de conversión alimenticia.** Es la relación entre el peso del alimento suministrado a una Tilapia (u otros animales de cultivo) y el peso que éste último gana con aquel.

**Vertimiento.** Corresponde a aguas de desecho tratadas o no, que son entregadas a un cuerpo de agua

en forma directa o indirecta. Vertimientos puntuales son aquellos que ocurren en un lugar o punto específico.

**Recarga de acuíferos.** Aporte de agua a los acuíferos. La recarga natural procede del agua de infiltración o agua superficial de las precipitaciones que se infiltra en el terreno, del agua de ríos y lagos, y en acuíferos litorales, incluso del agua del mar.

**Sedimentación.** Depósito de partículas previamente erosionadas y transportadas por los agentes geológicos externos desde un área madre generadora a un área receptora o cuenca sedimentaria. La sedimentación de partículas puede obedecer a causas mecánicas como el depósito por gravedad o el depósito de las partículas de mayor tamaño cuando el agente de transporte sufre una disminución de velocidad y por tanto de energía cinética; químicas en el caso de formación de depósitos por precipitación a partir de soluciones coloidales o iónicas; biológicas en el caso de los sedimentos orgánicos de origen bioquímico. El producto final de los procesos sedimentarios es en general un cúmulo de partículas no cementadas llamado sedimento.

**Sedimentos.** Materiales procedentes de la destrucción de las rocas de la superficie terrestre por la meteorización, la erosión, o ambos y que son depositados a veces in situ o, más frecuentemente a distancia, después de ser transportados por un agente geológico externo como el viento, el hielo o el agua. La sedimentación puede consistir en el simple depósito de partículas por gravedad, o pueden intervenir procesos químicos como la precipitación de sustancias a partir de disoluciones, o incluso biológicos, como en los sedimentos de origen orgánico.

**Sobreexplotación de acuíferos.** Extracción de agua de un acuífero a una tasa mayor que la de recarga natural.

**Sodio.** Elemento químico del grupo I de la tabla periódica o alcalinos. Número atómico 11 y masa atómica 22,980. Es muy reactivo y se encuentra combinado en forma de sales (halita o sal gema) o disuelto en forma iónica. Es un macronutriente para los vegetales. Se usa en la fabricación de agentes blanqueantes, en la fabricación del índigo y en la luminotecnia. Símbolo Na.

**Sólido.** Sustancia que se presenta en trozos discretos con forma propia y con propiedades de tenacidad, cohesión y dureza. Es el estado de la materia en que se presentan las sustancias a una temperatura inferior a su punto de fusión, y se caracteriza por el orden interno (periodicidad) en la disposición de las partículas (átomos, moléculas o iones), es decir, la estructura cristalina. Existen algunas sustancias con las propiedades organolépticas de los sólidos, pero carentes de estructura cristalina que, en rigor, más que sólidos debieran considerarse líquidos subenfriados (vidrios).

**Sólidos decantables o sedimentables.** Fracción del total de sólidos en el agua que se separan de la misma por acción de la gravedad, durante un periodo determinado (generalmente 30 minutos) y en unas condiciones preestablecidas.

**Sólidos disueltos.** Fracción del total de sólidos en el agua que pasan a través de un papel de filtro estandarizado. Incluyen la materia coloidal, los compuestos orgánicos solubles e inorgánicos (sales).

**Sólidos en suspensión.** Fracción del total de sólidos en el agua que pueden ser separados por filtración a través de un papel de filtro estandarizado. Incluyen los sólidos volátiles (materia orgánica).

**Temperatura.** Variable de estado directamente proporcional a la energía cinética media de las partículas de un cuerpo. Los aparatos para medir la temperatura son los termómetros, en los que se utiliza un

fenómeno físico (por ejemplo, dilatación y contracción del mercurio) dependiente de la temperatura para medirla. Existen distintas escalas y unidades de temperatura. En la escala Celsius o centígrada, se asigna el valor 0 a la temperatura de fusión del hielo y 100 a la de ebullición del agua, ambas a presión atmosférica, y se define el grado centígrado como la centésima parte de esa escala. En la escala de temperatura absoluta o Kelvin el 0 absoluto vale  $-273,15^{\circ}\text{C}$ . Otras escalas de temperatura son la Reamur y la Fahrenheit.

## Bibliografía

- AMDC (Alcaldía Municipal del Distrito Central, HN).** 2004. Guía ambiental de construcción. Tegucigalpa, HN. 48 p.
- ALICORP S.A.** s.f. Manual de crianza de tilapia, Lima, PER. 15 p.
- Alamilla, H.** 2009. Cultivo de Tilapia (en línea). ZOE tecno-campo. Consultado 5 de ene. 2009. Disponible en <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm>
- Alcaide, C.** 2003. Manual de buenas prácticas medioambientales del sector agropecuario. España.
- Astorga, A.** 2006. Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de Infraestructura urbana. San José, CR. UICN. 99 p.
- CEP (Centro de Desarrollo Pesquero, ESA).** 2001. Guía para el Cultivo de Tilapias en Estanques (en línea). San Salvador, ES. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en: [http://www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file\\_1167.pdf](http://www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file_1167.pdf)
- Centro de Recursos Ambientales de Navarra.** 2005. Guía de buenas prácticas ambientales para la construcción de edificios. España.
- C.P.D. Contraste, S.L.** 2001. Guía de buenas prácticas ambientales en el sector de la construcción y demolición. Región de Murcia, ESP. Secretaria Sectorial de Agua y Medio Ambiente. 53 p.
- C.P.D. Contraste, S.L.** 2001. Guía de buenas prácticas ambientales en el sector agropecuario y agroalimentario. Murcia, ESP. Secretaria Sectorial de Agua y Medio Ambiente.
- Dittel, N.** 2008. Guía ambiental centroamericana para el sector avícola. San José, CR. UICN. s.p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT).** 2002. Resumen informático sobre la pesca por países.
- Ferrer, A.; Olano, I.** 2005. Las buenas prácticas para la mejora ambiental de la empresa: manual práctico para la intervención. España. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). 18 p.
- IHOB (Sociedad Pública de Gestión Ambiental, ALE).** 2006. Indicadores medioambientales para la empresa. Bonn, GER. Ministerio Federal de Medio Ambiente.
- Manual del participante: cultivo de tilapia en jaulas flotantes.** s.f. México, DF, s.e. 33 p.
- Meyer, S.** 2004. Programa de Enseñanza y proyección Acuícola del Zamorano. Honduras.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.** 2000. Guía ambiental para el subsector camaronicultor. Bogotá, Colombia. 97 p.
- Ministerio del Medio Ambiente.** 2000. Manual de buenas prácticas ambientales en la familia: pesca y acuicultura. España.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.** 2004. Guía de buenas prácticas de higiene en granjas avícolas de puesta. España.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, AR).** 2009. Acuicultura, cultivos-especies-Tilapia (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 5 ene. 2009. Disponible en <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>
- Saavedra, M.** 2006. Manejo del Cultivo de Tilapia. Managua, NIC. USAID. 24 p.
- Vallejo, M; Martínez, D.; Matamoros, L.; Elvir, D.** 2007. DR-CAFTA: compromisos Ambientales y Legislación. Tegucigalpa, HN. USAID/MIRA.

## Anexos

### Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural

#### INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ALEVINES DE *Oreochromis niloticus* (Huevos, Larvas, Alevines)

International Center for Aquaculture and Aquatic Environments Auburn University

#### Introducción

El cultivo de peces es un componente importante en los proyectos de desarrollo rural en áreas deficientes en proteína. La *Oreochromis niloticus* (tilapia) es comúnmente seleccionada pues presenta buenas características para su cultivo. Sin embargo, la oferta de alevines de tilapia en las estaciones piscícolas no es siempre suficiente. Los piscicultores pueden producir su propia semilla para cultivo y para la venta utilizando los métodos descritos en esta publicación.

#### Infraestructura para la producción de alevines

Por lo común, los alevines de tilapia son producidos en estanques. Sin embargo, también se pueden producir en estructuras cerradas de malla llamadas japas, en acuarios, y en tanques de madera, fibra de vidrio, plástico o cemento. El tipo de infraestructura a utilizarse depende de los recursos disponibles en el área y de la demanda de alevines.

## Sistemas de producción de alevines de tilapia

Los sistemas empleados para la producción de alevines de tilapia se describen a continuación:

**Sistema 1: Estanque de Crecimiento o Engorde.** Este sistema es el más sencillo y requiere únicamente de un estanque. El estanque se siembra con alevines, los cuales son cultivados durante un ciclo completo de producción. Durante este tiempo cierta reproducción ocurre. Después de cosechar el pescado, los alevines producidos se mantienen en un lugar adecuado mientras se prepara el estanque. Los alevines son luego sembrados en el mismo estanque. El ciclo de producción es de 4 a 6 meses. Las cantidades de alevines producidos en este sistema son bajas debido a la sobrepoblación y al canibalismo. La producción comercial de alevines no es viable utilizando éste sistema.

**Sistema 2. Estanque de Reproducción.** Los productores comerciales de alevines que utilizan éste sistema emplean un estanque aparte para la reproducción. Los peces reproductores de aproximadamente 100 gramos se siembran en el estanque para que desoven. En el estanque, las larvas crecen a alevines pesando de 1 a 15 gramos. La cosecha de alevines se inicia a las 5 a 7 semanas después de haber sembrado a los reproductores. Los alevines se cosechan parcialmente con un trasmallo a intervalos de 1 a 2 semanas y se trasladan a otras instalaciones para que crezcan a un mayor tamaño. La luz del trasmallo varía entre 6 y 12 milímetros dependiendo del tamaño deseado del alevín. El estanque de reproducción debe vaciarse, secarse, prepararse y sembrarse con reproductores cada 6 a 8 meses. Los alevines producidos bajo este sistema son más uniformes en edad y tamaño y de mejor calidad que los alevines producidos bajo el sistema de un estanque de crecimiento. Las cosechas parciales permiten una mayor producción de alevines y un mejor crecimiento pues se reduce la sobrepoblación y el canibalismo. Este sistema es práctico para pequeños piscicultores con posibilidades de vender una cantidad limitada de alevines. Bajo este sistema, es posible obtener dos ciclos en un año.

**Sistema 3. Estanques Múltiples.** El objetivo de este sistema es producir alevines machos de 20 gramos en estanques de precría. El sistema de estanques múltiples requiere de por lo menos 2 estanques. El estanque de reproducción produce alevines de 1 a 2 gramos que se cosechan y siembran en un estanque de precría en donde crecen hasta los 20 gramos. Luego, los alevines se cosechan y separan por sexo. En aquellos lugares en donde el peso mínimo requerido en el mercado es de 200 gramos, el cultivo monosexo (sólo-machos) es el adecuado. Este sistema está diseñado para proyectos comerciales con altos requerimientos de alevines y donde es necesario controlar la reproducción en los estanques de engorde. También es adecuado en aquellos lugares en donde los costos adicionales para producir pescado de un sólo sexo son justificados. En este sistema, se pueden obtener dos a tres cosechas al año.

**Sistema 4. Japas.** Los reproductores se mantienen en estructuras cerradas de malla fina llamadas japas en donde se reproducen. Las larvas son recolectadas y transferidas a otras japas, estanques o tanques para que crezcan a alevines y luego cultivarlos hasta adultos. El canibalismo por parte de los padres y hermanos se previene eliminando completamente las larvas y alevines de la japa de reproducción. Las larvas se concentran en un área de la japa para que su recolección sea eficiente. La producción total de larvas y alevines por unidad de área es mucho mayor que en los sistemas anteriores. Las japas se pueden mover y trasladar a diferentes lugares, pero es más conveniente mantenerlas en lagos y estanques. Es posible una producción continua utilizando este sistema.

**Sistema 5. Tanques.** La producción de larvas y alevines de tilapia en tanques se hace, cuando no se cuenta con estanques suficientes debido a la falta de espacio o a su alto costo de construcción. Los tanques de cemento son los más comunes; así mismo pueden hacerse de otros materiales como fibra

de vidrio o plástico. En este sistema es posible controlar más eficientemente el manejo del agua y el mantenimiento diario que en los otros sistemas. Los peces se pueden recolectar fácilmente con redes de mano o pequeños trasmallos. Los tanques bien contruidos pueden durar muchos años. La producción continua de alevines es posible en este sistema. La cantidad de larvas y alevines por unidad de área es mayor que los sistemas descritos anteriormente a excepción de las japas.

Mas adelante en el documento se muestra la cantidad de alevines que se pueden producir en cada sistema. Estos números no son exactos, están afectados por muchas factores incluyendo variables ambientales como la temperatura y la calidad del agua, la salud de los peces, las prácticas de manejo, la habilidad del piscicultor, entre otras. Las cantidades presentadas en esta tabla son una aproximación para dar una base de comparación entre los sistemas.

**Sistema 1:**

de 3000 a 5000 larvas y alevines producidos por cada 100 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de estanque en cada ciclo de producción de 4 a 6 meses.

**Sistema 2:**

1300 alevines de 1 gramo, por cada 100 m<sup>2</sup>, por semana.

300 alevines de 5 a 15 gramos por 100 m<sup>2</sup> de estanque por semana teniendo 2 ciclos de producción al año.

**Sistema 3:**

Fase Reproductiva - 1300 alevines de 1 gramo, por cada 100 m<sup>2</sup>, por semana.

Fase de Precría - 350 alevines (sólo-machos) de 25 gramos por cada 100 m<sup>2</sup> en un período de 9 semanas.

De dos a tres ciclos de producción al año

**Sistema 4:** 1000 larvas por japa de 4 m<sup>2</sup> por semana. La producción continua es posible.

**Sistema 5:** de 6000 a 8000 larvas por cada tanque de 8 m<sup>2</sup> al mes. La producción continua es posible.

## Requerimientos básicos para la producción de alevines

- Las instalaciones de cultivo requieren de agua abundante, de buena calidad y libre de sustancias químicas tóxicas.
- Las instalaciones deben limpiarse y recibir mantenimiento rutinario. Las japas deben cepillarse para eliminar organismos y detritos orgánicos que tapan la malla y no permiten la circulación del agua.
- Los tanques y estanques deben construirse en lugares donde no se inunden. Las entradas de agua y drenajes deben tener filtros para evitar depredadores.

- Los estanques deben recibir luz solar para incrementar el plancton y así proporcionar alimento natural.
- Los estanques de reproducción y los de precría se deben secar después de cada ciclo de producción para eliminar pequeñas tilapias, otros peces y organismos no deseados.
- Los estanques y tanques utilizados para la producción comercial de alevines de tilapia deben vaciarse completamente y tener un área de cosecha.

## ¿Cuál es el mejor metodo?

El piscicultor debe escoger el método que sea más apropiado para su situación. El Cuadro 2 presenta una guía para determinar qué sistema utilizar.

**Cuadro 65: Características de los diferentes sistemas de producción de larvas y alevines de tilapia.**

FACTOR DE DECISIÓN	SISTEMA				
	1	2	3	4	5
Ventas de alevines es importante	No	Si	Si	Si	Si
Piscicultura de subsistencia	Si	Si	No	No	no
Solamente un estanque disponible	Si	Si	No	No	no
Métodos y equipos sencillos	Si	Si/no	No	No	no
Alevines de la misma edad y tamaño uniforme	No	Si	Si	Si	Si
Venta comercial de alevines	No	Si	Si	Si	Si
Producción de alevines machos	No	No	Si	Si	si
Práctico en áreas pantanosas	No	No	No	No	no
Recolección fácil de larvas y alevines	No	No	No	Si	Si
Fácil manejo del agua y mantenimiento	No	No	No	No	si



**SERNA**  
SECRETARÍA DE RECURSOS  
NATURALES Y AMBIENTE



*Financiado por:*



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA