

# Guía de PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA para el cultivo y procesamiento de tilapia







La preparación de esta guía 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.

# Elaboración técnica

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

# Supervisión técnica

USAID/MIRA Dirección de Gestión Ambiental (DGA/SERNA)

### Edición

AGA & Asociados – Consultores en comunicación

La elaboración de la presente "Guía de Producción más Limpia 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

Sigla	s y acro	ónimos	v
I.		oducciónrca de esta guía	
		quién va dirigida la guía?	
II.		:ificación y objetivos	
	A.	Justificación	
	Obj	etivos	10
		1. Objetivo General	10
		2. Objetivos específicos	10
III.	Ma	rco conceptual de producción más limpia	
	A.	Producción Más Limpia (P+L)	
	В.	Metodología para implementar un Programa de P+L	
		Primera fase: planeación y organización del programa de Producción Más Limpia	
		Segunda fase: evaluación en planta	
		Tercera fase: estudio de factibilidad	
		Cuarta fase: implementación	
		Resumen de implementación de un programa de P+L	10
	C.	Opciones de P+L	11
		Indicadores	12
		Indicadores de procesos	12
		Indicadores ambientales	14
IV.		cripción del Proceso productivo	
	Α.	Definición del producto	
	В. С.	Características  Proceso productivo de la tilapia	
	C.	Sistemas de produccion	
		Descripción del proceso	
		Descripción de subprocesos	
	_	Materia prima	
	D.	Impactos ambientales originados por el proceso	
		Residuos sólidos	
		Residuos líquidos	
		Emisiones atmosféricas	26

V.		rácticas para la producción más limpirácticas operativas	
	Сара	acitación de personal	29
	Mar	ntenimiento de equipo e instalaciones	30
		omendaciones generales para asegurar la calidad y el desempeño óptimo del pro	
	•	orácticas para el uso eficiente de agua, energía y materias primas: recomendac	
	1.	Recomendaciones generales para el uso eficiente del agua	33
	Reco	omendaciones generales para el uso eficiente de la energía	35
	Reco	omendaciones generales para el Uso eficiente de materia prima e insumos	36
		omendaciones generales para la reducción de residuos y emisiones en el cult cesamiento de tilapia	•
	Recomen	idaciones específicas para el proceso	40
	1.	Recomendaciones específicas para el Uso eficiente del agua en el proceso	42
	II.	Recomendaciones específicas para el Uso eficiente de la energía en el proceso	43
	III.	Recomendaciones específicas para el Uso eficiente de la materia prima en el pro	oceso
	IV.	Uso eficiente de residuos del proceso en la reutilizacion y reciclaje	45
VI.	Marco Le	gal	49
VII.	Glosario.		55
VIII.		fía	
IX.		Iniciativas en la región	
	Anexo 2.	Proveedores generales de P + L	67
	Anexo 3.	Proveedores de tecnologías para el cultivo y procesamiento de tilapia	71
	Anexo 4.	Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L	72
	Anexo 5.	Lista de chequeo para diagnóstico rápido de P+L	76
	Anexo 6.	Guía metodológica para visitas de diagnóstico rápido	80
	Anexo 7.	Parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua	83
	Anexo 8.	Parámetros y alternativas para obtener eficiencia energetica	85
	Anexo 9.	Diagramas de flujo	89
	Anexo 10	). Conservación de energía en sistemas de refrigeracion	93

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación	2
Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L	3
Figura 3. Diagrama de entradas y salidas	7
Figura 4 Resumen del proceso de implementación de P+L	11
Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso	13
Figura 6. Flujograma de los procesos de Cultivo y Procesamiento de Tilapia	20
Figura 7. Diagrama de entradas y salidas de los procesos de Cultivo y Procesamiento de Tilapia	a 41
Figura 8 Pérdidas en la transferencia de calor por incrustaciones de carbonato de calcio (cond tubo y coraza)	
Figura 9 Pérdidas en la transferencia de calor por incrustaciones exteriores de dolomita (cond	lensador).99
Figura 10 Pérdidas en la transferencia de calor por formación de escarcha en la superador (evaporador difusivo)	•
ÍNDICE DE CUADROS	
Cuadro 1. Beneficios de la Producción Más Limpia	2
Cuadro 2. Registro de miembros del equipo de P+L	4
Cuadro 3. Indicadores de procesos	13
Cuadro 4. Escala y tipos de indicadores ambientales que pueden definirse	14
Cuadro 5. Metodología de suministro	22
Cuadro 6. Parámetros de alimentación	25
Cuadro 7. Impactos Ambientales generados en el proceso	27
Cuadro 5. Temas de capacitación prescriptivos en una planta de producción	30
Cuadro 9. Equipo básico para el cultivo y procesamiento de tilapia	31
Cuadro 10. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente del agua	34
Cuadro 11. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la energía	35
Cuadro 11: Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima en la	operación37
Cuadro 12. Recomendaciones generales de P+L para la reutilización y reciclaje de resi operación	
Cuadro 13. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente del agua en el proceso	42
Cuadro 14. Recomendaciones especificas de P+L para el uso eficiente de la energía en los pro	cesos 43
Cuadro 15. Recomendaciones especificas de P+L para el uso eficiente de la materia prima e el proceso	
Cuadro 16. Recomendaciones especificas de P+L para la reutilización y reciclaje de resi proceso	

Cuadro 16. Legislación aplicable a la operación del proyecto por factor ambiental	49
Cuadro 17. Legislación aplicable a la operación del proyecto por insumos especiales, actividades generales y factores externos y de escala que son claves para el manejo am	
Cuadro 18. Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones	72
Cuadro 19. Lista para el control de la implementación de buenas prácticas	73
Cuadro 20. Registro de producción mensual	73
Cuadro 21. Registro de sub-productos	73
Cuadro 1. Registro de materias primas	73
Cuadro 23. Registros de residuos líquidos	73
Cuadro 24. Registro de residuos sólidos	74
Cuadro 25. Registros de emisiones	74
Cuadro 26. Ficha para el control de la entrada de agua	74
Cuadro 27. Ficha para el control de la salida de agua	74
Cuadro 28. Ficha para el monitoreo del uso de agua	74
Cuadro 29. Formato para la recolección de información de consumo energético	75
Cuadro 30. Formato para el control de energía consumida vs. Energía requerida	75
Cuadro 31. Formato para el control del consumo de combustible	75
Cuadro 32. Formato para el reporte mensual energético	75
Cuadro 33. Formato para el control de la implementación de medidas	75
Cuadro 34. Pérdidas de agua por fugas	83
Cuadro 35. Ahorro estimado de agua por uso de pistolas industriales	83
Cuadro 36. Consumo de energía según el equipo	85
Cuadro 37. Niveles de iluminación según la actividad	86
Cuadro 38. Equivalencias entre lámparas Incandescentes y Fluorescentes	86
Cuadro 39. Opciones de sustitución de tecnología T-12 por T-8 y T-5	87
Cuadro 40. Opciones de sustitución	87
Cuadro 41. Potencial de ahorro de energía con limpieza de condensadores y evaporadores	98
Cuadro 42. Acciones de ahorro de energía de corto plazo en sistemas de refrigeración	98

# **SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

**CODEM** Comité de Emergencia Municipal

**CODEL** Comité de Emergencia Local

**COPECO** Comisión Permanente de Contingencias

**DEI** Dirección Ejecutiva de Ingresos

**DIGEPESCA** Dirección General de Recursos Hídricos

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

ICF Instituto de Conservación Forestal
SAG Secretaría de Agricultura y Ganadería

**SEFIN** Secretaría de Finanzas

SENASA Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria
SERNA Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente

SIC Secretaría de Industria y Comercio

**SOPTRAVI** Secretaría de Obras Públicas Transporte y Vivienda

**UICN** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

**UMA** Unidad Ambiental Municipal

USAID/MIRA Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales de la Agencia de los Esta-

dos Unidos para el Desarrollo Internacional.

**USAID** Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

# I. INTRODUCCIÓN

El Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y los Estados Unidos, conocido por sus siglas en inglés como DR-CAFTA, fue aprobado por el Congreso Nacional de Honduras el 3 de marzo del año 2005, mediante el Decreto 10-2005 y entró en vigencia a partir del 1 de abril del año 2006.

Adicionalmente al tratado, se suscribió el Acuerdo de Cooperación Ambiental (ACA), como un instrumento legal independiente, pero vinculado al Capítulo 17 o ambiental del DR-CAFTA. En este sentido, el ACA surgió con el objetivo de proteger, mejorar y conservar el ambiente, incluidos los recursos naturales; igualmente, surge debido a las diferencias existentes entre los suscriptores del tratado en cuanto a condiciones ambientales, sociales, legales y de recursos económicos y tecnológicos.

Con la puesta en vigencia del DR-CAFTA y la suscripción del ACA, el Gobierno de la República de Honduras ha reconocido que los incentivos y otros mecanismos flexibles y voluntarios pueden contribuir al logro y mantenimiento de la protección ambiental, y asume la promoción de la Producción más Limpia (P+L) como una estrategia de país. La estrategia de P+L debe ser implementada de manera transversal en todos los sectores productivos del país, para garantizar un alto nivel de competencia y responsabilidad socio-ambiental en el marco de los tratados de libre comercio.

La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), encargada del cumplimiento de la legislación ambiental en general y de la que atañe al comercio entre los suscriptores del tratado, en coordinación con el Consejo Hondureño de la Empresa Privada (COHEP), organización técnico-política del sector empresarial de Honduras, impulsó la elaboración de la presente "Guía de Producción más Limpia para el cultivo de tilapia", con el apoyo financiero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

El propósito de la guía es mejorar la competitividad de las empresas hondureñas que cultivan tilapia, mediante la implementación de la metodología de P+L en los procesos productivos, productos y servicios. La guía brinda lineamientos generales a los productores de tilapia, para identificar, evaluar e implementar P+L, lo cual permitirá incrementar la eficiencia y la rentabilidad del rubro, previniendo a su vez la contaminación del ambiente.

La guía contiene una breve descripción del cultivo y procesamiento de tilapia. Igualmente, proporciona la descripción de la metodología de P+L, la secuencia a seguir en cada fase del proceso y los beneficios que conlleva la implementación de las opciones que genera el uso de P+L en la empresa, específicamente en el consumo de agua, energía y manejo de desechos.

Además, se presentan experiencias exitosas a nivel nacional y centroamericano de empresas que han implementado P+L, mostrándose los beneficios cuantitativos y ambientales obtenidos con dicha metodología.

Finalmente, es necesario mencionar que la información contenida en esta guía proviene de la experiencia práctica generada al visitar fincas dedicadas a producir y procesar tilapia, donde se identificaron prácticas de P+L para mejorar el desempeño en el uso de recursos, promover el ahorro de agua y energía, y realizar un adecuado manejo de los desechos.

# **ACERCA DE ESTA GUÍA**

La presente "Guía de Producción más Limpia para el cultivo de tilapia", se elaboró para orientar a los productores de tilapia de Honduras en la implementación de prácticas de Producción más Limpia como una estrategia para lograr una gestión empresarial más eficiente y sostenible. La guía promueve un proceso de mejora continua a través de la implementación de buenas prácticas, que tiene en cuenta las tecnologías productivas disponibles, apropiadas y en uso en el país.

La guía está integrada por seis secciones principales, iniciando con una breve introducción que brinda información sobre el contenido de la guía, los antecedentes del rubro y a quien está dirigido el documento. La segunda sección muestra la justificación por la cual se desarrolló la guía y los objetivos que se persiguen con la misma. La tercera sección expone el marco conceptual de Producción más Limpia como estrategia de competitividad y gestión ambiental, sus beneficios y su metodología de implementación. En la cuarta sección se describe el proceso productivo, se especifican las entradas y salidas de cada etapa del proceso y se identifican las oportunidades y fortalezas. La quinta sección, la más importante del documento, aborda las buenas prácticas de P+L como eje fundamental para mejorar la competitividad y gestión ambiental de las empresas del sector; además, esta sección identifica los indicadores de la efectividad en la implementación de P+L.

Se debe notar que las buenas prácticas expuestas en el documento, son recomendaciones para empresas que se encuentran en operación, ya que esta es la etapa en la cual es posible analizar de forma práctica el proceso productivo, identificar las fallas y las oportunidades de mejora.

El marco legal está contenido en la sexta sección que hace una recapitulación de las políticas, leyes, reglamentos, normas o disposiciones generales jurídicas relacionadas con el rubro en el área operativa. También contiene las directrices generales del licenciamiento ambiental en el país, información extraída de la "Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el cultivo de tilapia" <sup>1</sup>. El documento incluye un glosario y una sección de bibliografía con todas las fuentes consultadas para su elaboración.

En los anexos se muestran algunas iniciativas en la región que se relacionan con Producción más Limpia. Se incluye igualmente una lista de proveedores de Producción más Limpia, la cual permitirá que el lector se oriente y profundice en temas de eficiencia económica y gestión ambiental.

# ¿A QUIÉN VA DIRIGIDA LA GUÍA?

La "Guía de Producción más Limpia para el cultivo de tilapia" está dirigida a:

- Empresarios, encargados y personal técnico clave de empresas de cultivo de Tilapia interesados en mejorar la competitividad y desempeño ambiental de las granjas, implementando tecnologías limpias e innovadoras que a su vez permitan apoyar el cumplimiento de directrices legales ambientales del país.
- A los investigadores, consultores, miembros de Organismos no Gubernamentales (ONG) e inversionistas que apoyen el incremento de competitividad de las empresas de cultivo de Tilapia.
  - Siguiendo las directrices de la guía, estos actores podrán conocer el proceso de producción de tilapia con un enfoque más limpio y los aspectos a considerar al promover estas iniciativas.
- A las autoridades ambientales encargadas de realizar una adecuada gestión en torno al tema.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Disponible en la Secretaría de Recursos Naturales (SERNA), www.serna.gob.hn

• A los estudiantes interesados en conocer detalles generales y específicos sobre el proceso de cultivo de tilapia.

Dichos actores tendrán acceso a la metodología de implementación de P+L, descripción del proceso productivo, buenas prácticas de P+L a incorporar en su empresa.

El documento permitirá promover, dentro del rubro, lineamientos básicos que deben desarrollarse para realizar una mejora competitiva y ambiental.

# II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

# A. JUSTIFICACIÓN

En Honduras, la acuicultura de agua dulce inició en 1936, cuando se introdujeron las primeras especies para su desarrollo. No fue hasta 1954 que a través de la iniciativa de la FAO y autoridades gubernamentales de Honduras, se establece el primer proyecto de desarrollo de la acuicultura, con lo cual se introdujo la tilapia de Mozambique (Oreochromis mossambicu) y se establecieron las bases para el desarrollo del cultivo en el país. Desde ese momento hasta la actualidad, la producción y exportación de tilapia se ha convertido en un soporte de la economía de Honduras. En efecto, hasta diciembre del 2007, las exportaciones en el país fueron de 8, 589 toneladas métricas, lo que representaron más de 50 millones de dólares americanos (FAO, sf).

Esta situación ha estimulado el desarrollo y expansión de nuevos proyectos de cultivo y procesamiento de tilapia a nivel nacional por lo que es indispensable desarrollar alternativas que, a largo plazo, garanticen la sostenibilidad de los sistemas productivos que basan su economía en este recurso. En Honduras existen importantes iniciativas del sector privado y del gobierno para impulsar la producción de tilapia, por lo que se hace necesario desarrollar los lineamientos básicos que las orienten y aseguren su eficiencia y competitividad.

La falta de eficiencia en el uso de los recursos agua, energía y materia prima; la necesidad de mejorar la competitividad nacional en el marco de los tratados de libre comercio; y la falta de conocimiento de los empresarios sobre metodologías y herramientas que permitan corregir deficiencias productivas justifican la necesidad de elaborar la presente "Guía de Producción más Limpia para el cultivo de tilapia", la cual permitirá a los empresarios asumir e implementar la metodología de P+L como estrategia para hacer más eficientes sus procesos.

# **OBJETIVOS**

# I. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la competitividad y desempeño ambiental de las granjas hondureñas productoras de Tilapia mediante la implementación de la metodología de Producción más Limpia (P+L) en sus procesos y productos.

# 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Incentivar la producción de tilapia, bajo un alto nivel de eficiencia que permita reducir los costos de producción al promover un uso eficiente de las materias primas, energía y agua.

Incrementar la competitividad del rubro productivo al proponer tecnologías limpias e innovadoras. Promover la mejora del desempeño ambiental del rubro al proponer prácticas amigables en todo el proceso productivo, principalmente en lo que al manejo de desechos se refiere.

# III. MARCO CONCEPTUAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

# A. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)

La Producción Más Limpia (P+L) es la continua aplicación de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de mejorar la ecoeficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente (PNUMA/IMA, 1999). La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) desarrolló una metodología de implementación de P+L basada en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para usar mejor los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas, aplicando el concepto de las 3 R's (Reducción, Reutilización y Reciclaje) (ONUDI, 1999).

Esta estrategia permite al sector productivo ser más rentable y competitivo a través del ahorro generado por el uso eficiente de materias primas y por la reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios; con lo que además se evitan sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales, y se promueven nuevos beneficios al ofrecer al mercado, productos fabricados bajo tecnologías más limpias (Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia, 2007).

Con la implementación de prácticas de P+L se busca pasar de un proceso ineficiente de control de la contaminación "al final del tubo", a un proceso eficiente de prevención de la contaminación, desde su punto de origen, a través de la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía a lo largo del proceso industrial. Se previene la contaminación al sustituir las materias primas que contengan una alta carga contaminante, y al crear los soportes administrativos que permitan manejar integralmente los residuos.

El proceso de reducción de la contaminación se realiza en 4 niveles de acción (Figura 1), dentro de los cuales se encuentran los niveles preventivos (la reducción y el recicla-je/reutilización) y los de control (tratamiento y disposición final).



Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación<sup>2</sup>

La literatura reporta una serie de beneficios técnicos, económicos y ambientales al implementar la estrategia de P+L, resumidos en el Cuadro 1. Sin embargo, la experiencia demuestra que las empresas o proyectos que han implementado esta estrategia lo hacen motivados principalmente por sus bondades económicas. Al mejorar la eficiencia en el uso de los insumos de producción y los rendimientos, se reducen los costos, se obtienen mayores ganancias y se mejora la posibilidad de competir con mejores precios en los mercados nacionales e internacionales. El uso eficiente de los recursos, reduce el impacto ambiental y mejora la imagen de la empresa o proyecto.

Cuadro 1. Beneficios de la Producción Más Limpia.

Outur of a Beneficion de la Fronteción frans Emplas			
AL REDUCIR	SE INCREMENTA		
<ul> <li>El uso de la energía en la planta.</li> <li>La utilización de recursos como el agua.</li> <li>La cantidad de residuos y la contaminación.</li> <li>Los riesgos de accidentes laborales, lo que a su vez implica reducción de costos.</li> <li>La posibilidad de incumplimiento de normas ambientales y sus correspondientes sanciones.</li> <li>Costos en la producción.</li> <li>La tasa de uso de recursos naturales y la tasa de generación de residuos contaminantes.</li> <li>Los riesgos medio ambientales en caso de accidentes.</li> </ul>	<ul> <li>La calidad del producto.</li> <li>La eficiencia, a través de una mejor comprensión de los procesos y actividades de la planta de producción.</li> <li>La motivación del personal.</li> <li>El prestigio, al mejorar la imagen de la empresa al socializar los resultados del proceso.</li> <li>La competitividad en nuevos mercados nacionales e internacionales.</li> <li>Ingresos y ahorros de la empresa.</li> <li>La protección del medio ambiente.</li> <li>La mejora continua de la eficiencia medioambiental en las instalaciones y de los productos.</li> </ul>		

(ONUDI, 1999, 2003) (PNUMA, 2003)

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Material de curso de entrenamiento de entrenadores en P+L, ONUDI, San Pedro Sula, junio de 2007.

# B. METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE P+L<sup>3</sup>

Para poder diseñar e implementar un "Programa de Producción Más Limpia (P+L)", es necesario poner en práctica una metodología de cuatro fases o etapas (Figura 2).



Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L

# PRIMERA FASE: PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

En la fase de planeación y organización del programa de Producción Más Limpia, se establece el compromiso de la empresa, indispensable para su implementación exitosa. También se da a conocer la iniciativa al personal y se definen los grupos de trabajo y sus responsabilidades.

- Las actividades a desarrollar en esta fase son: obtener el compromiso de la gerencia y de todo el personal de la empresa.
- Organizar el equipo de P+L.
- Definir claramente las metas del Programa de P+L en la empresa.
- Identificar obstáculos y soluciones para el Programa de P+L.
- Capacitar a mandos intermedios y operarios.

# a. Compromiso de la gerencia y del personal de la empresa

La P+L es un esfuerzo de mejora continua que requiere que los directivos, gerentes y personal clave de la empresa o proyecto estén convencidos de sus beneficios y comprometidos con su éxito. Este convencimiento y apropiación es, por lo tanto, el primer logro a obtener.

# b. Organizar el equipo de P+L

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Promoción de eficiencia de recursos en pequeña y mediana empresa, ONUDI, edición revisada 2010.

Para poder organizar un equipo de trabajo, es necesario dar a conocer al personal de la empresa los planes que se tiene respecto a la implementación de un programa de P+L. Se debe integrar un equipo responsable del mismo, que incluya a empleados clave de las distintas áreas de la empresa, con un alto nivel de compromiso. Todas las áreas de la organización deben estar representadas para lograr una identificación exhaustiva de los aspectos a mejorar y para incrementar la masa crítica capaz de aportar propuestas de solución a los problemas encontrados. El equipo será el responsable de la coordinación del Programa de P+L, de su implementación y del seguimiento de las medidas recomendadas. En lo posible, se sugiere establecer un plan de incentivos económicos acorde con los logros obtenidos. Al momento de conformar el equipo se recomienda tomar datos que serán indispensables para la correcta operación del programa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Registro de miembros del equipo de P+L.

Nombre de la persona	Cargo	Área del proceso donde se ubica	Fortalezas y habilida- des

Se debe designar a un representante o coordinador del equipo de P+L, que tenga la jerarquía y la autoridad necesarias para garantizar la implementación del programa. Es primordial que el coordinador asuma su tarea con un total compromiso, ya que de él dependerá el adecuado desarrollo del programa. El coordinador debe ser capaz de motivar y persuadir al personal sobre los beneficios de la P+L y el cumplimiento de las metas trazadas. Para dar seguimiento a las actividades programadas, llevará registros de los avances, problemas y barreras encontradas; buscará soluciones a estos obstáculos; garantizará el cumplimiento de las metas e informará permanentemente a la gerencia sobre el avance del proceso.

# c. Definir claramente las metas del Programa de P+L dentro de la empresa

Los miembros del equipo de trabajo deben establecer metas viables en todos los niveles de operación de la entidad. Para ello es necesario estimular la participación de todos los empleados clave y lograr un conocimiento y apropiación del proceso y de los resultados esperados. Una vez definidas las metas se debe elaborar un plan de acción que permita alcanzarlas en el corto, mediano y largo plazo. Este plan debe establecer las metas y acciones de cada área del sistema productivo, los aspectos a mejorar, los recursos logísticos con los que se cuenta y los responsables directos del cumplimiento de cada meta. Es recomendable establecer fechas de cumplimiento.

# d. Identificar obstáculos y soluciones para el Programa de P+L

Al momento de establecer las metas del programa, se debe indicar los posibles obstáculos en el proceso y proponer soluciones. En esta actividad es de suma importancia la participa-

ción activa del personal clave, conocedor de las interioridades de sus respectivas áreas de trabajo.

# e. Capacitar a mandos intermedios y operarios

Es necesario realizar diagnósticos de necesidades de capacitación que permitan identificar las áreas a fortalecer para propiciar el éxito del proceso. El plan de capacitación permitirá desarrollar las bases cognoscitivas necesarias para llevar a cabo el programa de forma eficiente y obtener las metas en el tiempo establecido.

# SEGUNDA FASE: EVALUACIÓN EN PLANTA

La fase de evaluación del proceso en la planta es crucial en la implementación de la P+L, ya que al efectuar el reconocimiento de las distintas etapas del proceso productivo se identifican Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). De este análisis se derivan las principales recomendaciones de mejora. Con la evaluación en las instalaciones se determina también la situación general de la empresa, los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua y materia prima, así como sus efectos financieros y ambientales. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Reunir los datos generales de la planta y del proceso de producción, volumen de materia prima, residuos líquidos y sólidos así como posibles emisiones).
- Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas.
- Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía.
- Organizar el equipo evaluador.
- Generar opciones.

# a. Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción

Se requiere obtener información sobre el volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo. Por lo tanto, mediante una lista de chequeo, se deben establecer indicadores de comparación que permitan evaluar los avances y logros obtenidos con las medidas adoptadas.

Así mismo, deben tomarse datos relevantes del proceso productivo para identificar oportunidades de mejora. Por ejemplo, si se lleva un registro de consumo ¿Cuáles son los rendimientos obtenidos por unidad de materia prima? También debe analizarse si existen manuales de procesos o planes de mantenimiento, entre otros aspectos (Anexo 4: Lista de chequeo para línea base de diagnóstico de P+L en las empresas).

# b. Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas

Esta etapa consiste en evaluar las entradas y salidas en las distintas fases del proceso productivo, para poder identificar los residuos generados y definir los indicadores para su monitoreo. Al recorrer, analizar y diagramar el flujo del proceso (Figura 3), se podrá visualizar los espacios físicos destinados para cada área, definir si la secuencia de las acciones es la más conveniente y generar las recomendaciones pertinentes. El diagrama de flujo es uno de los elementos básicos para establecer indicadores productivos y de eficiencia en el uso de los recursos. Se recomienda describir y cuantificar, para cada una de las fases del proceso productivo, todas las entradas, salidas y costos asociados.

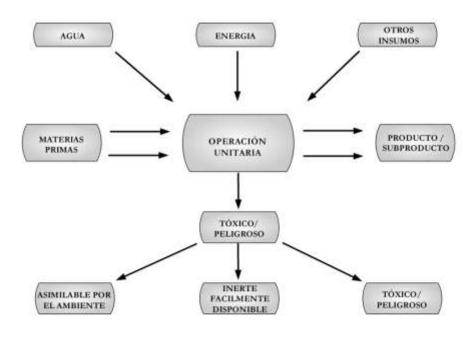


Figura 3. Diagrama de entradas y salidas

# c. Planificación del recorrido para identificar la línea base

Para establecer los registros y mediciones de materias primas, consumo de agua y consumo energético debe realizarse un recorrido por la empresa (GTZ, 2007). Sin embargo, al planificar el recorrido deben plantearse las siguientes interrogantes:

¿Cómo debe ser el recorrido por la empresa? En el Anexo 5, "Guía metodológica para visitas de diagnóstico de línea base en empresas" se da algunas recomendaciones a tomar en cuenta para el recorrido. Durante el recorrido se recomienda seguir el flujo del proceso, iniciando por el almacén de los insumos.

¿Cuánto debe durar el recorrido?

¿Qué información se requiere de la empresa antes de iniciar el recorrido? (ejemplo: costos para insumos y salidas, programación del recorrido, participación de otra(s) persona(s) de la empresa, etc.).

¿Qué áreas podrían ser de especial interés?

¿Qué personas deben entrevistarse durante el recorrido (ejemplo: operarios)? ¿Cómo y con qué objetivo?

Se debe contar con toda la documentación requerida para facilitar la identificación de indicadores de comparación, por ejemplo: recibos de consumo de energía, consumo de agua, compra de materiales, controles de inventario, etc., así como realizar mediciones in situ de aspectos de relevancia como niveles de iluminación, niveles de sonido en cuartos de máquinas, volúmenes de aguas residuales, etc.

Al momento de organizar el recorrido por la empresa, se debe considerar la participación del jefe de planta y del jefe de mantenimiento, así como sostener entrevistas con los encargados de bodega, de inventarios, de contabilidad de costos, operadores de equipo, etc.; ya que son los más indicados para identificar detalles sobre el movimiento diario de las entradas y salidas del proceso.

# d. Responsabilidades y actividades del equipo evaluador

Se debe organizar un equipo evaluador conformado por empleados competentes, responsables y experimentados en el que quede representada cada operación del proceso industrial. Este equipo deberá realizar un recorrido coherente con el ordenamiento del proceso productivo, es decir que se deberá iniciar con la recepción de materias primas e insumos auxiliares y finalizar con la entrega del producto o servicio. Se deberán establecer las funciones de los miembros del equipo evaluador (una persona puede asumir varias responsabilidades).

Coordinador del equipo: debe realizar las actividades de planificación de la visita, entre las que se incluye: preparar la introducción, presentación, cierre, desarrollo de la visita como organización de los horarios, seleccionar las áreas de proceso a evaluar y notificación al responsables. Elaboración y validación de las listas de chequeo para cada área. Preparación de los equipos de medición necesarios.

Responsable(s) de las estadísticas de insumos, residuos y de sus respectivos costos en el proceso de producción: deberá recopilar los datos cuantificables de volúmenes y costos de materia prima, agua, residuos, energía, productos terminados y calcular los diferentes escenarios de ahorro.

Responsable(s) de los flujos de materiales y energía: sistematizará las operaciones de proceso, analizará las entradas y salidas para la preparación de los diagramas de flujo GTZ, 2007).

# e. Establecimiento de línea base y generación de opciones

Al momento de realizar el recorrido por la empresa, se debe identificar puntos críticos en las distintas operaciones del proceso, medir, recopilar información y evaluar el uso de materias primas e insumos, haciendo énfasis en el uso eficiente de los recursos como energía, agua y materia prima, así como en la generación de residuos del proceso. Para esto, previo a realizar el recorrido, el equipo tendrá que tener claridad sobre los aspectos a evaluar y los datos a recopilar. Deberá enfatizar en lo siguiente:

- Consumos de materias primas e insumos (energía eléctrica, vapor, agua, materiales, empaque y otros).
- Cantidades y costos de producción.
- Cantidades de desperdicios operacionales (desperdicios automáticos y productos no conforme).
- Cantidades de residuos generados (líquidos y sólidos).
- Observación del estado y funcionamiento de la maquinaria y equipo.
- Evaluación visual de la condiciones de las estructuras físicas de la planta.
- Realizar en los casos que aplique mediciones de parámetros (amperaje, voltaje, temperatura, ruido, iluminación, flujos de aires, caudal de agua, emisiones y volúmenes de aguas residuales.
- La evaluación de la planta generará información de oportunidades de mejoras y recomendaciones que se incorporarán en el plan de acción. El plan de acción deberá contener recomendaciones con sus respectivas actividades, período de ejecución, el cual será priorizado de acuerdo a los límites de la viabilidad económica, técnica y ambiental de la empresa.

La campaña de divulgación y motivación del programa de P+L dentro de la empresa, mencionada en la fase 1 del programa, debería propiciar un ambiente de cordialidad durante el recorrido de evaluación en planta.

# TERCERA FASE: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

En esta fase se elaboran los análisis económicos, tecnológicos y ambientales de las recomendaciones a proponer, para identificar las que sean factibles. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Evaluación técnica, económica y ambiental: considerando cómo las recomendaciones impactan en la producción, la calidad, el ambiente, los costos de inversión y beneficios.
- Definición de recomendaciones.
- Selección de las medidas a priorizar.

# a. Evaluación técnica, económica y ambiental

Una vez realizado el diagnóstico de la planta, se tendrá que organizar la información recopilada y establecer las debilidades encontradas que muestren los puntos críticos del proceso, las cuales podrán transformarse en las oportunidades de mejora a recomendar.

# b. Definición de recomendaciones

Al hacer una recomendación es importante definir con claridad el tipo medidas a tomar y su forma de implementación, los recursos logísticos y humanos necesarios, el costo preciso de inversión requerida, los resultados, beneficios económicos y ambientales que se obtendrán.

#### Selección de las medidas a priorizar C.

Al momento de seleccionar las medidas a implementar, se debe analizar la relación costo- beneficio de la inversión, así como el periodo de retorno de las acciones. Teniendo en cuenta que la P+L es un proceso de mejora continua, las recomendaciones no son estáticas y dependerán de las condiciones de cada empresa que decidirá cuales implementar en función de los beneficios económicos, del ahorro de recursos o de la prevención de problemas ambientales.

# **CUARTA FASE: IMPLEMENTACIÓN**

Esta es la fase de ejecución en la que se concretan las recomendaciones establecidas mediante la asignación de recursos económicos, tecnológicos y humanos. Para la implementación se requiere:

- Establecer la fuente y el monto de los fondos destinados al proyecto.
- Ejecutar las medidas recomendadas: asignar recursos y determinar quién o quiénes serán los responsables de llevar a cabo estas medidas.
- Monitorear y evaluar las medidas implementadas, mediante el uso de indicadores que permitan medir el desempeño del proceso, realizar auditorías internas y elaborar reportes de seguimiento.

#### Establecer la fuente y cantidad de fondos destinados al proyecto a.

Se debe asegurar que las acciones relacionadas con la implementación de P+L estén dentro del presupuesto financiero disponible. Una vez analizados los costos y beneficios de la intervención es necesario gestionar los fondos necesarios, para lo cual se recomienda establecer reuniones con la administración, gerencia y directiva.

#### b. Ejecución de las medidas recomendadas

Una vez asegurados los fondos para la implementación de las medidas, estos deben asignarse a las dependencias involucradas en su ejecución y reafirmar su responsabilidad.

#### Monitoreo y evaluación de las medidas implementadas C.

La implementación de medidas debe ser precedida del diseño de un plan de control y seguimiento, en el que se definan participativamente indicadores de desempeño, puntos y tiempos de control, formatos de registro, informes y otras acciones que se consideren pertinentes para realizar un seguimiento adecuado.

Para ilustrar este punto se presenta, en el recuadro, el plan que utilizó una empresa para implementar un programa de P+L. Es importante aclarar, que los tiempos asignados para cada actividad dependerán, entre otros, del tamaño de la organización, del número de trabajadores, de los productos/servicios y de los procesos involucrados.

### RESUMEN DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE P+L

Como ya se ha establecido, la implementación de P+L es una serie de pasos ordenados que conducen a una mejora continua. No obstante, debe recalcarse que la metodología de implementación funciona como un círculo cerrado, ya que el proceso no termina con el desarrollo de las recomendaciones establecidas, sino que continúa con una etapa de seguimiento de las mismas, para posteriormente identificar e implementar nuevas medidas (Figura 4).

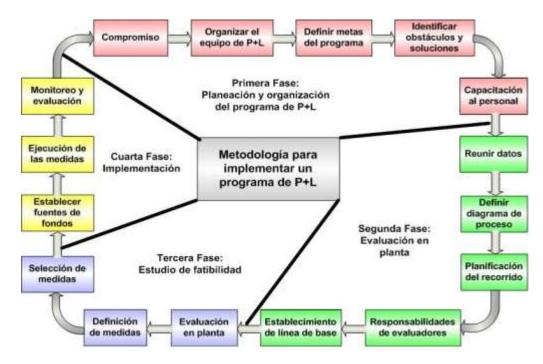


Figura 4 Resumen del proceso de implementación de P+L

# C. OPCIONES DE P+L

Después de identificar, en el proceso de evaluación de la empresa, las fuentes de residuos, de emisiones y de desperdicio de materias primas y energía, se inicia la búsqueda de oportunidades de mejora y medidas preventivas. Este proceso tendrá un mayor valor si se consideran las sugerencias de todos los miembros del equipo de P+L.

La meta principal es encontrar las medidas para abordar el problema en la fuente. Éstas incluyen modificaciones tanto del proceso de producción como del propio producto.<sup>4</sup>

Las modificaciones del proceso pueden ayudar grandemente a reducir descargas de residuos y emisiones. Esto comprende todo un conjunto de medidas:

- La buena administración de materias primas y materiales del proceso, incluyendo los cambios en el nivel organizativo: en la mayoría de los casos éstas son económicamente las medidas más interesantes y pueden ser puestas en práctica muy fácilmente. Pueden incluir entrenamiento y motivación del personal, cambios con respecto al funcionamiento de los equipos, instrucciones de manipulación para materiales y recipientes, etc.
- La sustitución de materias primas y materiales del proceso: las materias primas y los materiales del proceso que son tóxicos o dificultan el reciclaje pueden sustituirse a menudo por otros menos dañinos, lo que ayuda a reducir los volúmenes de desechos y emisiones.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Manual de Producción Más Limpia, ONUDI, 1999.

• Las modificaciones tecnológicas: éstas pueden ir de simples actividades de reconstrucción a extensos cambios del proceso de producción. También incluyen muchas medidas de ahorro de energía.

Reciclaje interno: Las materias primas y productos no conformes, que no pueden evitarse con la ayuda de las medidas descritas anteriormente, deben reintegrarse al proceso de producción de la empresa. Esto puede significar:

- Reciclar dentro del proceso de producción original.
- Reciclar como insumo en otro proceso de producción.
- Recuperar y usar parcialmente un residuo.

De la evaluación del estado y del diagnóstico de la empresa, se pueden obtener los siguientes resultados:

- Localización de los principales puntos de entrada: consumo de agua, energía, materia prima e insumos, en general.
- Caracterización de los residuos generados.
- Establecimiento de puntos críticos en las operaciones de proceso.
- Identificación de fortalezas de la empresa desde el enfoque de procesos, y desde un análisis económico y ambiental.
- Las opciones generales de P+L que se aplicarán.
- Establecimiento de un programa de reuniones para seguimiento e implementación de las medidas.

Una vez implementadas las recomendaciones de P+L, la empresa debe proceder al análisis de resultados y a la publicación de los avances obtenidos a nivel interno y externo.

# **INDICADORES**

Bajo el enfoque de P+L, los indicadores permiten caracterizar el desempeño de la empresa y brindan información de cada uno de los recursos que se utilizan en el proceso productivo (consumo de agua, energía, etc.) y de los residuos generados durante el desarrollo del mismo (residuos sólidos, emisiones, efluentes, etc.). Bajo este esquema de trabajo no se puede mejorar lo que no se está midiendo o evaluando en las entradas y salidas de un proceso, de ahí surge la importancia de seleccionar y establecer indicadores.

# INDICADORES DE PROCESOS

Los indicadores de proceso tienen como propósito conocer si se está llevando a cabo un uso adecuado de los insumos y materias primas que participan en el proceso productivo. Es necesario tener una visión clara de las operaciones en las que estos se utilizan. Para lograrlo se utiliza el análisis del "Balance de Entradas y Salidas de los Recursos (materia prima, agua y energía)" (Figura 5), donde se pueden establecer una serie de indicadores para evaluar la eficiencia de la empresa. El balance de entradas y salidas establece que el peso total de los materiales que ingresan a un proceso (materia prima, insumos, energía, agua, entre otros), es igual al de los productos, subproductos, residuos y emisiones que salen del mismo:

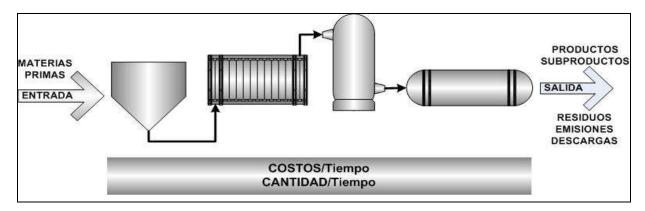


Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso.

# Materias primas – (Productos+Subproductos) = Residuos+ Descargas+ Emisiones

La ecuación permite detectar las operaciones de proceso donde existan deficiencias, en función de la cantidad de residuos generados y se puede analizar las posibilidades de reutilización o reciclaje de estos residuos. Es también la base para establecer rendimientos del proceso y determinar costos del producto y posibles subproductos. En el recuadro se presenta los aspectos principales de un análisis de entradas y salidas de un proceso. No obstante, entre los principales aspectos a tomar en cuenta al momento de establecer y/o calcular los indicadores, resaltan el nivel tecnológico del proceso y sus áreas de trabajo, aspectos que facilitan la identificación de puntos críticos y las recomendaciones de P+L.

Por otro lado, es necesario establecer que las unidades a considerar en los indicadores dependerán en gran medida del rubro evaluado y del tipo de insumos de la empresa o proyecto (Cuadro 3).

# ANÁLISIS DE ENTRADAS:

- a. Identificación y cuantificación del consumo de materia prima.
- b. Identificación y cuantificación del consumo de agua.
- Identificación de las pérdidas debido al almacenamiento y manipulación de materia prima.

# **ANALISIS DE SALIDAS:**

- a. Cuantificación de productos, subproductos, residuos y emisiones.
- b. Cuantificación de los volúmenes de subproductos que se reciclan.
- Registro de los residuos y emisiones generadas, y procedimientos de gestión.

Cuadro 3. Indicadores de procesos.

	Indicador		Ejemplo de unidades de medida
•	Cantidad de agua consumida por unidad productiva	•	gal o m³ / ton empacada o procesada
•	Cantidad de efluentes o aguas residuales por unidad productiva	•	gal o m³ / ton empacada o procesada
•	Cantidad de energía consumida por unidad productiva	•	kWh / ton empacada o procesada
•	Cantidad de sub-productos generados por unidad productiva	•	ton de subproductos./ ton empacada o procesada
•	Cantidad de residuos sólidos generados por unidad productiva	•	m³ o kg / ton empacada o procesada

# **INDICADORES AMBIENTALES**

Un adecuado control ambiental en una empresa o proyecto se realiza cuando se puede planificar, controlar y supervisar la gestión de los factores ambientales (agua, suelo, aire, recursos biológicos y paisajísticos). Importantes herramientas para la gestión ambiental en las empresas, es la determinación de indicadores, los cuales luego de realizar el levantamiento del diagnóstico de línea base permitirán una vez implementadas recomendaciones de P+L, comparar tanto la eficacia de las mismas, como la eficiencia del proceso productivo y la mejora en el desempeño ambiental, al tener referencias comparativas que muestren de una manera cuantitativa, la reducción, del uso de recursos o del impacto al ambiente por la generación de emisiones atmosféricas, residuos sólidos y efluentes líquidos.

Uno de los principales atributos de los indicadores ambientales es que permite realizar el monitoreo de la evolución de la empresa en la protección ambiental, permitiendo comparaciones año tras año. Los indicadores, evaluados periódicamente, permiten detectar rápidamente tendencias por lo que son sumamente útiles en los sistemas de alerta temprana. Al comparar la información de indicadores ambientales de diferentes empresas, o diferentes departamentos dentro de la misma empresa, se hacen evidentes las fallas y las acciones potenciales de optimización, por lo que estos son esenciales para la definición de metas en un programa de mejora.

Cuadro 4. Escala y tipos de indicadores ambientales que pueden definirse

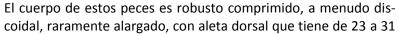
Escala	Tipos de indicadores que pueden definirse
• Global	<ul> <li>Relacionados con gases de efecto invernadero, según listado de Protocolo de Kioto (CO2 Equivalente).</li> <li>Relacionados con sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, según listado de Protocolo de Montreal.</li> <li>Relacionados con Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), según listado de Protocolo de Estocolmo.</li> </ul>
• Local	<ul> <li>Relacionados con emisiones atmosféricas: material partículado, dióxido de azufre (SO2) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs).</li> <li>Relacionados con vertimientos de aguas residuales: Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Carbón Orgánico Total.</li> <li>Relacionados con consumo: agua y energía (combustibles, electricidad).</li> <li>Relacionados con la reducción de generación de residuos.</li> <li>Relacionados con costos de reciclaje, disposición y transporte de residuos.</li> </ul>

(Ministerio Federal del Medio Ambiente, 2007)

# IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

# A. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

La tilapia es una especie de pez de origen africano y del cercano oriente, pero que puede habitar en las regiones tropicales del mundo, donde se dan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento. Entre sus variedades destacan la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), la tilapia azul (*Oreochromis aureus*) y la tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus*).





espinas y radios; tiene un solo nostrolo en cada lado de la cabeza que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal; la boca es proctatil, mandíbula ancha, a menudo bordeada por labios gruesos con dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos, en otros casos puede presentar un puente carnoso(freno) que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media debajo del labio, la línea lateral es bifurcada; la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, en la porción inferior, aparecen varias escamas por debajo de donde termina la línea lateral de la parte superior hasta la terminación de la aleta caudal; la aleta caudal es truncada y redondeada. Generalmente, el macho se desarrolla más que la hembra (SINCOAGRO, sf).

Es un pez de aguas cálidas, el grado óptimo de temperatura es de 25 a 30 grados centígrados, puede vivir en agua dulce como salada e incluso puede acostumbrarse a aguas poco oxigenadas. Actualmente, se encuentra distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica, el sudeste asiático, América del Sur.

# **B. CARACTERÍSTICAS**

La tilapia tiene extraordinarias cualidades como:

- Crecimiento acelerado y en rangos variados de salinidad. Las tilapias son peces eurihalinos, capaces de vivir en medios dulces y salobres.
- Tolerancia a altas densidades, pueden soportar bajas concentraciones de oxígeno lo que las hace más aptas para la cría en cautiverio.
- Las tilapias han colonizado hábitats muy diversos: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y
  profundos o con rápidos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces, salobres o saladas, alcalinas, estuarios y lagunas costeras e incluso hábitats marinos, permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y reproducen.
- Aceptación de una amplia gama de alimentos y buen aprovechamiento de las dietas formuladas y suministradas.
- Existen especies que reaccionan a temperaturas bajas, siendo los límites letales entre 10-3 grados centígrados.

- Alta resistencia física y contra enfermedades.
- La excelente calidad de su carne de textura firme, coloración blanca con pocos huesos intramusculares ha despertado gran interés comercial en la acuicultura mundial y hace que sea un pescado apre-

ciado y apetecido por los consumidores, su peso promedio (200-250 gramos)

- Tiene reproducción bisexual, alcanzan su madurez sexual a partir de los 2 a 3 meses de edad con una longitud de 8-16 centímetros.
- La tilapia, por ser un omnívoro, se alimenta de huevos, larvas y juveniles de otros peces, afectando el ciclo biológico de las especies nativas. Tienden a tener hábitos alimenticios herbívoros. Los requerimientos nutricionales al igual que los hábitos alimenticios de los juveniles difieren considerablemente del de los adultos.



- La producción de tilapia ofrece mayor rentabilidad que otras especies, debido a su menor requerimiento de alimentos. La tilapia del Nilo sólo necesita 1.5 Kg. de comida para producir 1Kg. de carne de alto valor nutritivo, mientras que el ganado bovino necesita 5.6 Kg., el ovino 5 kg. y las aves 2 kg.
- Por su condición de poiquilotermos requieren de un menor gasto energético para mantener su metabolismo, a diferencia de especies homeotermas, lo que permite una mayor producción de carne.
- La especie tiene ventajas comparativas con respecto a otras especies de carne blanca, las cuales son las principales competidoras (merluza y bacalao), dado que éstas últimas muestran una tendencia decreciente en su pesca.
- En el país existe personal calificado en la cría de tilapia especialmente en el área del Río Lindo.
- La tilapia es un producto con un amplio mercado, tanto en el interior del país como en el extranjero. La demanda comprende varias presentaciones, desde el pescado fresco entero, hasta el congelado, eviscerado, fileteado, ahumado y en presentaciones más elaboradas.

Por otra parte, existe una serie de desventajas que deben considerarse al momento de realizar el cultivo y procesamiento de la tilapia:

- El alimento es costoso.
- La mayoría de materia prima para fabricar alimento es importada (soya).
- Existen ciertas infecciones por virus y bacterias que podrían causar una alta mortalidad.
- El uso de agua proveniente de canales de riego, lagos o ríos requiere de un reservorio previo de decantación.
- Es considerada una especie potencialmente agresiva y se fuga fácilmente al medio natural, otorgándole la responsabilidad directa del desplazamiento de especies nativas de peces (Características de la tilapia, sf).

# C. PROCESO PRODUCTIVO DE LA TILAPIA

# I. SISTEMAS DE PRODUCCION

En el país se emplean 3 sistemas de producción de tilapia: extensivo, semi-intensivo e intensivo Es necesario aclarar que la extensión del cultivo en superficie o sus instalaciones físicas no necesariamente determinan el tipo de sistema. La determinación del tipo de explotación depende de 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 utilizando 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, el proyecto 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 ambientales. 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 y extensión de finca son muy variados y son determinados por el tipo de producto a obtener, la inversión de capital y los rendimientos esperados. Se puede hablar de un nivel tecnológico bajo o artesanal y otro mediano o alto asociado a los cultivos semi-intensivos e intensivos.

# a. Cultivo en estanques artesanales (extensivo)

Los estanques artesanales son excavados en tierra y poseen estructuras especiales para el llenado y vaciado de agua. La alimentación y el drenaje del agua deberán efectuarse 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 (Alamilla, sf).



Es importante mencionar que el sistema de cultivo extensivo, el más utilizado a nivel rural, se caracteriza por un nivel tecnológico bajo. En estos sistemas se dificulta la renovación frecuente de la semilla, lo que conduce a la degeneración de la población de peces y a la obtención de bajos rendimientos, lo que con frecuencia desmotiva la producción artesanal.

# b. 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 m². El rendimiento por año del cultivo semi-intensivo es de 8 a 15 TM/ha/año, con una densidad de siembra de 2 peces/m³ 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/m³/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 (Alamilla, sf).

### c. Cultivo intensivo

Los sistemas intensivos usan estanques de 0.1 Ha con el fondo recubierto con plástico negro (geotextil)

o con concreto, hacen un recambio de agua del 100%, la producción es de 20 Kg/m²/año, lo que equivale a una producción de 200 TM/Ha/año, la conversión alimenticia es de 2.0 a 1 y requiere de una aireación de 4 HP/1000 m². El alimento empleado es una dieta balaceada con alto porcentaje de proteína que va entre 28 a 45%; actualmente, el alimento más usado es el extruido (pre cocido), que incrementa la conversión alimenticia. En Honduras se utiliza generalmente con un 32 % de proteína.



Los principales avances en este sistema son:

- Introducción de aireación mecánica.
- Uso de híbridos F1.
- Ciclos cortos de producción.
- Por ser más intensivo utiliza controles ambientales adecuados.
- Manejo de subproductos para mejorar rentabilidad (piel, carcasa, escamas, aceites).
- Acceso a mercados de exportación internacional.

El sistema intensivo es practicado por empresas con disponibilidad de jaulas flotantes, en donde se usan concentrados y altas densidades de siembra. Algunas producciones intensivas utilizan estanques de concreto de 100 a 500 m³, disponen de un recambio de agua hasta de hasta 700%/día y un sistema de aireación de 8 HP/1000 m². La producción obtenida en los estanques es de 500 TM/Ha/año y la conversión alimenticia es de 2.2 a 1. Se utilizan principalmente las variedades de tilapia que soportan temperaturas más frías (se debe alimentar y crecer a 18° C y desovar a temperaturas superiores a los 22°C). En las jaulas se siembran hasta 60 peces/m³, ofreciendo niveles de producción similares.

# **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

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 de la producción. En general, se pueden mencionar cuatro etapas: reproducción, crecimiento (crianza), pre engorde y engorde (figura 4), 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 (Alamilla, sf).

# a. Etapa de reproducción

La etapa de reproducción consiste en la obtención de alevines. 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 (Alamilla, sf).

El productor tiene la opción de seleccionar los reproductores o comprar los alevines directamente. Para la **obtención de reproductores** (pie de cría) se tienen dos alternativas:

- Hibridación: se obtienen dos especies diferentes de tilapia, por ejemplo, *O. hornorum x O. mossambicus* para obtener la generación F1. Las líneas puras obtenidas deben mantenerse aisladas para 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 pater-

nos. 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 (Leyva, 2009).

La selección de reproductores incide directamente en el éxito de la sobrevivencia de los alevines. Los reproductores tienen que ser un peces sexualmente maduros con las siguientes características: talla de 12 a 13 cm; peso de 250 a 500 g; edad de 6 a 12 meses; cabeza y cola pequeñas en relación al resto del cuerpo (mayor proporción de carne), libres de parásitos y de malformaciones. La densidad de reproductores en un estanque es de 1 por 2 m² 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 estos son de mayor tamaño que las especies del género *Tilapia*. En el primer caso, la fecundidad varía entre pocos cientos y 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. 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 (Saavedra, 2006):

- El macho delimita y limpia un área circular de 20 a 30 cm de diámetro en el fondo del estanque en dónde 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;
- La hembra recoge con su boca los huevos fecundados y se aleja del nido.

El macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras para aparearse. El cortejo y desove ocurre en 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 se nutren del contenido del 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.

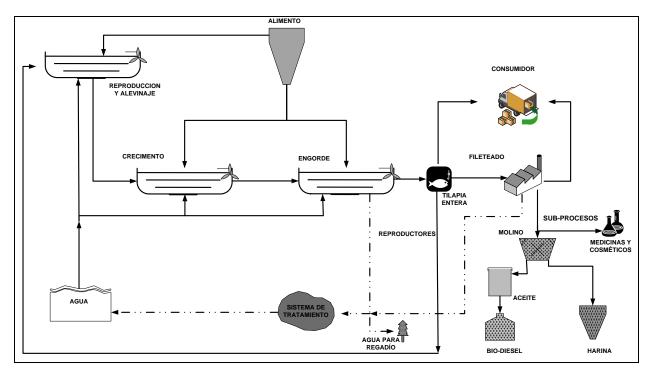


Figura 6. Flujograma de los procesos de Cultivo y Procesamiento de Tilapia Fuente: CNP+LH.

# b. Etapa de crecimiento

El crecimiento de los peces depende de la densidad de siembra, de la calidad de agua (temperatura, oxígeno disuelto y otras variables) y de la tasa de alimentación ofrecida. Las tilapias sembradas en estanques a una densidad de 1/m² crecerán más rápido que a 100/ m², siempre y cuando se tenga el debido control de la calidad de 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/m² podrán desarrollarse de manera óptima con el alimento natural producido en los estanques, no obstante, el crecimiento puede cesar si el alimento es 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 de 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 se reproduzcan; en este sentido, los peces sembrados compiten por el alimento con las crías "nacidas" y disminuyen su crecimiento. En los cultivos en jaulas pueden manejarse a altas densidades y no se tiene el problema de las crías nacidas, aún durante engordes prolongados.

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 (desecho nitrogenado producto del metabolismo de las proteínas y de la des-

composición de materia orgánica disponible), comienza a convertirse en un factor limitante del crecimiento; este problema puede evitarse con recambios de agua.

Por los motivos antes expuestos los productores optan por sembrar a una densidad 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, a tanques con agua y oxígeno, a una densidad de 3.5 kg biomasa/10 m³ de agua para la etapa de pre-engorde (Leyva, 2009).

# c. Etapa de pre engorde

La fase de pre-engorde dura 110 días en promedio dependiendo de la talla final que se requiera. Los factores importantes a considerar en esta etapa son: densidad, recambios de agua, temperatura y alimento (SAGPyA, sf).

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%. Asumiendo una mortalidad de 70%, la densidad requerida para alcanzar los 25 g/pez es de 140.000 – 200.000 peces/hectárea.

El recambio del agua va desde el 20% hasta 200%. En los estanques nurseries, con abundante plancton, se obtiene un crecimiento adecuado y económico sin tener que

agregar alimento, 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 el tiempo de pre-engorde. A temperaturas promedio de 25°C los peces 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 los estanques, que cuentan con alimento natural y que contienen una biomasa de 300-800 kg/ha, se fertilizan con 1,000 a 2,000 kg/ha de abono animal. 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 de la partícula de alimento se selecciona en función de la abertura bucal, durante esta etapa tendrá un diámetro de 2 a 4 mm.

Para realizar la transferencia a la etapa de engorde se cosecha el 100% la laguna de pre-engorde y se transfiere a lagunas de engorde a una densidad de 3.5 kg biomasa/10 m³ (Leyva, 2009). El porcentaje de mortalidad es alto y puede alcanzar el 40% de la población por efecto de los depredadores y por el trauma durante la cosecha y la transferencia.

# d. Etapa de engorde

La fase de engorde dura unos 90 días, dependiendo de la talla final que el mercado requiera. En Honduras 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 de alta calidad disponibles, producen la mayor parte del pescado del estrato de producciones medianas (semi intensivas). Las grandes producciones (súper intensivas) por su parte tienen una alta inversión y alto aporte de nutrientes (SAGPyA, sf).

Con respecto a la alimentación, existen dos formas para alimentar los peces: por cálculo respecto al peso del alevin (Cuadro 5) y Ad libitum.

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 necesitan entre 100 y 120 días con factores de conversión de 1.4-1.6.

Cuadro 5. Metodología de suministro

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 )

(ALCON, 2009)

La alimentación ad libitum: consiste en darle a los peces todo lo que puedan consumir. En esta práctica, que generalmente se realiza cuando no hay limitantes de presupuesto; la cantidad de alimento varía en función de las condiciones ambientales del día.

La biomasa económica es el peso del conjunto de peces, para el cual se maximiza el beneficio económico (máxima rentabilidad posible). La biomasa económica se sitúa entre la capacidad de soporte del sistema y la biomasa crítica, siendo esta última el peso potencial de peces producidos según el sistema productivo. La cosecha parcial o total de los peces se debe realizar al alcanzar la biomasa económica, ya que si el cultivo continúa disminuirá la productividad y el beneficio.

El rendimiento que se obtiene en los cultivos en jaulas con alto flujo de agua de recambio y cerramientos de bajo volumen es por lo general de 200 kg de peces/m<sup>3</sup> (unos 2000 peces/ha). Este 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. Estos dependen de la calidad de la ración ofrecida, el uso de aireación y del recambio de agua. El rendimiento en estangues que no reciben aporte de nutrientes (ración y fertilizantes) está entre 30 y 400 Kg/ha, mientras que los que sí reciben una ración balanceada alcanzan los 4000 kg/ha o más.

Los productores de tilapia tienen tres opciones para mejorar el aprovechamiento del alimento, el crecimiento y acortar el ciclo de engorde: reducir la densidad, mejorar la calidad del alimento, modificar las condiciones ambientales con aireación y recambio de agua. En las regiones en donde energía no es costosa, podrá airearse los estanques con menos gasto. Cuando la energía es costosa la alternativa es el recambio de agua (cuando se puede hacer sin bombeo) o la reducción de la densidad de siembra.

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 la exportación se requieren peces de 800 gramos, peso que se alcanza a los 8 meses. La cosecha se puede realizar con: red agallera de superficie, atarraya, chinchorro playero, anzuelo y cosechadoras automáticas.

# e. Procesamiento

En la producción de tilapia se deben separar dos grandes etapas (Leyva, 2009):

- Finca o producción biomasa, que incluye las etapas de reproducción, crecimiento, pre-engorde y engorde, las cuales se desarrollan en lagunas o jaulas.
- Procesamiento o planta empacadora. Los peces son cosechados de las lagunas o jaulas de engorde y son transportados vivos a la planta empacadora. El producto para exportación debe cumplir con todas las regulaciones establecidas por las autoridades sanitarias nacionales (SAG) y adicionalmente deben cumplir con los requerimientos de calidad establecidos para esta industria, que incluyen:
  - o Buenas prácticas de manufactura.
  - Sistema HACCP (obligatorio para exportación, por sus siglas en ingles Hazard Analysis of Critical Control Points)
  - o Certificaciones especiales cuando el cliente las requiera.

### f. Proceso de fileteado

El proceso de fileteado se divide en los siguientes pasos<sup>5</sup>:

Matanza, degollamiento, sacrificio

Consiste en seleccionar y preparar un pescado que cumpla los requisitos de calidad e inocuidad para fileteo. El proceso consiste en descarga del tanque, recepción de la materia prima (tilapia), pesar, clasificar, degollar, desangrar, descamar y trasladar a fileteo.

Fileteo

Es necesario filetear el pescado para obtener un producto que cumpla los requisitos de calidad e inocuidad requeridos. Para ello, se cortan ambos lados del pescado, se sacan ambos filetes, si se rompen viseras; lavar tabla cuchillo y manos con agua clorada (1-5 ppm).



Eliminación de la piel

Consiste en remover la piel para ello se debe pasar el filete por despieladora.

Terminado o maguillado del filete.

Recortar el filete guitándole las orillas, colocar en bandejas que son trasladas al área de clasificación.

Clasificado

Clasificar el filete de acuerdo a los requisitos de peso y tamaño, los filetes que no cumplen los requisitos para exportación son separados (enviados a reparaciones o filete local). Los filetes seleccionados se pesan individualmente y se clasifican de acuerdo al tamaño en bandejas con hielo (una capa de hielo por cada capa filetes).

Chiller

Lavar y enfriar el filete en el *chiller* y medir la temperatura de salida, debe ser menor que 4°C, si es mayor o igual a 4°C, se envía a empaque.

Enfriado

Los filetes se pasan por un túnel frío que permite obtener un *glaseado* que mejora su apariencia.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Tomado de la Experiencia obtenida en las visitas realizadas por el Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras y de las Hojas de Procesos proporcionados por Aqua Corporación.

#### Empaque

Consiste en almacenar el filete, para ello se debe eliminar el exceso de hielo, colocar 10 lb en cada bandeja, enviar a estación de empaque, marcar talla en la etiqueta, colocar liner, pañal y separador en caja de styrofoam, colocar filete de forma ordenada, verificar peso final y corregir en caso necesario, colocar gelpack y sellar. Después del empague, la caja debe pasar por un detector de metales.

#### Almacén:

Las temperaturas de almacenamiento deben ser cercanas a los -6°C para mantener el filete fresco y de 15 a 20°C para el filete congelado.

#### Embarque

El filete de tilapia se debe mantener a una temperatura de -1°C para el transporte a los mercados internacionales, y en cajas de styrofoam de 10 lbs. El empague master consiste en 3 cajas selladas con cintas de plástico y almacenadas a temperatura de -6°C para ser exportadas.

#### **DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS**

Los residuos de producción como peces enteros muertos durante el proceso, piel, escamas espinazos, vísceras etc., pueden ser aprovechados para la generación de subproductos como:

#### Aceite de pescado

Los peces muertos durante el proceso y los restos del pescado (el espinazo con la cola y la cabeza desechos del fileteado como piel, vísceras y lomito), se trasladan a una planta de subproductos donde pasan por un molino y posteriormente por una prensa para extraer el aceite, que luego es vendido para distintos usos.

#### Harina de pescado

La masa resultante de los residuos molidos y exprimidos es sometida a secado y pulverizado para obtener harinas que son utilizadas como suplemento alimenticio en la industria acuícola, especialmente para el cultivo de camarón y en avicultura.

#### Pieles para la industria cosmética

Durante el procesamiento de la tilapia se obtiene la piel y escamas que son utilizadas por la industria cosmética y farmacéutica o para elaborar artículos de cuero y artículos decorativos.

#### Biodiésel y Glicerina

Los restos de los peces también pueden emplearse para extraer aceite para la producción de biodiésel y de glicerina.

#### **MATERIA PRIMA**

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, 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.
- Oxigeno 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.

Existen dos tipos de aireación: natural y mecánica. La aireación natural se genera con 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 sistemas de inyección de oxígeno, generadores de oxigeno liquido, entre otros.

- pH: el pH requerido en piscicultura está entre 7 y 8 unidades, mientras más estable es el pH mejor será la productividad natural del cuerpo de agua, que es una fuente importante de alimento para las tilapia cultivadas en estanques.
- Dureza: la alcalinidad y la dureza del agua no afectan directamente a los peces pero sí tienen un efecto marcado sobre la productividad del estanque. Una concentración de 75 mg CaCO<sub>3</sub>/I, se considera adecuada. La concentración máxima es de 400 mg de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) por litro.
- Turbidez: la turbidez impide la libre penetración de los rayos solares y por lo tanto limita la productividad natural del estanque, lo que a su vez reduce la disponibilidad de alimento para la tilapia. 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 hacer un recambio del agua.
- Contaminantes: entre mayor sea la biomasa manejada, mayor es el grado de deterioro del ambiente acuático. La contaminación es la consecuencia de la alimentación (concentrado), de fertilización del agua y las heces de los peces cultivados.

#### b. Alimento

Los insumos para la alimentación de las tilapias representan entre el 65 al 75 % de los costos de producción, su utilización eficiente asegurará el éxito de la actividad. Se debe identificar un alimento concentrado adecuado a cada etapa de cultivo de tilapia. El concentrado debe cumplir con requerimientos nutricionales y físicos que garanticen su mayor aprovechamiento, el crecimiento óptimo de los peces y la reducción de desechos. Se debe considerar la concentración de proteína, el contenido energético, los minerales y las vitaminas. Las características físicas a tener en cuenta son la flotabilidad y el tamaño de la partícula. A medida que el pez va creciendo se debe incrementar gradualmente el suministro diario de alimento para cumplir con la ración requerida por el pez de acuerdo a su peso (Cuadro 6).

Cuadro 6. Parámetros de alimentación

Días	Rango de peso (Oz.)	Producto	Cantidad (oz/día)	Raciones / día	
Etapas de revers	Etapas de reversión sexual y larvas ( tilapia 45 %: t-45% L-0,L-1,L-2)				
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	
Etapas de alevinaje (tilapia 40% e-0)					

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

#### D. IMPACTOS AMBIENTALES ORIGINADOS POR EL PROCESO

En los proyectos de instalación de granjas piscícolas para el cultivo de tilapia, como en todo proyecto, los impactos ambientales son inevitables. Por la naturaleza de la piscicultura el agua es el recurso más impactado. Sin embargo se tienen que tomar en cuenta todos los impactos potenciales de la actividad productiva a nivel de residuos líquidos, sólidos y emisiones atmosféricas (Espinoza, 2002).

#### **RESIDUOS SÓLIDOS**

Los residuos orgánicos de las fincas de tilapia son típicamente peces muertos. Actualmente la tasa diaria promedio de mortalidad para Honduras es de 0.08%, representando un total aproximado de 7.150 peces, a los que se les debe dar un tratamiento adecuado. Estos peces pueden ser procesados para hacer compost que puede ser utilizado como abono para plantas. Los residuos sólidos orgánicos provenientes de la planta procesadora como los restos de peces, cabezas, entrañas, etc. que representan aproximadamente el 60-70% del peso total del animal, pueden ser utilizados en su totalidad para la producción de alimento balanceado para pollos u otras especies (IIC, sf).

Otros residuos sólidos generados en el proceso pueden ser incinerados y los residuos sólidos como metales producto de las reparaciones de equipos e infraestructura mecánica, se almacenan y periódicamente se envían a compañías locales de reciclado. El mismo destino se da a los aceites que se utilizan en los tractores. Otras compañías utilizan sus residuos para la fabricación de sub-productos como biodiésel y harina de pescado.

#### **RESIDUOS LÍQUIDOS**

Los principales vertimientos líquidos provienen de la planta de procesamiento de filetes y contienen una elevada carga orgánica ya que arrastran la sangre de los peces sacrificados. Se utiliza una considerable cantidad de agua en la limpieza de pisos y equipo.

Actualmente, algunas plantas de cultivo de tilapia cuentan con sistemas de tratamiento de efluentes que consisten en dos lagunas de oxidación, una del tipo anaeróbica conectada en serie a una facultativa. Los vertidos líquidos son analizados periódicamente luego de su paso por las lagunas de oxidación, para asegurar que cumplan con los valores dispuestos por "Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario" del Ministerio de Salud de Honduras, antes de ser descargadas a ríos cercanos. Se debe procurar cumplir igualmente con los rangos recomendados por el Banco Mundial para este tipo de actividades.

#### **EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

La única posibilidad de emisiones atmosféricas en la producción y transformación de la tilapia estaría en la producción de biodiésel a partir de aceite del pescado y en la fabricación de harinas. En el caso del biodiésel habrían emisiones atmosféricas si existieran fugas en las tuberías y válvulas de control que conducen el metanol hacia la esterificación y la transesterificación, la cual afecta la salud y seguridad de

los empleados<sup>6</sup>. En el caso de la harina, la contaminación resultaría de la suspensión de partículas durante el procesamiento. A continuación se presenta un resumen de los impactos generados durante el proceso (cuadro 7).

Cuadro 7. Impactos Ambientales generados en el proceso

Impacto	Fuente	Medidas de mitigación.	
Generación de polvo	Construcción y en menor escala en la de operación de la infraestructura productiva.	Riego de tramos en donde exista generación de polvo. Tapar con toldos los camiones o volquetas que transporten material.	
Ruido	Maquinaria	Uso de tapones en los oídos u orejeras	
Derrame de combusti- bles y lubricantes	Derrames de los automotores y de la maquinaria o por un almacenamiento inadecuado.	Se realizará mantenimiento periódico y adecuado de los automo- tores para minimizar este impacto, y se asegurará su adecuado almacenamiento.	
Emisiones atmosféricas	Emisiones producidas por los automotores.	Se realizará un mantenimiento adecuado de los automotores para reducir las emisiones producidas por la combustión de lubricantes.	
Deterioro de las vías de acceso	Paso permanente de vehículos y maquina- ria	Reparación y mantenimiento de las vías de acceso.	
Contaminación del agua.	Alimentación de peces y fertilización de los estanques.	Se utilizarán las cantidades exactas de alimentos requeridos.	
Remoción de la cubierta vegetal	Construcción de estanques, apertura de caminos y actividades varias	Deberán restaurarse las zonas excavadas para la recuperación posterior de la cobertura vegetal.	
Generación de residuos sólidos	Operación diaria	Deberá disponerse adecuadamente de los desechos sólidos Se enviará la basura que se genere al relleno sanitario propio o del Municipio.	

Fuente: CNP+LH

<sup>6</sup> Ver Medidas de Prevención y Mitigación en la Guía de BPA de cultivo de tilapia.

# V. BUENAS PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPI



En el contexto de la Producción Más Limpia, las "prácticas" comprenden una serie de medidas voluntarias y de fácil aplicación para aumentar la productividad, bajar los costos, reducir el impacto ambiental de la producción, mejorar el proceso productivo y elevar la seguridad laboral (ver recuadro). A través de una serie de formatos de gestión de costos, gestión ambiental y gestión organizativa se logra mayor eficiencia en los tres ámbitos y se establecen las bases de un proceso de mejora continua (ONUDI, 1999) (CONAM, 2003) (PNUMA, 2003).

La implementación sistemática de las prácticas de P+L implica la formación de un equipo de trabajo comprometido con el programa

de P+L, que vincule al personal clave para: la evaluación de las condiciones de la planta de producción y de oportunidades de mejora; el análisis de propuestas de mejora que sean económica, técnica y ambientalmente viables; la selección de las mejores alternativas; implementación de las alternativas seleccionadas; el monitoreo y evaluación de los cambios, y la revisión de las mejoras e identificación de nuevos perfeccionamientos.

#### **BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS**

#### CAPACITACIÓN DE PERSONAL

La capacitación de personal implica la ejecución de una serie de actividades organizadas, en forma sistemática, con el propósito de brindar los conocimientos, habilidades y actitudes, para incidir en el mejoramiento del desempeño de sus funciones laborales, además de orientar las acciones al cumplimiento de los objetivos de la empresa. La gestión de la capacitación, que se debe hacer, incluye los siguientes pasos: el diagnóstico de las necesidades de capacitación (DNC); el plan de capacitación; la ejecución de la capacitación y la evaluación de los resultados (Universidad Autónoma de México, 2008).El DNC es el análisis que determina en qué se va a capacitar, a quien(es), por cuanto tiempo y cuando. Para realizarlo se deben agotar los siguientes pasos:

Determinar, junto con la gerencia o con el propietario de la planta, el alcance de la capacitación; es decir si esta se hará para todo el personal, o a cuales de los empleados abarcará.

Definir el equipo capacitador que puede incluir a técnicos y otros empleados clave acompañados por un facilitador.

Identificar las necesidades de capacitación más relevantes. Se solicita a los participantes anotar en una hoja las necesidades de conocimiento. El facilitador unifica la información en una lista para determinar las necesidades más relevantes por votación, se recomienda seleccionar cinco temas.

Elaborar, para cada tema seleccionado, una ficha informativa que incluya: la descripción de la necesidad, conocimientos y habilidades requeridas; el momento en que estos son requeridos; el lugar físico, las interacciones involucradas con los conocimientos y habilidades, y los riesgos y consecuencias de no hacer la capacitación.

Ordenar cada necesidad de capacitación identificada y seleccionada por prioridad. Se sugiere asignar un puntaje de 1 (menos importante) a cinco (más importante).

Una vez agotados los cinco puntos anteriores se realiza un informe del DNC, base para el diseño, ejecución y evaluación del plan de capacitación. El cuadro 5 presenta algunos temas de capacitación recurrentes dentro de un programa de P+L.

#### OBJETIVOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS

- Optimizar el consumo de materia prima, agua y energía, insumos en general; haciendo uso eficiente de estos recursos reduciendo los costos de operación.
- Reducir la cantidad y el grado de contaminación de los residuos sólidos, aguas residuales y emisiones atmosféricas.
- Optimizar la reutilización y el reciclaje de los residuos de producción y material de embalaje.
- Mejorar las condiciones de trabajo y de la seguridad en el trabajo.
- Mejorar la organización del proceso productivo.

Cuadro 5. Temas de capacitación prescriptivos en una planta de producción.

Área de Capacita- ción	Temas
Procesos	Tipos de equipo para el procesado de Tilapia, herramientas utilizadas, detalle de las distintas operaciones del proceso productivo, riesgos ambientales de cada una, mecanismos de desarrollo limpio y prácticas de Producción Más Limpia, toma de registros.
Agua	Prácticas operativas en el uso eficiente del agua, mantenimiento preventivo para la eliminación de presencia de fugas en sistemas de distribución del agua y utilización de tecnologías eficientes.
Energía	Mantenimiento del equipo e instalaciones, fuentes básicas de energía que se usan, registros de consumo de energía y como monitorear.
Materias primas e Insumos	Capacitación básica en manejo de las sustancias utilizadas como recursos e insumos, su uso eficiente, efectos sobre la salud y consecuencias en caso de manejo inadecuado, capacitación sobre manejo adecuado de las materias primas e insumos en las operaciones de empaque y procesamiento.
Residuos y sub- productos	Métodos de reducción, reutilización, recuperación y reciclaje de residuos. Conceptos generales y manejo de las aguas residuales (aguas mieles), residuos sólidos, así como su aprovechamiento para obtener subproductos del proceso (abono orgánico, fuentes de energía alterna).
Salud ocupacional y Seguridad Indus- trial	Equipo de protección personal, riesgos para empleados, primeros auxilios, procedimientos de higiene y seguridad en la planta, entre otros. Especificar zonas potenciales de riesgos como el equipo utilizado para el proceso, capacitar en la operación y el manejo de este equipo.
Legislación y Am- biente	Legislación aplicable y temas relacionados a la protección ambiental como ser: Ley General del Ambiente, Reglamento de Residuos Sólidos y Aguas Residuales, etc.

Fuente: CNP+LH.

#### MANTENIMIENTO DE EQUIPO E INSTALACIONES

El objetivo de la presente sección es facilitar las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o instalación que forma parte del proceso productivo. Por lo tanto, es indispensable conocer el equipo básico necesario para desarrollar cada una de las etapas del cultivo y procesamiento de la tilapia (Cuadro 9).

Cuadro 9. Equipo básico para el cultivo y procesamiento de tilapia.

Etapa del proceso	Equipo
Almacenamiento de materias primas	Silos para Concentrado
Alevinaje	Bombas succionadoras, motores.
Pre-engorde y Engorde	Aireadores, bombas succionadoras, motores.
Crecimiento	Bandas transportadoras para la extracción de la tilapia, aireadores, bombas succionadoras, motores.
Fileteado	Chillers para la planta de fileteado, empacadora automática de pescado, maquina despieladora de pescado.

Una vez que se ha identificado el equipo básico que participa en el proceso, es necesario realizar un inventario del mismo, lo cual facilitará las acciones de mantenimiento de acuerdo a las especificaciones de cada aparato. En este sentido, cabe establecer que el mantenimiento debe entenderse como las "tareas de inspección, control y conservación de un equipo o instalación, con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos".

A continuación se detallan algunas recomendaciones generales para implementar un adecuado programa de mantenimiento en el equipo e instalaciones de para el cultivo y procesamiento de tilapia:

- Nombrar a los encargados directos del mantenimiento de cada uno de de los silos, aireadores, chillers, tanques de almacenamiento, despieladoras, cortadoras, planta generadora, entre otros; en
  distintas áreas del proceso. Los encargados nombrados deben poseer un conocimiento global sobre
  instalaciones y disponer del conocimiento de las técnicas para la prevención y resolución rápida y
  eficaz de los desperfectos.
- Hacer un inventario de todo el equipo (accesorios, repuestos, piezas de cambio) que permita programar compras y cambios oportunos que tomen en cuenta los tiempos de entrega por parte del proveedor (filtros, sellos, válvulas, etc.).
- Ubicar el manual de uso y mantenimiento original del equipo en un área visible y cercana al equipo correspondiente, para que esté accesible al responsable del mantenimiento.
- Establecer un manual con información básica de buen uso para los operarios de los equipos que se dispongan como: silos, aireadores, chillers, despieladoras, tanques de almacenamiento, planta eléctrica, entre otros equipos; que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano, los operarios deberán ser capacitados en su uso. El manual y sus recomendaciones principales siempre deben estar a la vista en el área del proceso a que corresponden.
- Establecer un registro de puntos de comprobación, como niveles de lubricante, presión y temperatura en los chillers; voltaje en los aireadores y tractores etc., así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.
- La elaboración de registros de control de las fechas de mantenimiento de los equipos que se encuentren en las instalaciones para el cultivo y procesado de tilapia que faciliten la recolección y compilación de la información para definir fechas de revisión y mantenimiento (ver Anexo 4 Formatos para el control de buena practicas de P+L).
- La creación de un registro de averías e incidentes, que será de constante uso por parte del operador de los equipos, servirá de guía a los responsables del mantenimiento para evaluar y analizar la efectividad del mantenimiento.

- El departamento o el responsable del mantenimiento debe establecer un "Plan de Lubricación", comenzando con plazos cortos para analizar los resultados hasta definir los plazos óptimos.
- Planificar una revisión periódica de todos los sistemas de filtración y filtros del equipo, sean de aire, agua, lubricantes, combustibles, etc.
- Establecer controles de uso y sustitución oportuna de elementos de desgaste y cambio frecuente como cadenas, rodamientos, correas, etc. en función del tiempo de uso recomendado por el fabricante, de las observaciones de operarios y técnicos de mantenimiento y de las condiciones particulares de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc.

#### RECOMENDACIONES GENERALES PARA ASEGURAR LA CALIDAD EL DESEMPEÑO ÓPTIMO DEL PROCESO

Uno de los aspectos a considerar como especificación de calidad e inocuidad de este producto es el peso y frescura de la tilapia entera o del filete. El tratamiento y disposición de los residuos de la producción también tienen gran importancia en este proceso. Por otra parte, es necesario aplicar buenas prácticas de operación para mantener la calidad del proceso, a continuación se enumeran las más importantes:

#### a. Recomendaciones para los procedimientos operacionales

- Diseñar manuales de procedimientos para el control de operación
- Normalizar los trabajos mediante el uso de los procedimientos documentados (mediciones, registros en los puntos de entrada y de salida de los procesos, hojas de registros).
- Establecer registros que garanticen el control y monitoreo de todas las buenas prácticas implementadas en el proceso (ver Anexo 4 de Formatos para el control de buena practicas de P+L).
- Establecer programas y procedimientos para capacitar a los empleados en la aplicación de los procedimientos, los registros y en cuanto a higiene y seguridad sanitaria y buenas prácticas de manejo y Producción más Limpia (Uso de equipo de limpieza, mascarillas, equipo de protección)
- Fomentar espacios de discusión para que los empleados compartan los conocimientos técnicos y métodos de operación para mejorar la calidad.

#### b. Recomendaciones para el control del costo

- Conocer el requerimiento unitario de materias primas, mano de obra, energía y controlar el costo del producto por equipo utilizado.
- Calcular el costo de los productos (planificación), basarse en el presupuesto estipulado y posteriormente diseñar estrategias para reducir costos.

#### c. Recomendaciones para el control de calidad

- Contar con un sistema de gestión que permita un control de calidad.
- Disponer de los manuales de procedimientos en las distintas áreas del proceso.
- Hacer uso de las hojas de especificaciones de los materiales (asegurar buen manejo y almacenamiento).
- Registros para comprobar las fechas de vencimiento de los insumos.
- Establecer indicadores de rendimiento en cada una de las etapas del servicio

• Establecer un programa de inducción para el personal, en el cual se dé a conocer los procesos y estándares de calidad requeridos.

#### d. Recomendaciones para la innovación tecnológica

- Registros y evaluaciones de las modificaciones en los procesos que se realicen.
- Registro de los resultados de los reemplazos de los equipos y motores de baja eficiencia energética.
- Registro de las mejoras en la distribución de los procesos para optimizar el flujo de materias primas y reducir su uso.
- Registros de resultados de la automatización de la dosificación de las materias primas.

#### e. Recomendaciones para salud ocupacional y seguridad industrial

El manejo efectivo de los riesgos y enfermedades ocupacionales y de los accidentes de trabajo es un elemento central en la implementación de las buenas prácticas en las plantas de cultivo y procesamiento de tilapia. Se debe entonces establecer una programa de salud ocupacional que identifique los riesgos en cada una de las áreas de trabajo; que evalúe los riesgos y su probabilidad de ocurrencia; que establezca medidas para erradicar o prevenir los riesgos identificados; que incluya un plan de contingencia a utilizar en casos de emergencia.

El programa de salud ocupacional y seguridad industrial podrá, de acuerdo a la identificación de riesgos potenciales, incorporar las acciones mencionadas a continuación:

- Programa de control de ruido.
- Programa de control de temperatura en áreas de trabajo.
- Programa de calidad de aire en el área de trabajo.
- Programa de manejo de sustancias y materiales peligrosos.
- Programa de dotación de equipo de protección personal.
- Programa de control de ejecución de trabajos en condiciones de riesgo (alturas, espacios confinados, trabajos con energía).
- Programa de condiciones optimas de iluminación.
- Programa de investigación y análisis de accidentes.

#### BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DE AGUA, ENERGÍA Y MATERIAS PRIMAS: RECOMENDACIONES GENERALES

En esta sección se tratarán las prácticas generales de manejo de la empresa, orientadas al uso eficiente de agua, energía y materias primas; con el objetivo de disminuir los consumos, la emisión de contaminantes sólidos, líquidos y atmosféricos y de promover una cultura de reutilización y reciclaje.

#### I. RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA

Para el proceso de cultivo y procesamiento de tilapia se utilizan grandes cantidades de agua proveniente normalmente de fuentes superficiales. Igualmente se genera grandes cantidades de aguas residuales con un alto contenido de material orgánico y con químicos por las operaciones de lavado de pisos y actividades de limpieza. El uso del agua es uno de los factores clave para obtener impactos económicos y ambientales positivos; específicamente, se obtienen buenos resultados al disminuir el consumo de agua y disminuir la cantidad de aguas residuales que requieren tratamiento.

En este sentido, deben identificarse las opciones que permitan incrementar la eficiencia y establecer una adecuada gestión ambiental, estas se pueden lograr con cambios sencillos en la operación o en las actitudes y costumbres, lo que con frecuencia requiere de poca o ninguna inversión económica. Estas modificaciones se deben decidir sobre la base de información precisa de los procesos y condiciones de la empresa relacionados con el uso del agua, haciendo énfasis en los que requieran mayor consumo.

A continuación, se presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente del agua (Cuadro 10), que al ser implementadas generan beneficios inmediatos para la empresa. Seguidamente se presenta la fórmula para calcular un indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones dadas.

Como un complemento a estas recomendaciones en el Anexo 8, "Parámetros y Alternativas para Obtener Eficiencia en el Uso del Agua", se presenta una serie de cuadros que le brindan información muy útil sobre estimaciones de pérdidas que se pueden presentar para diferentes situaciones, así como un ejemplo de cálculo del ahorro que se puede obtener al implementar estas recomendaciones. En el Anexo 4 se encontraran una serie de formatos que pueden ser útiles para el monitoreo y los registros que se recomiendan en esta sección.

Cuadro 10. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente del agua.

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Establecer un plan de monitoreo del consu- mo de agua por etapa del proceso	Establecimiento de una línea base de consumo de agua.	<ul> <li>Definir un instrumento para el registro de consumo de agua (ver Formatos para el Monitoreo del Uso del Agua en el Anexo 4 Formatos para el control de buena practicas de P+L).</li> <li>Instalar medidores de consumo u otro instrumento de medición de agua.</li> <li>Registrar el consumo mensual de agua (recibos y lecturas mensuales de los medidores) en las entradas y salidas de cada etapa del proceso.</li> </ul>
Implementar un plan de ahorro y control del uso del agua.	Reducción de los costos por el uso eficiente de agua en el proceso. Reducción en el volumen de aguas residuales a tratar.	<ul> <li>Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar un balance de agua para identificar puntos críticos de consumo.</li> <li>Definir los requerimientos de agua por cada etapa del proceso.</li> <li>Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema de distribución de agua (limpieza y reparaciones) (ver Anexo 7. parámetros y alternativas de uso eficiente del agua)</li> <li>Sellar o desmontar las llaves de agua que son prescindibles.</li> <li>Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de agua</li> <li>Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por etapa del proceso (fugas, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras) (ver Anexo 7).</li> <li>Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación y charlas para el uso eficiente del agua: mantener llaves de agua cerradas, etc.).</li> <li>Instalar válvulas de control para minimizar el consumo de agua (válvulas de resorte, sensores o temporizadores en todas las llaves, etc.).</li> <li>Instalar aparatos económicos para el ahorro de agua como delimitadores de flujo (ver equipo eficiente en Anexo 3).</li> <li>Determinar que volumen de agua puede ser re circulada en el proceso.</li> <li>Utilizar el agua residual, cuando sea posible, en el riego de áreas verdes de la planta o como agua de regadío en las plantaciones cercanas.</li> <li>Monitorear y verificar la efectividad del plan de ahorro.</li> </ul>

Fuente: CNP+LH

## Indicador de Impacto: Cambio porcentual de agua consumida por unidad de producción mensual $\Delta\% \frac{Agua\ consumida}{Unidad\ de\ producción} = \frac{\left(m^3/ton\ tilapia\ producidas\ mes\ actual\right) - \left(m^3/ton\ tilapia\ producidas\ mes\ anterior\right)}{\left(m^3/ton\ tilapia\ producidas\ mes\ anterior\right)} \times 100$

#### RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Normalmente, el uso de la energía eléctrica representa una porción considerable de los costos de producción, tal es el caso de la energía que se usa en la operación de los aireadores en las lagunas, de las bandas, refrigeración y producción de hielo, las cuales son de suma importancia en el proceso de fileteado, la ventilación e iluminación. Por este motivo el uso adecuado de la energía es un tema central en las campañas de capacitación y de concienciación de empleados, ya que con solo cambiar rutinas se pueden reducir consumo y costos. La eficiencia energética se puede lograr mediante la implementación de un plan de ahorro y control del uso de la energía, que haga énfasis en los procesos de mayor consumo. Si la empresa produce únicamente tilapia en lagunas convencionales, esta sección podría ser de utilidad aplicando las recomendaciones que se refieren a la iluminación.

Como un apoyo se presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la energía (Cuadro 11), que repercuten en beneficios inmediatos al implementadas. Finalmente, se muestra un indicador de impacto, el cual permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado.

Como un complemento a estas recomendaciones en el Anexo 8, "Parámetros y Alternativas para Obtener Eficiencia Energética", se presenta una serie de cuadros con información muy útil sobre estimaciones de consumo y pérdidas que se pueden presentar para diferentes situaciones, así como parámetros y alternativas de iluminación y un ejemplo de cálculo del ahorro que se puede obtener al implementar estas recomendaciones. Así mismo en el Anexo 4 encontrara una serie de formatos que pueden ser útiles para el monitoreo y registro de lo recomendado en esta sección.

Cuadro 11. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la energía

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Establecer un plan de monitoreo del consumo de energía por etapa del proceso	Establecimiento de una línea base de consumo de energía	<ul> <li>Definir un instrumento para el registro de consumo de energía (Formatos para el control de implementación de medidas de uso eficiente de energía se encuentra en el Anexo 4).</li> <li>Instalar medidores de consumo de energía por área o etapa del proceso.</li> <li>Desarrollar un sistema de captura y análisis de información.</li> <li>Registrar el consumo mensual de energía, potencia y factor de potencia (recibos y lecturas mensuales de los medidores) en las entradas y salidas de cada etapa del proceso.</li> </ul>
Implementar un plan de ahorro y control del uso de energía.	Reducción de los costos por el uso eficiente de energía en el proceso y reducción de emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera (cuando la energía es generada por fuentes fósiles)	<ul> <li>Elaborar planos eléctricos y diagramas de ubicación de equipos e instalaciones eléctricas y censo de carga para definir los requerimientos energéticos por equipo y etapa del proceso.</li> <li>Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar un balance energético para identificar puntos críticos de consumo.</li> <li>Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por equipo y etapa del proceso (por ejemplo: instalaciones fuera norma, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras) (ver Anexo 8: parámetros y alternativas de uso eficiente de la energía). Esta actividad se puede basar en los resultados de una auditoria de eficiencia energética del proceso.</li> <li>Si la auditoria lo refleja, se recomienda instalar un banco de capacitores para controlar el factor de potencia.</li> <li>Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema</li> </ul>

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
		energético, equipo y maquinaria (limpieza y reparaciones).
		<ul> <li>Revisión y verificación de motores y de sus eficiencias acorde a especificaciones del fabricante vs. su uso actual.</li> </ul>
		<ul> <li>Zonificar y automatizar los circuitos del sistema de iluminación.</li> </ul>
		<ul> <li>Utilizar el nivel apropiado de iluminación por actividad y área de las instalaciones (ver proveedores de tecnologías limpias en Anexos 2 y 3 y ver Anexo 8).</li> </ul>
		Utilizar luz natural colocando en la medida de lo posible láminas traslucidas.
		<ul> <li>Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotula- ción y charlas para el uso eficiente de energía: apagar las luces cuando no se necesiten, etc.)</li> </ul>
		<ul> <li>Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la re- ducción del consumo de energía.</li> </ul>
		<ul> <li>Ajustar la temperatura de los aires acondicionados a un nivel de confort (25°C).</li> </ul>
		<ul> <li>Mantener puertas y ventanas cerradas y debidamente selladas para evitar la fuga del aire acondicionado.</li> </ul>
		<ul> <li>Apagar y desconectar los aparatos eléctricos y equipo de oficina cuando no se están utilizando.</li> </ul>
		<ul> <li>Sustituir los bombillos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFC) para un mismo nivel de iluminación, y los tubos fluorescentes tradiciona- les por lámparas fluorescentes de balastro electrónico.</li> </ul>
		<ul> <li>Instalar equipos y aparatos ahorradores de energía. (Por ejemplo: motores de alta eficiencia, lámparas de tecnología LED).</li> </ul>
		Monitorear y revisar la efectividad del plan de ahorro.

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de energía consumida por unidad de producción mensual  $\Delta\% \frac{Kwh\ consumidos}{Unidad\ de\ producción} = \frac{\left(Kwh/ton\ tilapia\ producidas\ mes\ actual\right) - \left(Kwh/ton\ tilapia\ producidas\ mes\ anterior\right)}{\left(Kwh/ton\ tilapia\ producidas\ mes\ anterior\right)} \times 100$ 

## RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

El manejo eficiente de las materias primas e insumos, diferentes al agua y a la energía que ya fueron tratados anteriormente, es uno de los puntos clave para propiciar impactos positivos económicos y ambientales en la empresa o proyecto. Por lo tanto, en la medida que la materia prima se utilice de forma correcta, aumentará el ahorro y se reducirá el volumen de residuos. El ahorro se puede lograr a partir de la identificación de los materiales de mayor impacto en el proceso productivo fomentando su uso eficiente.

En el caso del Cultivo de Tilapia, la materia prima depende del sistema de producción. En esta sección se establecerán las recomendaciones para la materia prima e insumos necesarios para un modelo integrado de estanques, estos son: agua, reproductores o alevines, alimento concentrado, hormonas, vitaminas, alcohol y antibióticos, fertilizante químico o natural, material de embalaje.

El cuadro 11 presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima que redunda en beneficios inmediatos al ser implementados. Finalmente, es necesario desarrollar un indicador de impacto, que permita comprobar la eficiencia de las recomendaciones. En el Anexo 4 encontrará una serie de formatos que pueden ser útiles para el monitoreo y registro de datos.

Cuadro 11: Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima en la operación

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Definir un plan de monitoreo del consu- mo de materia prima e insumos por etapa del proceso (formatos para el registro de materias primas, Anexo 4).	Establecimiento de una línea base de consumo de materia prima e insumos.	<ul> <li>Definir un instrumento para el registro de consumo de materias primas e insumos.</li> <li>Diseñar un diagrama de flujo que identifique las materias primas que entran y salen del proceso por etapa.</li> <li>Registrar el consumo mensual de materias primas identificadas en las entradas y salidas de cada etapa del proceso.</li> <li>Calcular el rendimiento actual de cada insumo (alevines, concentrado, material de empaque etc.).</li> </ul>
Implementar un control de consumo de la materia prima e insumos.	Reducción de costos por el uso eficiente de mate- ria prima e insumos en el proceso	<ul> <li>Con los requerimientos de materia prima e insumos por cada etapa del proceso, elaborar manuales de procedimientos para el control del uso y manejo eficiente de estos materiales.</li> <li>Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar una comparación de rendimientos de materia prima e insumos (definir porcentajes de eficiencia de uso, merma y desperdicio y producto no conforme).</li> <li>Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por etapa del proceso (malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras).</li> <li>Mantener en el área de trabajo únicamente los lotes de concentrados, vacunas etc., necesarios para la cantidad de tilapia a producir.</li> <li>Adquirir y manejar las cantidades necesarias de insumos para la producción programada.</li> <li>Identificar e implementar tecnologías y procedimientos innovadores para el manejo y control de los materiales.</li> <li>Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de materia prima e insumos.</li> <li>Monitorear y verificar la efectividad del control de consumo de la materia prima.</li> </ul>
Establecer un progra- ma de control de recepción y manejo de la materia prima e insumos.	Reducción de pérdidas por materias primas e insumos que se reciban en mal estado o que no cumpla con las especificaciones al momento de ser utilizada.	<ul> <li>Obtener y revisar las hojas técnicas y especificaciones de los insumos, en especial para asegurar el adecuado almacenamiento y manejo de los concentrados, vacunas, vitaminas, hormonas, antibióticos.<sup>7</sup></li> <li>Identificar los insumos en cada área de la empresa (incluyendo la identificación si se trata de un material peligroso o contaminante, etc.).</li> <li>Registrar las fechas y cantidades de compra de los insumos.</li> <li>Establecer un programa de verificación de las especificaciones de los insumos, que permita revisar los concentrados, vacunas, vitaminas, hormonas, antibióticos etc., para verificar el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones de manejo y almacenamiento de los mismos.</li> <li>Transportar el alevín y la tilapia siguiendo las recomendaciones de seguridad e higiene que establece SENASA y las normas legales del país.</li> <li>Instruir al personal sobre las medidas de manejo y uso adecuado del alevín, concentrados, vacunas, vitaminas, hormonas, antibióticos etc. para evitar el daño o contaminación de estos.</li> <li>Almacenar los insumos en condiciones adecuadas de temperatura, humedad, libres de polvo, bien iluminadas y ventiladas, tomando en cuenta medidas especiales, como por ejemplo el almacenamiento de vacunas, vitaminas, hormonas, antibióticos en recintos aislados sin exposición solar directa.</li> <li>Monitorear y verificar la efectividad de los controles almacenamiento y manejo implementados.</li> </ul>
Establecer un progra- ma de control de	Reducción de costos y de pérdidas por insumos	Listar los insumos y materiales auxiliares de alto valor y uso poco frecuente utili-

\_

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Verificar si aplican reglamentaciones especiales a considerar en las recomendaciones legales en el capitulo legal de esta guía.

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
recepción y manejo de materiales auxiliares de menor uso pero alto valor	auxiliares de bajo con- sumo y alto valor en mal estado o por exceso de uso.	<ul> <li>zados en la planta.</li> <li>Identificar y priorizar los de mayor consumo y establecer controles de uso similares a los establecidos para las materias primas.</li> <li>Comparar diferentes alternativas de materiales e insumos auxiliares y utilizar las de menor costo e impacto ambiental.</li> <li>Monitorear y verificar los controles de materiales auxiliares y su efectividad.</li> </ul>

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de materia prima consumida unidad de producción mensual

 $\Delta \% \frac{Unid\ de\ materia\ prima\ consumidos}{Unid\ de\ producción} = \frac{\left(Unidades\ de\ materia\ prima\ ton\ tilapia\ producidas\ mes\ actual\right) - \left(Unidades\ de\ materia\ prima\ ton\ tilapia\ producidas\ mes\ anterior\right)}{\left(Unidades\ de\ materia\ prima\ ton\ tilapia\ producidas\ mes\ anterior\right)} \times 100$ 

## RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES EN EL CULTIVO Y PROCESAMIENTO DE TILAPIA

En la producción y procesamiento de la tilapia se identifican residuos específicos que se pueden controlar para mejorar la eficiencia económica y ambiental de la empresa o proyecto de producción. Sin embargo, es necesario realizar un profundo análisis y cuantificación de todos los residuos sólidos, emisiones liquidas que aportan a las aguas residuales, emisiones gaseosas y generación de basura, como la de una adecuada gestión ambiental.

#### a. Residuos sólidos

Los residuos sólidos se generan principalmente durante el proceso de fileteado (espinazos, cabezas, cola, aletas, piel escamas) y en las áreas de cultivo (peces muertos durante el proceso). Además se generan residuos de material de embalaje como cajas, plásticos y los recipientes de almacenamiento que contenían concentrados, vacunas, hormonas, materiales auxiliares, repuestos usados de la maquinaria etc. Otra fuente de residuos sólidos son los sacos que contienen concentrados de alimentos, los recipientes para su almacenamiento (silos etc.), el equipo y material usado por los operarios como guantes, mascarillas, protectores de oídos, cuchillos etc.

Un análisis de las características de los residuos sólidos permitirá distinguir entre residuos que se pueden reciclar o reutilizar o residuos que definitivamente se deben desechar. A su vez esto permitirá establecer las posibles opciones de tratamiento así como su forma de reutilización o reciclaje. Se debe tener en cuenta que algunos residuos, como derivados del cartón y plásticos, tienen un valor comercial que puede obtenerse con un buen manejo.

#### b. Residuos líquidos

La principal característica de los efluentes del proceso de producción y procesamiento de la tilapia es el alto contenido de materia orgánica y, en menor grado, la presencia de compuestos químicos resultantes de la desinfección y el lavado de las instalaciones y equipo, lo que normalmente produce una DBO elevada, que sobrepasa los parámetros de descarga permitidos por las normas nacionales.

Dependiendo del tipo y escala de los procesos se puede requerir de un tratamiento de aguas ya sea a través de lagunas de oxidación o plantas de tratamiento que remuevan los contaminantes presentes en el efluente, hasta llevarlos a los parámetros establecidos en la "Norma Técnica para el Vertido de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores y Alcantarillados Sanitarios". Las aguas tratadas pueden ser usadas

para riego sobre todo en cultivos cercanos. El manejo inadecuado de las operaciones de limpieza de la planta puede generar aguas residuales contaminadas, sobre todo si existen derrames o fugas en los equipos que puedan ser arrastrados por aguas de limpieza. Las aguas de lavado también deberán ser analizadas para determinar si requieren tratamiento, si pueden ser reutilizadas o si pueden ser descargadas sin peligro.

#### c. Emisiones

La industria de la tilapia maneja intensivamente procesos de refrigeración y congelado de sus productos. Los refrigerantes constituyen una emisión contaminante potencial en caso de existir fugas en las tuberías de conducción, por lo que es importante el mantenimiento oportuno del equipo. Las actividades de fumigación de las instalaciones y el uso de plaguicidas también generan emisiones. Finalmente los residuos orgánicos y cadáveres de peces mal manejados pueden generar malos olores.

#### d. Reutilización y reciclaje

La reutilización y reciclaje de materiales y sub productos generados en el proceso productivo de producción de tilapia se constituyen como una oportunidad para mejorar el desempeño de la empresa, ya que estas medidas originan ingresos adicionales y reducen el volumen de residuos. En este sentido destaca la reutilización de los espinazos y cabezas, piel y peces muertos durante el proceso como materia prima para la fabricación de concentrados. El cuadro 12 presenta una serie de recomendaciones generales para la reutilización y reciclaje de los residuos de la empresa o proyecto y cuya implementación redunda en beneficios inmediatos. A continuación del cuadro se presenta la fórmula para calcular el indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones.

Cuadro 12. Recomendaciones generales de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos en la operación

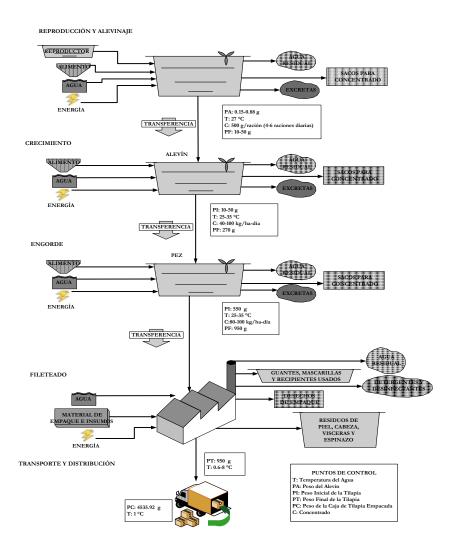
Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Diseñar e implementar un plan de gestión de residuos generados en el proceso productivo.	Generación de beneficios económicos por la recuperación, reutilización y reciclaje de residuos.	<ul> <li>Determinar las áreas o etapas del proceso en las que se produce cada residuo.</li> <li>Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso.</li> <li>Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos.</li> <li>Analizar la composición de los residuos (por ejemplo de las aguas de lavado), para definir el tratamiento a utilizar (ver formatos para el registro de residuos sólidos. en el Anexo 4 Formatos para el control de buena practicas de P+L).</li> <li>Clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado (recuperación y reutilización de cabezas, espinazos, piel, etc.)</li> <li>Determinar que material puede ser reutilizado en el proceso.</li> <li>Diseñar y desarrollar un plan de venta de residuos y sub-productos (piel, harina de los espinazos y cabeza, etc.) (ver recicladores en Anexo 2: proveedores de P+L).</li> <li>Establecer costos de tratamiento y disposición de los residuos generados que no se pueden recuperar.</li> <li>Monitorear y verificar si las medidas de reutilización y reciclado son efectivas.</li> </ul>

Fuente: CNP+LH

```
Indicador de Impacto: Total de residuos reutilizables por unidad de producción mensual
  \Delta\% \frac{Unidad\ residuos\ reuitizables}{Unidadde\ producción} =
   (Valor de residuos vandidos / mes actual) – (Valor residuos vendidos / ton mes anterior) \times 100
                  (Valor de esiduos me anteriotton de tlapia mesanterion)
```

#### RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL PROCESO

Tomando como base el diagrama de entradas y salidas de las etapas del proceso (Figura 7), a continuación se presenta una serie de recomendaciones específicas de P+L, las cuales podrían implicar la obtención de beneficios inmediatos. También se propone un indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado. Se debe aclarar que las operaciones difieren de una empresa a otra según el área en que operen y la técnica que usen (lagunas o canastas). Sin embargo las recomendaciones expuestas pueden ser aplicadas bajo las dos modalidades de trabajo.



#### PLANTA DE SUB-PROCESO

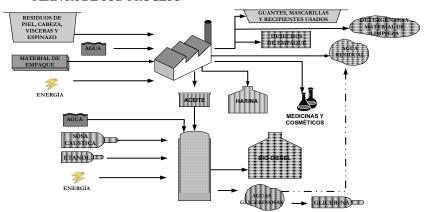


Figura 7. Diagrama de entradas y salidas de los procesos de Cultivo y Procesamiento de Tilapia. Fuente: CNP+LH.

#### I. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA **EN EL PROCESO**

Luego de haber implementado un plan de monitoreo de consumo y un plan de ahorro y control en el uso del agua, se pueden aplicar otras recomendaciones más especificas dirigidas al proceso productivo (Cuadro 13). Se sugiere que además de medir el ahorro de agua durante todo el proceso, se mida en detalle el ahorro en cada fase del mismo lo que permitirá obtener una información más detallada para concentrarse en los procesos más críticos.

Cuadro 13. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente del agua en el proceso

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:	
Implementar una metodología de lim- pieza en seco en las áreas que lo permitan (procesamiento, empaque, sub- procesos, etc.)	Reducción del con- sumo de agua en las actividades de lim- pieza de la planta.	<ul> <li>Identificar las áreas del proceso en dónde se presenta el derrame de materiales, exceso de polvo, etc.</li> <li>Establecer procedimientos de limpieza en seco en las áreas identificadas.</li> <li>Capacitar al personal en los procedimientos y controlar su ejecución.</li> <li>Asignar un responsable que recolecte, en lo posible, el derrame de materiales (concentrados, escamas, desechos de filete, lubricantes, combustibles, etc.)</li> <li>Clasificar y disponer adecuadamente los materiales que han sido recolectados, para reutilizarlos y realizar su disposición final.</li> </ul>	
Implementar procedi- mientos y tecnologías eficientes de lava- do(ver Anexo 7, pará- metros y alternativas para el uso eficiente del agua)	Reducción del consumo de agua debido a la disminución en el tiempo y frecuencia de lavado de la planta	<ul> <li>Con base en los resultados del monitoreo de la efectividad del plan de ahorro, identificar tecnologías alternas para el uso eficiente de agua.</li> <li>Seleccionar y adquirir la tecnología apropiada de acuerdo a las condiciones económicas de la empresa (boquillas de presión en las mangueras, lavadoras de presión, etc.).</li> <li>Implementar la tecnología adquirida (establecer el procedimiento y capacitar al personal en el procedimiento de lavado, etc.).</li> <li>Monitorear y verificar la efectividad de la tecnología adquirida.</li> </ul>	
Aplicar un sistema de recirculación o de reciclaje de las aguas de las lagunas y de las aguas de lavado e higienización que salen del proceso(ver Anexo 2 y 3 de proveedores de Tecnología)	Reducción en el consumo de agua por la reutilización de las aguas de las lagunas y de las aguas de lavado e higienización.  Reducción en el volumen de agua residual a tratar	<ul> <li>Con base en el plan de monitoreo, calcular el volumen de agua de las lagunas y de las aguas de lavado e higienización que se puede recircular o reciclar.</li> <li>Conducir los efluentes no reutilizables hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales (lagunas de oxidación, etc.), para su tratamiento y descarga acorde a normas en los cuerpos receptores definidos (campos de regadío, etc.).</li> <li>Diseñar el sistema de recirculación (revisar diagrama de flujo, elaborar planos, etc.).</li> <li>Separar a través de canales y tuberías, las aguas de las lagunas y de las aguas de lavado e higienización y las que se puedan reutilizar.</li> <li>Con base en el diseño, conducir hasta un recipiente de almacenamiento las aguas de las lagunas y de las aguas de enjuague para su reutilización.</li> <li>Monitorear y verificar la efectividad del sistema de recirculación o de reciclaje de las aguas de las lagunas y de las aguas de lavado e higienización.</li> </ul>	
Implementar buenas prácticas en el proce- so productivo para el uso eficiente del agua.	Reducción del consumo de agua	<ul> <li>Analizar y verificar la posibilidad de minimizar las operaciones de lavado de la planta procesadora.</li> <li>Automatizar el proceso de limpieza de equipos, instalaciones y accesorios con sistemas de CIP (Clean in Place por sus siglas en inglés, que son básicamente sistemas automáticos de recirculación y lavado)</li> <li>Analizar e implementar operaciones continuas en lugar de operaciones por lotes, que requieren poco espacio e involucran menos consumo de agua.</li> <li>Analizar e instalar si es aplicable sistemas de circuitos de refrigeración cerrados, reduciendo el consumo de agua utilizado en los sistemas de enfriamiento.</li> </ul>	

Fuente: CNP+LH

## Indicador de Impacto: Cambio porcentual de agua consumida por etapa por unidad de producción mensual $\Delta\% \frac{Aguaconsumida}{Unidadde\ producción} = \frac{\left(m^3/tontilapiames\ actual\right) - \left(m^3/tontilapiames\ anterior\right)}{\left(m^3/tontilapiames\ anterior\right)} \times 100$

## RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN EL PROCESO

Al igual que con el agua, además de tener un plan general de monitoreo y consumo de energía se deben aplicar medidas especificas al proceso productivo (Cuadro 14). El efecto de las medidas de ahorro y uso eficiente debería medirse en cada una de las fases del proceso para contar con una información detallada que permita concentrarse en los puntos más críticos. En el caso de empresas que manejan solamente lagunas convencionales, las recomendaciones se deben enfocar en la mejora de la iluminación.

Cuadro 14. Recomendaciones especificas de P+L para el uso eficiente de la energía en los procesos

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Implementar medidas de eficiencia energéti- ca en los motores y equipo (ver Formatos para el Control de Implementación de Medidas de Uso Eficiente de Energía se encuentra en el Anexo 4)	Reducción del consumo de energía por el uso de motores y equipos de alta eficiencia y reducción de gases efecto invernade- ro.	<ul> <li>Evaluar con base en los resultados de la Auditoria Energética, el reemplazo de los motores cuyos niveles de eficiencia están por debajo del óptimo (80%) por motores de alta eficiencia.</li> <li>Reemplazar motores rebobinados por motores de alta eficiencia (arriba del 90% de eficiencia).</li> <li>Con base en los resultados de la auditoria energética evaluar la factibilidad de la instalación de equipo para la reducción del factor de potencia en los motores de la planta.</li> <li>Evaluar y verificar que los componentes mecánicos de los equipos estén en óptimas condiciones para asegurar el funcionamiento correcto de los motores.</li> <li>Evaluar la conveniencia de la instalación de variadores de velocidad en los motores de mayor consumo.</li> <li>Monitorear y verificar los resultados de los cambios en los niveles de eficiencia de los motores</li> </ul>
Implementar medidas de eficiencia energéti- ca en el sistema de enfriamiento.	Reducción del consumo de energía por la opera- ción eficiente del sistema de enfriamiento.	<ul> <li>Evaluar con base en los resultados de la auditoria energética, el reemplazo de las unidades de aire acondicionado y refrigeración por equipo de alta eficiencia.</li> <li>Evaluar la factibilidad del cambio de gas refrigerante en las unidades con el objetivo de volverlas más eficientes y que cumplan con las nuevas regulaciones ambientales</li> <li>Verificar el correcto funcionamiento, ubicación y calibración de los termostatos que controlan las unidades de aire acondicionado y refrigeración.</li> <li>Verificar las tuberías y ductos de distribución de aire, su correcto dimensionamiento y aislamiento.</li> <li>Evaluar con base en los resultados de la auditoria energética la posibilidad de la sustitución completa del sistema de aire acondicionado por el sistema de inyección, circulación y extracción de aire natural.</li> </ul>
Utilizar fuentes alter- nas de energía (aceite de las entrañas y de la piel así como de la mortalidad) para ser utilizado como materia calorífica en los sistemas de genera- ción de vapor y en los	Reducción del consumo de energía por la utiliza- ción de fuentes alternas de energía	<ul> <li>Identificar y seleccionar las fuentes alternas de energía que se pueden utilizar en el proceso (aceite de las entrañas, piel y mortalidad)</li> <li>Realizar el diseño de las instalaciones, de acuerdo a la fuente alterna seleccionada, para la generación de energía.</li> <li>Evaluar y realizar las obras necesarias requeridas para la utilización de las fuentes alternas.</li> <li>Monitorear y verificar la eficiencia de la fuente alterna seleccionada.</li> </ul>

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:	
vehículos.			
Implementar medidas de eficiencia energéti- ca en el proceso.	Reducción del consumo de energía por la opera- ción eficiente del proce- so.	<ul> <li>Establecer un procedimiento de control que optimice la operación de los equipos de suministro de aire garantizando que se activen únicamente cuando sexcede el nivel crítico del oxigeno.</li> <li>Establecer controles para reducir pérdidas de refrigeración en el área de producción de hielo, por ejemplo:</li> </ul>	
		<ul> <li>Establecer un procedimiento de control para mantener las áreas de extracción cerradas cuando no se utilicen reduciendo las pérdidas de carga refrigerante.</li> <li>Capacitar al personal sobre las medidas de control.</li> </ul>	

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de energía consumida por etapa por unidad de producción mensual  $(Kwh/ton\ tilapia\ mes\ actual) - (Kwh/ton\ tilapia\ mes\ anterior) \times 100$ (Kwh/ton tilapia mes anterior) Unidad de producción

#### RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA MATERIA **PRIMA EN EL PROCESO**

El cuadro 15 recoge recomendaciones específicas para lograr un consumo eficiente de materias primas e insumos durante el proceso y reducir residuos. Aquí también es importante medir el efecto de las acciones en cada una de las fases del proceso para identificar y priorizar los puntos más críticos.

Cuadro 15. Recomendaciones especificas de P+L para el uso eficiente de la materia prima e insumos en el proceso

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Implementar buenas prácticas para el uso eficiente de las mate- rias e insumos.	Reducción del consumo de materia prima e insumos debido al uso eficiente de estos mate- riales Reducción en la genera- ción del volumen de residuos	<ul> <li>Revisar e implementar una dosificación y suministro adecuada de concentrado de acuerdo a las especificaciones de cada etapa.</li> <li>Revisar la posibilidad de cambiar el sistema de dosificación de concentrados y vitaminas. Por ejemplo:         <ul> <li>Hacer una relación de concentrado de acuerdo a las especificaciones de cada etapa</li> <li>Utilizar aditivos (bacterias y enzimas exógenas como fitasas) en la elaboración del concentrado.</li> <li>Balancear en el alimento la relación del nitrógeno amoniacal, favoreciendo formas de nitrógeno menos volátiles.</li> </ul> </li> <li>Revisar la opción de tener sus propias fuentes de suministro de concentrados</li> <li>Revisar la opción de que la preferencia que la provisión de alevines este dentro de las etapas del proceso de la empresa.</li> <li>Mejorar el manejo del uso del hielo en el área de empaque, que permita su control y reducción de consumo, por ejemplo:         <ul> <li>Estandarizando la dosificación de hielo en los tanques de clasificado.</li> <li>Estableciendo limites de llenado visibles en los tanque de clasificación.</li> </ul> </li> </ul>
Sustituir o reducir el uso de materiales e insumos contaminan-	Reducción de los costos de tratamiento y reme- diación efecto de la	<ul> <li>Identificar los materiales que poseen sustancias peligrosas dentro de sus ingredientes.</li> <li>Clasificar los materiales identificados por nivel de contenido de sustancia y nivel</li> </ul>

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:	
tes y peligrosos	contaminación al suelo y agua por la disposición de residuos	<ul> <li>de peligrosidad.</li> <li>Identificar el insumo que genera mayor cantidad de residuos.</li> <li>Investigar, identificar y realizar ensayos de posibles sustituciones de los materiales con mayor cantidad de residuos generados.</li> <li>Comparar rendimientos de los nuevos materiales con respecto al anteriormente utilizado y analizar las mejoras que se logran.</li> <li>En caso de obtener resultados positivos, se recomienda implementar la sustitución. En caso de que los rendimientos no sean satisfactorios, se recomienda continuar con el proceso de investigación.</li> </ul>	
Realizar modificacio- nes a las instalaciones de la planta para optimizar el uso de la materia prima	Reducir el uso de materia prima al utilizarla más eficientemente Reducir los costos por el reemplazo de equipo y instalaciones	<ul> <li>Con base en el programa de mantenimiento de equipo e instalaciones y en el plan de monitoreo del consumo de materia prima por etapa del proceso, identificar las áreas de la empresa donde se requieren especificaciones especiales debido a las características fisicoquímicas de los insumos.</li> <li>Identificar los recipientes y tuberías que se utilicen para facilitar el control de los materiales y su mantenimiento.</li> <li>Instalar sistemas de medición de oxigeno y temperatura en las lagunas para mantener niveles óptimos requeridos de acuerdo a la etapa del proceso, reduciendo así las pérdidas por alevines o peces por mortandad.</li> <li>Revisar que en la medida de lo posible las lagunas de engorde estén cercanas entre sí, esto facilitaría la dosificación de insumos y su manejo adecuado.</li> </ul>	
Implementar buenas prácticas en el manejo del concentrado	Reducir los costos por concentrado dañado o rechazado.	Establecer un plan de control de almacenamiento y manejo que establezca al menos:     mapa de estibas,     control de producto no conforme,     utilizar sacos de diferente color cuando el producto no cumpla con las es pecificaciones.     un área destinada especialmente para concentrado de reproceso.     colocar los sacos en la parte inferior sobre papel bituminado para protegerlo de los demás.      Cubrir las estibas también con papel bituminado a los lados y en la parte superior o en su defecto con toldos.	

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de materia prima consumida por etapa por unidad de producción mensual

∆% Unid matera prima de producción = Unidadde producción

(Unid de maeria prima/tontilapiames actual) – (Unid mateia prima/ontilapiames anterio)  $\times 100$ 

(Unid mateia prima/ontilapiames anterior)

#### USO EFICIENTE DE RESIDUOS DEL PROCESO EN LA REUTILIZACION Y RECICLAJE.

Una de las medidas importantes para la reducción de materias primas e insumos durante el proceso de producción es la reutilización y reciclaje. El cuadro 16 presenta algunas recomendaciones específicas para el proceso productivo cuya efectividad debe ser medida en cada fase del mismo, mediante el uso del indicador presentado más adelante, buscando tener una información exhaustiva que permita concentrarse en las fases más críticas.

Cuadro 16. Recomendaciones especificas de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos en el proceso

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:	
Aplicar un sistema de reutilización de los residuos sólidos (Cabezas, espinazos, piel, escamas, residuos del fileteado y mortalidad) en el proceso.	Reducción de costos de compra y consumo de materia prima e insumos por la reutilización de los residuos sólidos para producir harina para base de concentrados.	<ul> <li>Con base en el plan de monitoreo, calcular la cantidad de residuos sólidos que se pueden reutilizar.</li> <li>Diseñar el sistema de reutilización (revisar diagrama de flujo, elaborar planos, etc.).</li> <li>Separar los residuos sólidos para su procesado y posterior reutilización.</li> <li>Realizar las operaciones necesarias para su reutilización.</li> </ul>	
Implementar buenas prácticas para el diseño, la construcción y uso de instalaciones para el manejo de residuos líquidos.	Reducción de los costos de tratamiento para la disposición de las aguas residuales en el ambiente.	<ul> <li>Establecer la separación de aguas lluvias y aguas residuales de la empresa.</li> <li>Darle una pendiente adecuada al piso de la planta (1-2%) para que la evacuación de las aguas de lavado sea adecuada y evitar la retención de líquidos en las instalaciones.</li> <li>Establecer un sistema para controlar las aguas residuales a tratar, que considere entre otros:         <ul> <li>Construir donde sea factible, canales recolectores tipo vertederos (rectangulares) a la salida de cada etapa del proceso, que permitan medir fácilmente el flujo de las aguas generadas.</li> <li>Colocar bandejas de retención de derrames de grasas y aceites en las áreas que sean necesarios, para eliminar contaminaciones en las aguas que provoquen serios inconvenientes para su tratamiento o re-uso.</li> <li>Instalar filtros (mallas o trampas) apropiados (rejillas con aberturas entre los 5 y 0.5 cm.) en los drenajes para prevenir que los sólidos entren en los canales de salida.</li> <li>Instruir al personal para que no desechen residuos sólidos ni aceites y grasas a los drenajes</li> <li>Revisar las características finales de las aguas residuales tratadas del proceso para aprovecharlas en el regadío de fincas de caña.</li> </ul> </li> <li>Llevar hasta un tanque de almacenamiento las aguas residuales para su tratamiento y posterior reutilización</li> <li>Tratar las aguas residuales para cumplir con las normas técnicas nacionales de descarga.</li> <li>Analizar alternativas de uso para los lodos de las plantas de tratamiento primario, como por ejemplo para la elaboración de abono orgánico.</li> </ul>	
Recuperación del aceite de las entrañas y de la piel así como de la mortalidad para ser utilizado como subproducto en la producción de biodiésel.	Reducción de costos de compra y consumo de combustible por la reutilización de los residuos sólidos como base para producir biodiésel.  Reducción de los costos de tratamiento para la disposición de los residuos en el ambiente.	<ul> <li>Con base en el plan de monitoreo, calcular la cantidad de residuos aceitosos y de grasa que se pueden utilizar.</li> <li>Definir el sistema de reutilización (definir la estrategia de manejo y su futuro uso.).</li> <li>Establecer el plan de gestión y recuperación, incluyendo los costos de inversión.</li> <li>Implementar la recuperación y producir el biodiésel para consumo interno y venta con base en los criterios de las reglamentaciones nacionales.</li> </ul>	
Dotar a la planta de instalaciones amigables con el ambiente (rellenos sanitarios) para el manejo de residuos sólidos que no se pueden reutilizar.	Reducción de los costos de disposición de los residuos sólidos en el ambiente.	<ul> <li>Con base en el plan de monitoreo, calcular la cantidad de residuos sólidos que se van a disponer.</li> <li>Diseñar el sistema de disposición final (revisar diagrama de flujo, elaborar planos, etc.).</li> <li>Revisar y analizar posibles procedimientos de aprovechamiento de estos lugares de disposición final (Por ejemplo bio-digestores).</li> <li>Separar los residuos sólidos a disponer (frascos de vitaminas y hormonas, mascarillas, guantes etc.).</li> <li>Llevar hasta un área de acopio los residuos sólidos para su clasificación y posterior disposición.</li> </ul>	

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:	
		Disponer adecuadamente y llevar controles de la disposición.	
reutilización y recicla-	Reducción de costos por disposición de residuos sólidos.	<ul> <li>Con base en el plan de monitoreo, calcular la cantidad de residuos sólidos que se pueden reutilizar y reciclar.</li> <li>Diseñar y revisar el sistema de reutilización y reciclaje.         <ul> <li>Separar los residuos sólidos a reutilizar o reciclar.</li> <li>Llevar hasta un área de almacenamiento los residuos sólidos para su acopio y posterior reutilización y reciclaje.</li> </ul> </li> <li>Diseñar un sistema para utilizar la mortalidad, vísceras y restos de filete, para la producción de biogás y biodiésel.</li> <li>Buscar alternativas para la reutilización de los sacos de concentrado dañados por ejemplo:         <ul> <li>fuentes de generación de energía</li> <li>uso en el campo de los sacos para traslado de semilla.(ver recicladores en el Anexo 2)</li> </ul> </li> <li>Establecer un plan de gestión de los residuos de recipientes manejados en la granja que al menos asegure:         <ul> <li>listar los recipientes que salen del uso de insumos en los procesos.</li> <li>verificar sus características y requerimientos para la reutilización interna o venta a terceros.</li> </ul> </li> <li>Gestionar la comercialización de los residuos definidos para reciclaje.</li> </ul>	

#### Indicador de Impacto: Total de residuos reutilizables por etapa por unidad de producción mensual

 $4\% \frac{Unidad\ re{\it i}duos\ reu{\it i}lizables}{Unidadde\ producción}$ 

 $=\frac{(Valor\ residuos\ vendilos/tontilapiames\ actual)-(Valor\ residuos\ vendilos/tontilapiames\ anterior)}{(Valor\ residuos/tontilapiames\ anterior)}\times 100$ 

### VI. MARCO LEGAL

La legislación ambiental aplicable al sector que cultiva y procesa la tilapia, está enmarcada en los siguientes grandes bloques normativos:

- 1. La Constitución de la República de Honduras, que como ley suprema, se constituye en el marco legal que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente.
- 2. Los tratados o convenios internacionales suscritos por Honduras, aprobados por el poder ejecutivo y ratificados por el Congreso Nacional de la República.
- 3. Las Leyes generales, especiales, reglamentos, acuerdos legislativos, normas técnicas, resoluciones, ordenanzas municipales y disposiciones administrativas relacionadas.

Por otra parte, con la finalidad de que el usuario de esta guía pueda identificar la legislación que aplica a la etapa de operación de las fincas que cultivan y las plantas que procesan la tilapia, en el Cuadro 16 se muestra la legislación correspondiente a cada factor ambiental y se especifica si debe aplicarse la legislación de forma completa o solamente algunos artículos de la misma. Mayor detalle sobre el marco jurídico general, las violaciones, sanciones e incentivos pueden ser encontradas en detalle en la "Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el Cultivo de Tilapia", la cual puede ser obtenida en la SERNA

Cuadro 16. Legislación aplicable a la operación del proyecto por factor ambiental

Factor Am- biental	Legislación	Etapa de operación
Aire	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 59, 60, 61, 62
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 46, 47, 48, 49, 50
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 51 al 60
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76
	Reglamento General de Medidas Preventivas, Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Capítulo 24, Sección 3
	Reglamento General sobre Uso de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono: AE 907-2002	Considerar en su totalidad
	Reglamento para la Regulación de las Emisiones de Gases Contaminantes y Humo de los Vehículos Automotores: AE 719-99	Considerar en su totalidad
Agua	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 30 al 34
	Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento: AE 006-2004	Considerar en su totalidad
	Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales: DL 137-27	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 26, 27, 29, 33, 36, 37, 39
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76
	Reglamento de la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento: DL 118-2003	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 10, 11, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28

Factor Am- biental	Legislación	Etapa de operación
	Norma Técnica para la Calidad del Agua Potable: AE 084-95	Considerar en su totalidad
	Norma Técnica de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado: AE 058-97	Considerar en su totalidad
Suelo	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Considerar en su totalidad
	Ley de Reforma Agraria: DL 170-1974	Considerar en su totalidad
	Ley de Ordenamiento Territorial: DL 180-2003	Considerar en su totalidad
	Ley de Propiedad: DL 82-2004	Considerar en su totalidad
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 119 al 128
	Reglamento la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 118 al 132

De igual forma, en el Cuadro 17 se expone la legislación ambiental específica que aplica para 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 un proyecto dedicado al cultivo y procesamiento de tilapia.

Cuadro 17. Legislación aplicable a la operación del proyecto por insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son claves para el manejo ambiental

Descripción	Legislación	Etapa de operación
Energía	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 3, 33, 34
	Ley Marco del Subsector Eléctrico: DL 158-94	Considerar en su totalidad
	Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables: DL 70-2007	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley Marco del Subsector Eléctrico: AE 934-97	Considerar en su totalidad
	Declaración de Áreas Protegidas: D L-85-98	Considerar en su totalidad
Sustancias Peligro- sas	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 7, 68, 69
545	Código de Salud: DL 65-91	Art. 127 al 129
	Reglamento de la Ley General del Ambiente:: AE 109-93	Art. 75, 76, 82
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 129 al 132
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Considerar en su totalidad
	Reglamento para la Inspección y Certificación Zoosanitaria de Productos Pesqueros y Acuícolas	Considerar en su totalidad
	Acuerdo SAG 798-03 sobre prohibición de residuos de sustancias químicos en productos acuícolas?	Considerar en su totalidad
Mantenimiento De	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 33, 51 al 53
Equipo E Instala- ciones	Código de Salud: DL 65-91	Art. 58 al 69
0.000	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 81
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 85 al 116

Descripción	Legislación	Etapa de operación
	Reglamento de Salud Acuícola y Pesquera AE 1418-2000	Considerar en su totalidad
	Reglamento para la Inspección y Certificación Zoosanitaria de Productos Pesqueros y Acuícolas AM SAG 1081-99	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Considerar en su totalidad
Residuos Sólidos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 32, 54, 66, 67
	Código de Salud : DL 65-91	Art. 51 al 57
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art.51 al 84
	Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos: AE 378-2001	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Considerar en su totalidad
Residuos Líquidos	Ley General del Ambiente DL 104-93	Art. 32, 54
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 34, 35, 36, 41, 42, 43, 44, 45
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 25 al 50
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Considerar en su totalidad
	Normas Técnicas de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario: AE 058-97	Considerar en su totalidad
Reciclaje y reutili-	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 1, 3, 84
zación	Reglamento de la Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 5, 6
Amenazas Y Ries-	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 83
gos	Ley de Contingencias Nacionales: DL 9-90	Considerar en su totalidad
	Ley Orgánica de la Policía Nacional: DL 156-98	Considerar en su totalidad
	Ley de Bomberos: DL 398-1976	Art. 12, 16
	Ley del Tribunal Superior de Cuentas: DL 10-2002	Considerar en su totalidad
	Ley de Creación de la Procuraduría del Ambiente y Recursos Naturales: DL 134-99	Considerar en su totalidad
	Ley del Ministerio Público: DL 228-93	Considerar en su totalidad
	Ley de Protección al Consumidor: DL 24-2008	Considerar en su totalidad
	Ley de Expropiación Forzosa: DL 113-14	Considerar en su totalidad
	Código Penal: DL 144-84	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 186 al 193
	Código Tributario: DL 22-97	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Diagnóstico, Vigilancia y Campañas Fitosanitarias?? AM SAG 002-98	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Salud Acuícola y Pesquera AE 1418-2000	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional de la Pesca Submarina : AE 116-2001	Considerar en su totalidad
	Reglamento para la Inspección y Certificación Zoosanitaria de Productos Pesqueros y Acuícolas AM SAG 1081-99	Considerar en su totalidad

Descripción	Legislación	Etapa de operación	
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Considerar en su totalidad	
Efectos Acumulati-	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Considerar en su totalidad	
VOS	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Considerar en su totalidad	
	Ley de Pesca: DL 154	Considerar en su totalidad	
	Código de Salud : DL 65-91	Considerar en su totalidad	
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Considerar en su totalidad	
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Considerar en su totalidad	
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Considerar en su totalidad	
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Considerar en su totalidad	
Recursos Biológi-	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 35 al 47	
cos Y Paisajísticos	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98- 2007	Considerar en su totalidad	
	Decreto de Declaración de áreas Protegidas DL- 87-87	Considerar en su totalidad	
	Normas Técnico Administrativas para el Manejo de Áreas Protegidas: Res. 132-02	Considerar en su totalidad	
Recursos Cultura-	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 70 al 73, 84, 85	
les	Ley del Instituto Hondureño de Turismo: DL 103-93	Art. 17, 18, 30, 60	
	Ley Orgánica del Instituto Hondureño de Antropología e Historia: DL 118- 1968	Considerar en su totalidad	
	Ley de Patrimonio Cultural de la Nación	Art. 3,8,11,14-16,18-21, 37	
Recursos Socioe- conómicos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 77 al 82	
331131111333	Ley de Pesca DL 154	Considerar en su totalidad	
	Ley de Municipalidades: AE 18-93	Art. 18, 75	
	Ley de Fortalecimiento Financiero del Sector Agropecuario: DL 68-2003	Considerar en su totalidad	
	Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario: DL 81-2002	Considerar en su totalidad	
	Ley de Estímulo a la Producción, a la Competitividad y Apoyo al Desarrollo Humano: DL 131-98	Considerar en su totalidad	
	Ley de Protección al Consumidor: DL 24-2008	Considerar en su totalidad	
	Ley de Inversiones: DL 80-92	Considerar en su totalidad	
	Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola: DL 31-92	Considerar en su totalidad	
	Leyes para la Implementación del CAFTA: DL 16-2006	Considerar en su totalidad	
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 25	
	Código Tributario: DL 22-97	Considerar en su totalidad	
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Considerar en su totalidad	
	Reglamento de la Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario AE 1022-2002	Considerar en su totalidad	

Descripción	Legislación	Etapa de operación	
	Reglamento de la Ley de Inversiones: AE 345-92	Considerar en su totalidad	
	Reglamento al Régimen de Importación Temporal: AE 545-87	Considerar en su totalidad	
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	6, 7	
	Reglamento de la Ley de Municipalidades: AE 18-93	57, 58, 75	
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Considerar en su totalidad	

Con base en los cambios que se están dando en la legislación ambiental, será necesario considerar en el nivel de cada municipio cualquier resolución ambiental. Existen otras normas ambientales, contenidas en la legislación hondureña, que no fueron consignadas en el cuadro.

## VII. GLOSARIO

**Ambiente.** Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y otros organismos vivos; los cuales interactúan en un espacio y tiempo determinado.

**Acuicultura**. Técnica del cultivo de especies acuáticas vegetales y animales.

**Aireación.** Técnica que se utiliza en el tratamiento de aguas que exige una fuente de oxígeno, conocida comúnmente como purificación.

**Alevín.** Termino usado especialmente en acuicultura para referirse a las crías de peces desde que tienen su estructura establecida después del nacimiento hasta la etapa de juvenil cuando adquieren la capacidad de reproducirse. Los alevines se "siembran" en ríos, lagunas y viveros para su repoblamiento o su cultivo.

**Biodiésel.** Es toda mezcla de monoalquil ésteres de ácidos grasos, provenientes de aceites o grasas de origen vegetal o animal.

**Buenas prácticas ambientales (BPA).** Medidas, ya sean de gestión o técnicas, destinadas a mejorar el rendimiento medioambiental.

Caldera. Recipiente metálico cerrado que se emplea para calentar o evaporar líquidos.

**Ciclo de vida del producto.** Es el proceso mediante el cual los productos que se lanzan al mercado atraviesan una serie de etapas, las cuales van desde su concepción hasta su desaparición por otros productos más actualizados y más adecuados desde la perspectiva del cliente.

**Cosecha parcial.** Durante un ciclo de cultivo, es la cosecha periódica de una porción de la población de peces presentes en un estanque u otra infraestructura de cultivo.

**Concentrado.** Nombre con que se denomina al alimento que se da a las diferentes especies animales.

**Contaminación.** Es alterar nocivamente una sustancia u organismo por efecto de residuos procedentes de la actividad humana, o por la presencia de determinados gérmenes microbianos.

**Contaminantes.** Son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, liquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al medio ambiente como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas.

**Demanda biológica de oxígeno (DBO).** Se refiere a la cantidad de oxigeno requerido por un grupo de bacterias para la descomposición de la materia orgánica contenida en aguas residuales o contaminadas a los 5 días, se mide en mg/l.

**Demanda química de oxígeno (DQO).** Se refiere a la cantidad de oxigeno requerido para la descomposición química de la materia orgánica a los 5 días, se mide en mg/l.

Diagrama de flujo. Secuencia de etapas o fases que forman parte de un proceso cualquiera, el cual se expresa mediante una serie de simbologías preestablecidas.

Diagnóstico Ambiental Cualitativo (DAC). Estudio preparado para el proponente de un proyecto y elaborado por uno o varios analistas ambientales debidamente registrados ante la SERNA, que permite analizar la sensibilidad ambiental del entorno (natural y humano) donde se pretende ejecutar el proyecto. De no requerirse un estudio de impacto ambiental, este diagnóstico debe definir las medidas de mitigación, prevención y compensación ambiental, y el plan de gestión ambiental con el programa de seguimiento y control que deberá articular el proyecto a fin de cumplir con las regulaciones ambientales relevantes.

Dureza. Concentración en el agua de sales de calcio y magnesio. Se suele expresar en mg/l de carbonato cálcico o en grados franceses teniendo en cuenta que 10 mg/l de dureza en carbonato cálcico equivalen a un grado francés. En este caso se refiere a los carbonatos presentes en el agua, una elevada dureza no permite que la productividad del estanque se desarrolle al máximo.

**Eco diseño.** Es una metodología de diseño de productos orientada a usar eficientemente los recursos naturales durante el ciclo de vida del producto, a integrar los aspectos ambientales y combinar las mejoras ambientales con la innovación y la reducción de costos.

Eficiencia energética. Conjunto de acciones que llevan a consumir menos energía. Permite alcanzar mayores beneficios finales con menores recursos energéticos y con menor impacto sobre el medio ambiente.

Efluentes. Desechos líquidos o gaseosos, tratados o no, generados por diversas actividades humanas que fluyen hacia sistemas colectores o directamente a los cuerpos receptores. Comúnmente se habla de efluentes refiriéndose a los desechos líquidos pero este término es más utilizado para llamar a las aguas servidas que son descargadas por casas o fábricas, generalmente en los cursos de aguas. El tratamiento de los efluentes es muy efectivo en el origen, pues es específico. Un depósito de efluentes de diferentes orígenes puede contener más de 70.000 elementos contaminantes de distintos tipos.

Emisiones. Liberación de contaminantes (partículas sólidas, líquidas o gaseosas) al medio, procedentes de una fuente productora. El nivel de emisión de una fuente se mide por las cantidades emitidas por unidad de tiempo (toneladas/año, m3/día). En el caso de las emisiones acústicas se miden características del ruido como la intensidad.

Emisiones atmosféricas. Cantidad de emisiones de Óxidos de Azufre (SOx), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Monóxido de Carbono (CO) y Partículas Suspendidas Totales (PST) generadas por las actividades económicas.

Estanque de crecimiento o engorde. Un estanque u otra estructura utilizada para el levantamiento de animales acuáticos hasta que alcancen el tamaño deseado en el mercado.

**Estanque de reproducción.** Un estanque utilizado para el cruce y reproducción de peces.

Fecundidad. Es la realización efectiva de la fertilidad, es decir; la abundancia de la reproducción biológica.

**FODA.** Estudio de los elementos internos y externos de una empresa que valora las Oportunidades y Amenazas, y las Fortalezas y Debilidades de los procesos.

**Hibridación**. Tiene diferentes significados según las ciencias: en ecología, hibridación es el proceso de mezclar diferentes especies.

**Indicador ambiental.** Variable que permite obtener información de la calidad ambiental de los recursos humanos, materiales y naturales; por ejemplo, desechos sólidos, consumo de agua y emisiones gaseosas.

**Impacto ambiental.** La alteración positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida por cualquier acción del hombre. Es un juicio de valor sobre un efecto ambiental. Es un cambio neto (bueno o malo) en la salud del hombre y su bienestar.

**Larvas/ Post-larvas.** Pececillos recién eclosionados, los cuales pesan menos de 1 gramo o levantamiento de animales acuáticos hasta que alcancen el tamaño deseado en el mercado., miden menos de 2.5 centímetros en longitud total.

Liner. Lienzo o tejido de lino

**Monitoreo ambiental.** Medida de seguimiento de los contaminantes y de sus efectos, con el propósito de ejercer control sobre la exposición del hombre o de elementos específicos.

**pH.** Grado de alcalinidad o acidez que tiene un cuerpo, organismo o líquido.

**Pilas de cultivo**. Son las piscinas, fuentes o estanques que se construyen para que sirvan de medio ambiente para el cultivo de tilapia,

**Plancton.** Organismos acuáticos microscópicos (plantas y animales) que sirven de alimento para los peces y otros animales acuáticos superiores.

**Reciclaje.** El reciclaje es una tecnología de las llamadas "al final del tubo", es decir, se genera el desecho o la basura y después se separa y trata de reutilizar. Los niveles de reciclaje son también una buena medida de la ineficiencia, ya que más reciclaje significa que se están recuperando materiales que de otra manera irían a la basura, pero a su vez es un indicador de que se están usando más materiales.

Recirculación. Reciclar el agua después de ser usada.

**Red de cosecha.** Una red que por lo común está atada a dos palos y que es tirada de un lado del estangue al otro para capturar los peces.

**Residuos.** Aquel producto, material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado no tiene valor para quien lo posee y por ello se desecha; estos pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos.

**Salinidad**. Concentración de sales disueltas en el agua.

**Sexado**. Procedimiento por medio del cual se establece y se desarrollo el sexo que se prefiere para los cultivos de tilapia

**Sistema de gestión ambiental (SGA).** Es un sistema ordenado de acciones ambientales que se implementan desde la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procesos, los procedimientos y los recursos; para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día los compromisos en materia de protección medioambiental que suscribe la organización.

Sistema de tratamiento. Es la medida correctiva que actúa cuando ya se ha generado el problema, su uso tradicional está indicado a combatir la contaminación.

Sólidos totales. Es la suma de los sólidos no disueltos y los que pueden ser disueltos por sedimentación.

Tecnología. En su sentido más elemental no es más que un proceso de ingeniería. Sin embargo, en un sentido más amplio, es entendido como un producto en sí mismo, el cual en adición con maquinaria y equipos, concesiones avanzadas, patentes, marca de fábrica, instrucciones, descripciones y experiencia de personal especializado, radican en una mayor eficiencia y productividad.

Tecnologías ambientalmente sanas. Estas son tecnologías que protegen el medio ambiente, producen menos contaminantes y conservan las fuentes, resultando en residuos y productos reciclables, y ofreciendo mejor potencial de disposición de residuos que las tecnologías que reemplazan.

Tecnologías de final del tubo. Las tecnologías de final del tubo son una forma de tratar las ya formadas emisiones y residuos al final de un proceso, estas necesitan equipo específico y causan una demanda adicional de energía y materiales.

**Tecnologías de limpieza**. Son las también llamadas tecnologías de final del tubo.

Tecnologías más limpias. Se incluyen los procesos y productos de ingeniería que reducen los contaminantes inherentes a la producción industrial.

**Temperatura**. Grado de climatización que debe tener el agua para un correcto cultivo de tilapia.

Turbidez. Medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida, Es una suspensión de partículas muy finas, que obstruye el paso de la luz.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Acuicultura al día. (sf). *Página principla*. Recuperado el Julio de 2008, de Acuicultura al día: www.acuiculturaldia.com/internacionales.htm
- Alamilla, H. A. (sf). *Cultivo de la tilapia*. Recuperado el 5 de Enero de 2009, de ZOE tecnocampo: http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm
- ALCON. (2009). Programa de alimentación del grupo ALCON para el cultivo de tilapia. (A. d. guía, Entrevistador)
- Ambríz, J. J., & Romero, H. (2002). *Eficiencia energética y normativa de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.* México DF: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.
- APT. (sf). Proyecto aquacorporación de Honduras SA. Recuperado el Julio de 2008, de Aquaculture production technology ltd. : www.aquaculture.co.il/projects/S\_Honduras.html
- Características de la tilapia. (ju8lio de sf). Recuperado el 2008, de www.acuacultura.co.il
- Centro de Producción más Limpia de Nicaragua. (sf). *Manual de buenas prácticas operativas de Producción más Limpia para la industria de mataderos.* Guatemala: Programa Ambiental Regional para Centroamerica PROARCA SIGMA.
- Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras. (2004). *Experiencia en la implementación de P+L* . San Pedro Sula, Honduras.
- CONAM. (2003). *Guia de implementación de P+L* . Lima, Peru: CONAM; CET, Centro de Eficiencia Tecnológica; Limpia, Centro Nacional de Producción más Limpia.
- Di Conza, G. (sf). *Niveles de iluminación.* Obtenido de Instituto de Engergía INDENE Universidad Simón Bolívar: http://funindes.usb.ve/indene-web/iluminacion/niveles.html
- Espinoza, G. (2002). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental* . Chile: Banco Interamericano de Desarrollo.
- FAO. (sf). Recuperado el Julio de 2008, de Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación: http://www.fao-sict.un.hn/directorio/tilapia
- GTZ. (2007). Curso de gestión ambiental sostenible (GAR). San Pedro Sula.
- GTZ. (2007). Guía de buenas prácticas de gestión empresarial (BGE) para pequeñas y medianas empresas. Programa piloto para la promoción de la gestión ambiental en el sector privado en países en vías de desarrollo. Bonn, Alemania.

- IIC. (sf). Proyecto Aqua Corporación de Honduras. Recuperado el Julio de 2008, de Interamerican Investment Corporation: spanish.iic.int/projects/view.asp?id=26&printview=1
- Leyva, C. (2009). Comentarios a la guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia. (A. d. guía, Entrevistador) San Pedro Sula, Honduras.
- MANTA. (sf). Aquafinca St Peter Fish. Recuperado el Julio de 2008, de MANTA vital info on small buisness: www.manta.com/coms2/dnbcompany 81fdz9
- Ministerio Federal del Medio Ambiente. (2007). Guía de indicadores medioambientales de la empresa. Bonn: Ministerio Federal del Medio Ambiente.
- ONUDI. (1999). Manual de Producción más Limpia. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
- PESIC. (2005). Primer curso de capacitación: sistemas de iluminación.
- PNUMA. (2003). La empresa eficiente. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Saavedra, M. (2006). Manejo del cultivo de la tilapia. Managua: USAID.
- SAGPyA. (sf). Acuicultura, cultivos, especie tilapia. Recuperado el 5 de Enero de 2009, de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca У Alimentos: http://www.sagpya.mecon.gov.ar/
- SINCOAGRO. (sf). Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad. Servicios Integrales para la Competitividad Agropecuaria.
- UNAM. (2008). Identificación o detección de necesidades de capacitación DNC. Universidad Autónoma de México.
- Zamorano. (2004). Zamonoticias. Recuperado el Julio de 2008, de Escuela Agrícola Panamericana Zamorano: www.zamorano.edu/zamonoticias/2004/proyectos/acua/Conso.htm

# IX. ANEXOS

# **ANEXO I. INICIATIVAS EN LA REGIÓN**

Debido a que en Honduras el tema de P+L es relativamente nuevo, no se encuentran experiencias de su implementación en el rubro del cultivo y procesado de Tilapia. No obstante, se cuenta con algunos proyectos de este rubro, donde se pueden ilustrar recomendaciones para mejorar la eficiencia económica y ambiental. A continuación se presentan algunos de los casos más sobresalientes de Honduras y la región.

#### **AQUA CORPORACIÓN HONDURAS**

## **DATOS GENERALES**

Ubicación: Río Lindo, Cortés, Honduras, C.A.

Telf.: (504) 650 -4041 (504) 650 -4035

Gerente General: Ing. David Griffith

(dgriffith@invalar.net)



#### Persona contacto P+L:

- Ing. Tobias Roman, Gerente de Producción
- Ing. Miguel Madrid, Gerente de Operaciones de Campo
- Ing. Jorge Maradiada, Jefe de Planta de Proceso
- Ing. Dunia Dubon, Encargada de Ambiente, Planta de Proceso

Producto: Tilapia nilotica

Volumen procesado: 9,800 toneladas anuales. Capacidad instalada: 10,000 toneladas anuales

Empleados: 428 empleados en total: 180 en Proceso, 185 en Finca de crecimiento, 15 en planta de harina, 30 en Administra-

ción y 28 en seguridad.

Días de trabajo/año: tiene un trabajo continuo a lo largo de todo el año.

#### Infraestructura:

- Área de lagunas de reproductores
- Área de pilas de alevinaje
- Área de lagunas de pre-engorde y crecimiento
- Planta de Procesado y empaque
- Planta de harinas
- Área de lagunas de oxidación
- Área de botadero
- Estación de bombeo
- Estación de transformadores

Superficie cubierta por el proyecto: 120 hectáreas

Fuente hídrica: Descarga de una planta hidroeléctrica El Cañaveral, que a su vez tiene como fuente el Rio Lindo.

Mercado: Las exportaciones de Filetes congelados continúan creciendo, actualmente representan el 51,6% del total exportado a EU.- Su filetes son comercializados por Mountain Stream™ y son considerados los de mayor calidad en los Estados Unidos, habiendo obtenido la Medalla de Oro a la frescura y el sabor concedida por el American Tasting Institute.

Exporta con la Certificación de la Comunidad Europea, aproximadamente 40,000 libras de pieles de Tilapia especialmente a Francia para la industria de cosméticos, mercado en la cual incursiona y con éxito a partir de 1992 con la Empresa Colombiana "CÁÑAMO" aplicando las pieles de Tilapia a diseños exclusivos de ropa para damas.

RESUMEN OPORTUNII	RESUMEN OPORTUNIDADES RELEVANTES EN P+L								
	Recomendaciones	Beneficio proyectado							
En el Proceso	Tecnificar la producción con maquinaria y	Hacer más eficiente la producción.							
	equipo.	Aumento de competitividad económica.							
Energía	Documentar y registrar mensualmente los consumos de energía en cada etapa del proceso.	Reducir el consumo haciendo más eficiente su uso.							
	Implementar un proceso de producción de biodiésel a partir del aceite que se	Ahorro en gasto de combustible para los medios de transporte interno							
	extrae de las vísceras	Con el uso de biocombustibles ayudamos a reducir las emisiones.							
Materia prima	Reutilización de los desechos del proceso de sacrificio y de la reproducción no deseada en las lagunas	Producción de biocombustible							
	Implementar registros de inventario de materia prima consumida mensual (alevines y alimento )	Establecer rendimientos, que son básicos para el control de costos							
Residuos	Documentar, registrar y clasificar los volúmenes de residuos que actualmente no se están aprovechando como recipientes plásticos, sacos de concentrado, lodos de sedimentación en lagunas de	Mejores controles administrativos e identificación de residuos que pueden ser reutilizados o comercializados lngresos adicionales por la comercialización de estos como material de reciclaje							
	crecimiento etc.,	como material de reciciaje							
Agua	Documentar y registrar volúmenes de agua en las entradas y salidas de cada etapa del proceso	Reducir el consumo haciendo más eficiente su uso.							
Ambientales	Utilizar pólvora, en sustitución del uso de armas de fuego para ahuyentar, a los depredadores naturales.	Evitar la extinción de aves.							
	Tramitar el permiso ambiental.	Cumplimiento de los aspectos ambientales y mayor competitividad							
	Implementar el uso de rellenos sanitarios	Reducción de la contaminación evitando posibles multas por infringir las Leyes ambientales							
	Mejorar las instalaciones físicas de las lagunas de oxidación								

(APT, sf)

### **AQUAFINCA SAINT PETER FISH, S.A.**

# **DATOS GENERALES:**

**Ubicación**: Aldea El Borbotón, Rio Lindo, San Francisco De Yojoa, Honduras.

**Ejecutor:** Capital Suizo cuyo socio principal es Rudolf Lamprecht (Regal Springs)

**Producto:** Tilapia, con una producción anual de 16,000 Toneladas de tilapia al año. Genera 1200 empleos directos y miles de empleos Indirectos.



**Objetivo:** Esta empresa inició operaciones en Honduras en 1997, con el objetivo de producir filetes frescos de tilapia para exportación. Su socio principal Rudolf Lamprecht, es pionero y líder en el desarrollo del cultivo de tilapia en Indonesia y en la comercialización de filete congelado y fresco con la marca Regal Spring en los EE.UU.

#### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

En 1997 inauguró una moderna Planta de Proceso con un costo de US\$ 5 millones, en la aldea Borbotón en San Francisco de Yojoa, Cortes con una inversión total final de US\$ 20 millones debido a las ampliaciones del proyecto.

El crecimiento de la empresa AQUA FINCA SAINT PETER FISH, ha incrementado su producción hasta 1,4 millones de libras de filete mensuales, lo que representaría un total de 16,8 millones de libras al año, superando ampliamente las exportaciones Ecuatorianas.

## Innovación en el cultivo en jaulas

Actualmente, Aquafinca Saint Peter Fish, está cambiando su sistema de cultivo de jaulas flotantes, que constan de módulos de jaulas cuadradas de aproximadamente 4 x 4 m, donde se ubican 16 jaulas por cada modulo, un pasillo de trabajo y una caseta para almacenar alimento. El cuerpo de estas jaulas (el armazón) está fabricado de tubos de hierro, donde se amarra la malla que conforma la jaula.

Estos módulos están siendo cambiados por módulos con jaulas redondas tipo "salmoneras o atuneras", de tubos de polietileno ensamblados, que forman una circunferencia de unos 20 metros de diámetro. Estas "nuevas" jaulas, permiten colocar un aireador de paletas dentro de ellas, de manera que se pueden mejorar las condiciones de cultivo de cada jaula al mantener un nivel de oxigeno disuelto más alto.

Esto ha sido importante sobre todo en la época invernal, en donde se presentan intermitentemente "surgencias" o "inversiones térmicas", que es una mezcla abrupta de agua anóxica del fondo del lago o presa, con el agua oxigenada de la superficie, ocasionando que al final la mezcla resulte en una disminución casi a cero del nivel de oxigeno disuelto en el agua de la superficie donde se encuentran en cultivo las tilapias.

Actualmente es Productor de Biodiésel como energético limpio, este proyecto consiste en la elaboración de Biodiésel a partir de los desechos de la producción de filete fresco de tilapia, con capacidad de producir 2,000 galones por día.

Mercado: Sus Productos son exportados a Estados Unidos y Asia.

(MANTA, sf) (Acuicultura al día, sf) (FAO, sf)

#### ACUAFARM, S.A.

#### **DATOS GENERALES:**

Ubicación: Campamento, Olancho Honduras Teléfonos: (504) 889 -0792 (504) 889 -0180 Ejecutor: Capital de sociedad anónima.

Inversión: Acuafarm, se constituye como Sociedad Anónima en el año de 1995, con una membrecía de cinco socios, dedicados al procesamiento de productos cárnicos.

Inician sus labores en el municipio de Campamento, departamento de Olancho. Sus regiones de mayor influencia son los municipios de San Pedro Sula y Tegucigalpa y el departamento de Olancho.

Producto: Producción de Tilapia y filete Fresco. Objetivo: Desarrollar el sector agrícola de la zona.

Descripción del proyecto: Producción de tilapias en lagunas artificiales

Empleados: 30 personas.

Mercado: Mercado Domestico Nacional.

#### JAULAS FLOTANTES EN EL GOLFO DE FONSECA

#### **DATOS GENERALES**

**Ubicación:** Golfo de Fonseca, Sur de Honduras

Ejecutor: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México

Institución Beneficiaria: Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras

Este proyecto se ejecuta como un proyecto piloto en el marco del Proyecto de apoyo a la cooperación Sur-Sur Entre Japón y México.

#### Objetivo:

La Meta Superior del proyecto consiste en el Incremento de producción de Tilapia a través del desarrollo de la

Acuicultura en la Aldea de Punta Ratón, en el Golfo de Fonseca Honduras.

Establecer planes de producción de Tilapia.

Gestión y logro de la obtención de permiso de impacto ambiental para la producción de tilapia en el mar (estero).

Los pescadores están capacitados para cultivar tilapia en el mar (estero).

Los pescadores tienen medios para cultivar peces

Inversión: El costo de las jaulas es de 73,000 dólares y cuenta con el apoyo de la agencia de cooperación japonesa JICA.

Mercado: Local y exportación

# PROGRAMA DE PROYECCIÓN ACUÍCOLA DE ZAMORANO

#### **DATOS GENERALES:**

Ubicación: El Zamorano, Honduras

Teléfono: 504-776-6140 ext. 2107 y 2108Fax: 504-776-6248

#### Contactos:

Daniel E. Meyer, Ph.D. (<u>dmeyer@zamorano.edu</u>)
Franklin Martínez, Ing. (<u>fmartinez@zamorano.edu</u>)

Suyapa Triminio, Licda. (smeyer@zamorano.edu)

**Ejecutor:** El programa ha recibido financiamiento externo de USAID, NOAA-Sea Grant, GTZ, DSE, Public Welfare Foundation, Cuerpo de Paz, y otras fuentes.

Actualmente está realizando actividades de investigación y capacitación con financiamiento de la USAID, Washington, a través del PD/A CRSP (Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative

Research Support Program). Trabajamos en el PD/A CRSP conjuntamente con investigadores de las Universidades de Georgia.

**Objetivo:** Zamorano promueve y participa en actividades de proyección

en acuacultura con el objetivo de:

Exponer a sus estudiantes a las experiencias prácticas de la producción, la investigación y las innovaciones acuícolas tanto en Honduras como fuera de ella.

Promover el establecimiento de enlaces entre instituciones y agencias, nacionales e internacionales, con interés en la acuacultura como componente del desarrollo regional.

Investigar y analizar los sistemas de producción para identificar factores limitantes y oportunidades de reducir los costos, proteger el medio-ambiente y propiciar los cultivos acuícolas sostenibles.

Proveer oportunidades de capacitación y divulgar información de utilidad para los productores acuícolas, agentes de desarrollo y a otras personas interesadas en la región.

#### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Acuícola de Zamorano cuenta con modernas instalaciones para capacitación de personas en los fundamentos del cultivo de diversas especies de peces y crustáceos; realización de investigaciones, venta productos sanos y nutritivos para los cultivos; la producción y distribución de alevines de peces a productores. Los temas del programa de investigación incluye el manejo de los cultivos, la calidad del agua, genética y mejoramiento, la alimentación y nutrición de las especies acuícolas importantes en la región.

El Programa cuenta con una estación que incluye 27 estanques excavados en la tierra con un espejo de agua superior a 1.2 hectáreas y 44 pilas de concreto (desde 7 a 15 TM); laboratorios para el cultivo experimental de peces y crustáceos en peceras y tanques de fibra de vidrio, análisis de la calidad de agua e identificación de microorganismos importantes en el contexto de la acuacultura

Mercado: mercado nacional.

(Zamorano, 2004)

# NOTICIAS SOBRE PROYECTOS LATINOAMERICANOS DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA

# PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN EL DEPARTAMENTO DE MAGDALENA COLOMBIA

#### **DATOS GENERALES**

Ubicación: Magdalena Colombia. Ejecutor: DEGEM SYSTEMS LTD.

Proyecto: Producción de Tilapia en la zona del Municipio de Magdalena, con el objetivo de incrementar la oferta de Colombia

en el rubro de Tilapia.

#### COMITÉ DEL SISTEMA-PRODUCTO TILAPIA DE COLIMA

#### **DATOS GENERALES**

Ubicación: Colima, México

Ejecutor: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA)

Proyecto: El Comité del Sistema-Producto Tilapia de Colima es una organización integrada por proveedores de insumos y servicios, productores, industrializadores y comercializadores del estado, que se han unido en torno a ella con la finalidad de fortalecer la cadena productiva de tilapia y sus derivados, de elevar la calidad de sus productos y venderlos tanto nacional como internacionalmente.

#### **AMERICAN QUALITY AQUACULTURE S.A**

#### **DATOS GENERALES**

Ubicación: región norte de Perú y recibe agua del Reservorio Poechos, de 885 millones de m³, creado embalsando las aguas del Río Chira.

**Producto:** Filetes de tilapia frescos / Congelados, de 150 / 200 g (5 – 7 onzas)

**Objetivo:** Desarrollar el cultivo de Tilapia en el Perú, ofrecer nuevas opciones de mercado.

Proyecto: está constituido por un sistema de producción súper intensivo de flujo pasante que utiliza aguas por gravedad a un ritmo suficiente como para suministrar oxígeno y eliminar todos los desperdicios. El proyecto es autosuficiente y comprende una completa línea de producción incluyendo áreas de desove, cría y desarrollo final. La capacidad de producción de los estanques de corriente longitudinal es de alrededor de 70-80 Kg./m² por año, equivalentes a unas 700 a 800 toneladas anuales por hectárea. Además, se ha construido un reservorio de 12 hectáreas de superficie para la recirculación de aguas verdes durante la suspensión de la actividad de riego.

# AQUA-CORPORACIÓN DE EL SALVADOR S.A.

#### **DATOS GENERALES**

Ubicación: Sector de Limones el Salvador C.A.

Fuente hídrica: Rio Limones

Producto: Filetes frescos sin piel, sin espinas y Variedad ROJA, enteros

**Proyecto:** Un proyecto intensivo de integración vertical, incluyendo un centro de cría de reproductores genéticos y producción de alevinos para el suministro independiente de pececillos y ventas a terceros, y una Planta de Procesamiento para la producción local de filetes sin piel y sin espinas. La producción de tilapia está basada en dos tipos de lagunas: lagunas de tierra y lagunas intensivas con revestimiento de concreto. El sistema cerrado de abastecimiento de agua emplea la <u>recirculación de</u> aguas verdes provenientes de un embalse

#### FRESH CATCH BELIZE LTD

#### **DATOS GENERALES**

Ubicación: BELICE C.A.

**Producto**: Filetes frescos sin piel, sin espinas, de 150 a 200 gramos (5 – 7 onzas)

**Proyecto:** Esta granja piscícola de tilapia es integrada de manera vertical, comprendiendo: propiedad de reproductores genéticos y producción de alevinos, desarrollo de peces hasta su tamaño de mercado de 900 gramos y el procesamiento local de pescado en forma de filetes frescos sin piel. Los filetes son transportados diariamente por vía aérea a Miami. El proyecto está basado en lagunas artificiales en tierra provistas de aireación mecánica y un bombeo mínimo desde el río adyacente para compensar las pérdidas de agua por filtrado y evaporación. El diseño de la Granja de Tilapia se basa en la "recirculación de aguas verdes" a través de un reservorio de aguas verdes.

## ANEXO 2. PROVEEDORES GENERALES DE P + L

A continuación se presentan algunas direcciones de sitios electrónicos que brindan lineamientos para mejorar la ingeniería de los procesos productivos. Igualmente, se presenta un listado de proveedores de materiales y equipo que ayudan a mejorar la eficiencia en el uso de energía, agua y otros insumos, lo cual a su vez genera una mayor productividad.

## Tecnologías de Producción más Limpia:

- Journal of Cleaner Production, www.cleanerproduction.net
- Observatorio de Prospectiva de Tecnología Industrial, www.opti.es
- Monografías.com, www.monografias.com
- Revista Ciencia Hoy, <u>www.ciencia-hoy.retina.ar</u>
- Red de Centros Nacionales de Producción más Limpia, www.produccionmaslimpia-la.net
- Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, www.cnpml-honduras.org
- United Nations Industrial Development Organization, <a href="https://www.unido.org">www.unido.org</a>

#### **Equipos:**

- Grupo Barrett, www.grupobarrett.com
- Compresores Kaeser, www.kaeser.com
- Soler y Palau, www.soler-palau.com.mx

#### Herramientas y accesorios nacionales:

- Agencia Global, www.agglobal.com
- Accesorios para vapor S. de R.L., www.avsderl.com
- Industria Ferretera, www.indufesa.com
- Herramientas La Atlántica S. de R.L., ventasatlantica@sulanet.net

#### Agua:

#### Internacionales:

- Economizadores de agua, energía y combustible, www.economizadores.net
- Ecología y desarrollo, www.ecodes.org

#### Nacionales:

- Químicas Ecolab, S.A. www.ecolab.com
- Tecno Química, soluciones para tratamiento de agua, www.terra.hn
- Inversiones Diversas S. de R.L., soluciones para el recurso agua, www.aguahn.com
- Aquatec, diseño e instalación de equipo para agua, www.aguaenlinea.com

#### Energía:

#### Nacionales:

- Sistemas solares de Honduras S.A. de C.V., www.solarishn.com
- Sistemas Eléctricos Solares (SIESOL), siesol@yahoo.com
- Soluciones Energéticas, sol\_energy@multivision.hn

 Energía Solar para Electricidad, www.soluzhonduras.com

#### **Seguridad Industrial:**

- Centro Samci, www.centrosamci.com
- Saecof y Compañía, <u>saecofycia@yahoo.es</u>

#### **Químicos:**

- Industrial Chemical Supplies, www.novachemhn.com
- Equilab S. A., Productos Químicos, equilab@123.hn
- Filtración Productiva (Filpro), www.filpro.com.mx

#### **Fumigación**

- Truly Nolen: www.trulynolen.com
- Expir s.de.R. L, Teléfono: 574-8510
- FUCINSA: fucinsa@starmedia.com, Tel: 552-0294
- Terminix, www.terminix.com, terminixsps@terminixhn.com
- Fumigadora Enamorado, fumigadoraenamorado@terra.com

#### **Recicladores**

# Papel y cartón

- Fernández Industrial, reciclajefer@hotmail.com
- KIMBERLY CLARK (SCOTT PAPER CO.), Tel. 504-574-8966, 574-8967, 574-8969
- PLYCEM de Honduras, www.plycem.com.
- Bodega el esfuerzo, rclainez@yahoo.com.mx

#### Llantas

- LAFARGE, xavier.blondot@lafarge.com, luis.alzate@lafarge.com
- Reencauchadora Flores, Tel. 504-5542160/ 5542057
- Reencauchadora en Frío Sula, Tel. 504-5509142/5577372/ 5530659
- Reencauchadora Titán, Tel. 504-2303179/230746/2305180
- Llanticentro Ferrera Comercial , S. de R.L, Tel. 504-2371823
- CENOSA, jbueso@cenosa.hn
- Vulcanizadora Diana, Tel. 504-2235296/ 2232916
- Vulcanizadora Hondureña, Tel. 504-5532596
- Industrias Sigas S de R.L., Tel. 504-2303846

#### **Baterías**

- Taller de baterías Santa Fe, Tel. 504-2238020
- Baterías Record, Tel. 504-2394680
- Baterías Omega, Tel. 504-2231664
- Distribuidora Baterías Yojoa, Tel. 504-4410778
- Comercial Rueda Morales (CORUMO), asistentegr@corumointernacional.hn
- Inversiones materiales (INVEMA), oscar@invemascrap.com
- Baterías LMT Comercial Maega S De R.L, Tel. 504-5536157
- Acumuladores Stara, Tel. 504-5531311

#### Orgánicos

- Azucarera Tres Valles, myibrin@cadelga.hn
- Corporación Dinant, www.dinant.com
- Yodeco Pitch Pine, aalbir@invalar.net
- CENOSA, jbueso@cenosa.hn
- LAFARGE, Luis.alzate@lafrage , honduras.lafarge.com

#### Pet

- Inversiones materiales (INVEMA), oscar@invemascrap.com
- Comercial Rueda Morales (CORUMO), asistentegr@corumointernacional.hn
- CENOSA, jbueso@cenosa.hn
- Recicladora dubon (DUREPLAST), Tel. 504-998-6260, 968-9837

### Plásticos diversos rígidos y flexibles.

- Plásticos vanguardia, plasvan@sulanet.net
- Inversiones materiales (INVEMA), oscar@invemascrap.com
- Recicladora dubon (DUREPLAST), Tel. 504-998-6260, 968-9837
- MAPLAST, Maplast\_hn@hotmail.com
- Plásticos técnicos, S. De R.L. de C.V., byronangeli@yahoo.com
- RECIPLAST -EYC, reciplast@gmail.com
- TECHNIPLASTICOS, emobaide@gmail.com
- RECIPLHAS, reciplastegus@yahoo.es oscarthompsonu@hotmail.com
- CENOSA, jbueso@cenosa.hn

#### Metales ferrosos y no ferrosos

- Inversiones materiales (INVEMA), oscar@invemascrap.com
- FUNYMAQ, funymaq@globalnet.hn
- Comercial Rueda Morales (CORUMO), asistentegr@corumointernacional.hn

- Exportaciones de metales (EXPOMETAL), expometal@sulanet.net
- RECIMETAL, recimetal@gmail.com

#### Lámparas fluorescentes

- Asociación Ambilamp, comunicacion@ambilamp.com
- Sylvania Costa Rica, www.sylvania.co.cr
- LUMELSA, Tel. 504-5568716, 504-5568760
- ACEYCO S.A., Tel. 504-553-0135
- OSRAM, www.osram.ch/osram ch/DE/info@info.osram. ch

# ANEXO 3. PROVEEDORES DE TECNOLOGÍAS PARA EL CULTIVO Y PROCESAMIENTO DE TILAPIA

## **Algunos Proyectos**

- Aqua Corporación Honduras : dgriffith@invalar.net
- Aqua Finca Saint Peter Fish, S.A: acxel@aquafinca.com
- Programa de Proyección Acuícola de Zamorano, Daniel E. Meyer, Ph.D.:(dmeyer@zamorano.edu)
- Proyecto de jaulas golfo de Fonseca: www.jica.go.jp/mexico.

#### Alimento:

#### Nacionales:

- Alimentos Concentrados Nacionales, ALCON, Grupo Cargill, alcon\_pedidos@cargill.com
- Distribuidora Agropecuaria Tapia y Rodriguez, DISATYR,www.grupodisatyr.com

#### Internacionales

Agua Verde Acuicultura, www.aguaverdeacuicultura.com

#### Equipo y materiales para la instalación de una planta de cultivo de tilapia y fileteado

Básicamente el equipo para una planta productora de tilapia se compone por bombas, motores, aireadores, cuartos fríos (chiller), tanques de transporte, maquinaria para clasificación por tamaño, maquinaria para alimentación, equipos de recolección de peces etc. De esta forma, se pueden identificar varios proveedores a nivel nacional e internacional:

#### Equipo en general

#### Nacionales:

- Aquatec, www.aguaenlinea.com
- Internacionales:
- Aquaculture production technology ldt: www.aquaculture.co.il
- Equipos para pesca, www.equipesca.com.br
- Aquaoxigeno , santiagoposada@yahoo.com
- Acuiprocesos , acuiprocesos@yahoo.com.mx
- Aeration industries international, inc. Aiii@aireo2.com
- Equipos pesqueros y acuícolas nava, jmtop80@hotmail.com
- AGRANCO Estanques de cultivo de tilapia http://www.engormix.com

#### **Chillers**;

#### Nacionales:

- Aire Frio , airefrio@globalne.hn
- Thermotec, info@thermotechn.com
- Frio Partes , Oficina principal en San Pedro Sula, PBX: 552-6171
- Refritrans, www.refrintrans.hn

#### **Fertilizantes**

- Nacionales:
- Tecno Agro , Tel. 226-5765
- Fertica, info@cadelga.com

#### Tanques de almacenamiento:

#### Internacionales:

- Cone Bottom Dispensing Tanks, www.diverseplastics.com
- Nacionales:
- Indústrias Metálicas S.A. ejabufele@grupocorona.com
- IMSA / ARGO, gegral@hn2.com
- Estructuras metálicas EMECO, www.emeco.hn.com
- Jericó S. de R.L., jerico@sulanet.net

#### Instrumentos de control

#### Nacional:

- Basculas, Balanzas y Servicios S. de R.L., babase@lycos.com
- F.A. Dalton S.A. de C.V., Basculas, www.sipesa.com.gt
- Basculas y Balanzas, www.basculaspiczo.com

#### Internacional:

RdF Valve and Controlsm, sales@valveandcontrols.com

#### Motores eléctricos:

#### Nacionales:

- Bombas y Motores de Honduras S.A. de C.V.mwww.bomohsa.com
- CEMCOL, maquinaria y equipo, www.cemcol@cemcol.com

## Accesorios y tuberías:

- Grupo AMANCO. morales@amanco.com
- Distribuidora Industrial, www.distribuidoraindustrial.net

## Energía:

#### Nacionales:

- R y D Industrial, Automatización y control industrial, rydinsudtrial@sulanet.net
- Electro Controles S. de R.L.,elco@sulanet.net
- Equipos Industriales S.A., ventas@equinsa.net
- Soluciones en Energía Saisa, www.saisaca.com
- Comercial Eléctrica S. de R.L., comercel@sulanet.net
- Suministros Eléctricos, Byron@selhn.com
- Elcosa, elcosa1@elcosa.com

# ANEXO 4. FORMATOS DE CUADROS DE CONTROL DE BUENAS PRÁCTICAS DE P+L

Cuadro 18. Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones.

Nombre o código	Mantenimiento Requerido	Puntos a observar	Fecha de mantenimiento	Responsable	Fecha Próxima

Nombre o código	Mantenimiento Requerido	Puntos a observar	Fecha de mantenimiento	Responsable	Fecha Próxima
Fuente: CNP+LH.					

Cuadro 19. Lista para el control de la implementación de buenas prácticas.

Eficiencia en el uso de Responsable de la verificación			Nombre de la empresa Fecha		
Práctica	Área del proceso en que se implementa	Fecha de verificación	Es eficiente (si o no)	Recomendaciones	

Fuente: CNP+LH.

## Cuadro 20. Registro de producción mensual

No.	Fecha de recibo	Área	Maquina	Producto	Unidad	Cantidad/ mes	Costo/mes
1							
2							
3							

Fuente: CNP+LH.

# Cuadro 21. Registro de sub-productos

No.	Fecha de recibo	Área donde se genera	Sub-Producto	Unidad	Cantidad/ mes	Costo/mes
1						
2						
3						

Fuente: CNP+LH.

# Cuadro 1. Registro de materias primas.

No.	Fecha de recibo	Área	Producto	Unidad	Cantidad/ mes	Costo/mes
1						
2						
3						

Fuente: CNP+LH.

# Cuadro 23. Registros de residuos líquidos.

Agua residual	Fuente contaminante	Cantidad aproximada	Peligro	Costo del tratamiento	Tipo de tratamiento	Resultados esperados

Agua residual	Fuente contaminante	Cantidad aproximada	Peligro	Costo del tratamiento	Tipo de tratamiento	Resultados esperados

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 24. Registro de residuos sólidos.

Residuo Sólido	Fuente principal	Cantidad Ton/mes	Subproducto Ton/mes	Residuos sin vender Ton/mes	Peligrosos (Si o No)	Costo Actual	Costo de Disposición

Fuente: CNP+LH.

# Cuadro 25. Registros de emisiones.

Efluentes/ emisiones	Fuente	Cantidad (Ton/año)	Costo total	Medida de reducción

Fuente: CNP+LH.

# Cuadro 26. Ficha para el control de la entrada de agua.

No.	Fecha	Punto de entrada de Agua	Cantidad (m³)	Observaciones

Fuente: CNP+LH.

# Cuadro 27. Ficha para el control de la salida de agua.

No.	Fecha	Punto de salida de Agua	Cantidad (m³)	Observaciones
				Tratamiento utilizado
				Resultados de análisis

Fuente: CNP+LH.

# Cuadro 28. Ficha para el monitoreo del uso de agua.

Responsable	Fecha de inspección	Punto de inspección (entrada o salida)	Valor ideal	Valor actual	Problema encontrado
					Fugas

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 29. Formato para la recolección de información de consumo energético.

No.	Nombre del equipo	Ubicación	Energía requerida para su operación Kw/h	Operación Horas/día	Consumo diario de energía Kw/h

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 30. Formato para el control de energía consumida vs. Energía requerida.

No.	Nombre del equipo	Ubicación	Energía requerida para su opera- ción Kw/Mes	Energía consumida Kw/Mes

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 31. Formato para el control del consumo de combustible.

No.	Nombre del equipo	Ubicación	Combustible requerido para su operación Gal/Mes	Energía consumida Kw/Mes

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 32. Formato para el reporte mensual energético.

Día	Gas LP Capacid Tanqu	ad	Agua		Diesel		Energía Eléctrica Medidor ENEE				
	Presión	%	Medidor m <sup>3</sup>	°C	Medidor Gls.	Tanque Gls.	Kwh No.Panel	Kvarh No.Panel	Kw No.Panel	Kw Acu No.Panel	FP No.Panel

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 33. Formato para el control de la implementación de medidas.

Medida	Acciones	Responsable	Recursos	Costos	Plazos

Fuente: CNP+LH

# ANEXO 5. LISTA DE CHEQUEO PARA DIAGNÓSTICO RÁPIDO DE P+L

Datos Generales:		
Empresa:		
Categoría de Producción	n:	
Teléfonos:		_ Fax:
Casilla:	Correo Electrónico:	
Gerente de Planta (pers	ona de contacto)	
Dirección:		Ciudad:
Teléfonos:		_ Fax:
Casilla:	Correo Electrónico:	

# **DOCUMENTACIÓN REQUERIDA:**

- Copia de documento de evaluación ambiental: Licencia o Diagnostico ambiental, auditoría ambiental.
- Lista de productos y subproductos de la compañía, indicando las cantidades producidas en los últimos 12 meses, así como sus precios de venta.
- Indicar en una lista de productos y subproductos, el volumen de producción que se quisiera tener como referencia para la elaboración del proyecto; es decir, sus proyecciones para el futuro. Este dato es fundamental, porque los cálculos contemplados en las recomendaciones de prevención de la contaminación y de eficiencia energética deberán considerar los planes de crecimiento de la empresa.
- Descripción de los procesos de producción, en el que se incluyan todos los procesos y/u operaciones relevantes en orden sucesivo, indicando el objetivo de cada uno(a), así como el flujo y cantidades de los principales insumos y productos. Por favor incluir un diagrama de bloques de los procesos para cada línea de producción. Identificar los cuellos de botella.
- Cada proceso y/u operación de la producción (incluidos en el diagrama de bloques del punto 3), puede ser continuo, por lotes, o una combinación de ambos. En algunos casos, seguramente la información no se encuentra disponible, pero en todo caso, por favor al menos haga estimaciones. Al especificar cantidades, se debe entender que éstas deben referirse a unidades relativas (p.e. Kg. /h, Kg. /lote, lotes/día, litros/min., etc.). Es importante aclarar si la información es la especificada por el fabricante, si fue medida por los técnicos de planta o si se trata de una estimación.

A continuación, le pedimos tenga a bien especificar cada uno de los procesos y/u operaciones mencionadas:

Descripción del proceso, explicando objetivos, instrucciones al operador, y especificación de las variables operativas (temperatura, presión, pH, etc.).

- Describir las operaciones de control de calidad, así como el sistema de control de producción. Adjuntar como muestra una hoja de control de proceso (*batch sheet*).
- Cantidad de todos los materiales que ingresan al proceso, tales como materia prima, agua, energía y otros insumos (no olvidar incluir, por ejemplo, enjuagues y lavados, y su periodicidad).
- Cantidad de materiales que salen del proceso (productos, subproductos y pérdidas, incluyendo residuos y residuos). Indicar si algún material se recicla o reutiliza (p.e. recirculación de agua de enfriamiento).
- Descripción de maquinarias y equipos, indicando datos relevantes (como marca, fabricante y año de construcción, dimensiones, uso de vapor y agua, capacidad de producción, eficiencia, velocidades, potencia de los motores, presiones de trabajo, consumo de combustible, etc.).
- Descripción de los servicios internos y externos que se usan en la planta (generación de vapor; recojo de basura; etc.; en lo posible cuantificada, por ejemplo, en Kg. /h). Adjuntar diagrama de vapor, indicando los usos del vapor en la planta, y un diagrama de aguas, indicando su procedencia, tratamiento, si corresponde, y los distintos usos en la planta. Incluir la misma descripción de equipos mencionada en el punto 4.5 para calderas, compresoras de aire, equipo de refrigeración, equipo de tratamiento de aguas. En caso de usar agua de pozo, indicar el caudal promedio y la potencia de las bombas.
- Planos de las instalaciones:
  - Ubicación de los procesos y/u operaciones, así como de los equipos auxiliares (calderas, compresoras, refrigeración, tratamiento de aguas, etc.).
  - o Diagrama unifilar
  - Ubicación de los sistemas de drenaje de aguas de residuo (industriales y sanitarias)
  - Ubicación de los sistemas de distribución de agua en la planta, especificando si se trata de agua de pozo, de la red municipal, lluvia, etc. Ubicación de tanques cisternas de almacenamiento.
- Lista de compras de materia prima, indicando costo-almacén así como cantidades para los últimos doce meses. En la misma tabla incluir el consumo de materia prima en la producción.
- Lista de compras de productos químicos y de otros insumos en general, indicando costo-almacén así como cantidades para los últimos doce meses. En la misma tabla incluir el consumo de dichos insumos para la producción. En el caso de productos químicos u otros insumos, cuya composición química se desconozca, favor especificar el nombre comercial y el fabricante. Favor pedir al proveedor toda la información técnica posible.
- Detalle de los servicios públicos utilizados durante los últimos doce meses, para electricidad, agua, gas natural, diesel, gasolina, recojo de residuos sólidos, etc. Este detalle deberá especificar la cantidad consumida así como el monto pagado. Fotocopias de las facturas serían muy útiles. A continuación le proporcionamos un esquema para resumir esta información:

Consumo de agua	
Consumo de agua de la red m³ / año Costo: US\$ / año Consumo de agua de pozo	m³ / año
Costo: US\$ / año Consumo otras fuentes m <sup>3</sup> / año Costo l	US\$ / año
Totales: m³ / año Costo: US\$ / año	
Consumo de energía	
Eléctrica (Red): Número de Transformadores	
Máx. Potencia demandada (total)Kw.	
Transformador 1 Kw. Transformador 2Kw.	
Energía consumida (total) Kwh. /año	

Autogeneración: Capacidad instalada Kw.	
Generación	
Rendimiento Kwh. / unidad	
Combustible:GN mpc / año	
Diesel m³ / año Gasol m³ / año	
Costo total US\$ / año	
Gas Natural mpc / año Costo US\$ / año	
Gasolina m³ / año Costo US\$ / año	
Otros m³ / año Costo US\$ / año Otros	m³ / año
Total US\$ / año	
Principales cargas (energía eléctrica) Costo TotalU	S\$/año

El siguiente listado es sólo un ejemplo; al aplicar el instrumento se deben enumerar los principales usos finales de la energía propios de su planta.

Uso	Descripción	Capacidad
1. Generación de vapor		
2. Molienda		
3. Tamizado		
4. Destilación		
5. Hornos		
6. etc.		

# **DESCARGAS SÓLIDAS**

El siguiente cuadro es sólo un ejemplo. La información se debe ajustar a la situación de su empresa, especificando cantidades generadas por año y el costo asociado al o a los servicios de recolección de basura y el costo de disposición de los residuos sólidos y/u otros; incluyendo los posibles ingresos por venta de residuos u otros similares.

Origen / Descripción	Cantidad [t/año]	Servicio / Destino	Costo / Ingreso [U\$S/año]
1. Molienda / materia calcárea		Empresa Aseo Urbano / Relleno Sanitario	Costo del servicio
2. Proceso 1 / sedimentos		Empresa Aseo Urbano / Relleno Sanitario	Costo del servicio
3. Proceso 2 / desperdicios		Empresa XYZ / Alimento balan- ceado para animales	Monto del ingreso por venta de los desperdicios
4. Destilación / borras		Empresa XYZ / Alimento balan- ceado para animales	Monto del ingreso por venta de las borras
5. Hornos / cenizas		/ Deposición de partículas finas en área poblada	Costo limpieza del área; y demandas de vecinos
6. (otro).			

# **DOCUMENTACIÓN REQUERIDA:**

- 1. Información referente a aguas residuales y material de residuo. Favor incluir en esta información solicitada copias de los análisis de laboratorio más representativos. Si no tuviera alguno, es importante que los consiga.
- 2. Una descripción del calendario de la empresa, incluyendo una estimación del total de días trabajados en los 12 meses pasados, cantidad de turnos por día, días por semana y horas por día. Explicar el régimen de vacaciones y, si es el caso, cuánto tiempo se para la planta a fin de año por las fiestas y por mantenimiento preventivo. Incluir información sobre su personal: Número de ingenieros, técnicos y obreros, así como otros datos pertinentes, tales como políticas de contratación, trabajadores eventuales, capacitación, medidas de seguridad, etc.

Después de analizar todos los datos anteriores, posiblemente su perspectiva respecto de la contaminación y desperdicios de su planta haya cambiado. Por eso queremos verificar su respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué problemas de contaminación enfrenta la compañía actualmente?
- ¿Tiene quejas de vecinos?
- ¿Ha recibido anteriormente o espera recibir inspecciones de instituciones del Estado?
- ¿La construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales está incluida dentro de los planes de la empresa?
- ¿Qué recursos estaría la compañía en condiciones de invertir para mejorar sus problemas de generación de desperdicios y contaminación ambiental?
- ¿La empresa cuenta con un plan destinado al ahorro de energía?
- ¿La empresa recibe asesoramiento en temas de eficiencia energética?
- ¿El personal de la empresa ha recibido algún tipo de entrenamiento en relación con la eficiencia energética?

#### GUÍA **METODOLÓGICA** ANEXO PARA **VISITAS** DE **DIAGNÓSTICO RÁPIDO**

# ESPECÍFICA PARA: EVALUACIONES DE PROYECTO DE APOYO SERNA-**USAID/MIRA**

Las visitas tienen como objetivo principal localizar puntos positivos (fortalezas) y problemas (oportunidades) observados durante el recorrido en la empresa. Se trabajará alrededor de los tres principios primordiales de la P+L: eficiencia energética, uso eficiente del agua y de la materia prima. Durante el recorrido en la empresa, se identificará en cada parte del proceso las posibles causas y efectos de la situación actual, tratando a su vez de establecer si afecta el área de costos, impacto ambiental, organización de la empresa o a la seguridad industrial. A la vez se identificará, mediante registros, mediciones, facturas o cualquier evidencia; el gasto en el que se está incurriendo. Este análisis será la base para dar recomendaciones para la solución de los problemas encontrados, el costo de estas recomendaciones deberá ser estimado para tener una comparación precisa entre inversión y ahorro que generaría el cambio.

Durante el recorrido deberá diferenciarse claramente la materia prima de los insumos, identificar todas las entradas al proceso así como las salidas, identificar las etapas del proceso y distinguir claramente los procesos y sub.-procesos.

Al momento de recolectar la información y luego procesarla, sería conveniente usar n cuadro de situación actual que contenga los siguientes conceptos:

	SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN	FUTURA
No.	PROBLEMAS ¿Qué?	POSIBLES CAU- SAS ¿Por qué existe el problema?	EFECTOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL (económicos, seguridad ambiental, organizacional)	POSIBLES MEDIDAS DE MEJORA ¿con que corregir, que hacer?	BENEFICIOS ES- PERADOS ( Cuales y cuanto en dinero )

A continuación se listan una serie de preguntas (para nuestra propia interrogación) que nos pueden servir de recordatorio al momento de hacer nuestras evaluaciones:

#### **AGUA Y AGUA RESIDUAL:**

- ¿Están monitoreando el consumo de agua en la empresa? Si \_\_\_\_\_ No\_\_\_\_ Parcialmente\_\_\_\_\_
- ¿Saben cuánto es el consumo de agua en cada una de las etapas del proceso?
- ¿Conocen la composición de las aguas residuales?
- ¿Conocen el costo del agua y de las aguas residuales?
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de agua en su proceso productivo, utilizando las cantidades que realmente necesitan o reutilizando las aguas servidas?
- ¿Controlan el lavado excesivo, derrames o rebalses, en las diversas etapas del proceso de producción?
- ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro en el consumo de
- ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el ahorro del agua?
- ¿Tienen un programa preventivo de mantenimiento para el equipo de conducción, distribución y operación de agua en la empresa, incluyendo responsables de aplicarlo?
- ¿Tienen un programa de mantenimiento eficiente, que ayuda a reparar rápidamente daños que se puedan presentar en las tuberías y accesorios?

- ¿Tienen dispositivos o separadores sólidos que eviten que éstos lleguen al recolector final de las aguas residuales o bien filtros de grasa y aceite en los sistemas de desagüe?
- ¿Tienen algún sistema de tratamiento para sus aguas residuales?
- ¿Están cumpliendo con las leyes ambientales en cuanto a disposición de aguas residuales?

#### **ENERGÍA**

- ¿Controlan el consumo de energía de la empresa? Si \_\_\_\_\_ No\_\_\_\_ Parcialmente\_\_\_\_\_
- ¿Saben cuánto es el consumo en cada una de las etapas del proceso?
- ¿Conocen el costo mensual de cada una de las fuentes de energía, asegúrense de listarlas todas?
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de energía en su proceso productivo, apagando el equipo e instalaciones que no se ocupen?
- ¿Qué disposiciones tienen para el ahorro de energía?
- ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro de energía?
- ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el ahorro de energía?
- ¿Qué medidas han tomado para controlar la pérdida de energía?
- ¿Tienen un programa preventivo de mantenimiento para el equipo e instalaciones en su empresa, incluyendo responsables de aplicarlo?
- ¿Tienen un programa de mantenimiento eficiente, para reparar rápidamente daños que se pueden presentar?
- ¿Tienen dispositivos de seguridad en los equipos para evitar cortos circuitos, pérdidas de electricidad y daños en la maquinaria?
- ¿Las instalaciones eléctricas y equipos están de acuerdo a las necesidades reales de energía revisando si no están sobre diseñados?
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de energía en su proceso productivo, estableciendo limites en la temperatura del agua caliente o de los A/A por ejemplo o reutilizando el calor residual?
- ¿Tienen una iluminación adecuada con medidas de bajo consumo?
- ¿Utilizan sistemas eficientes para la producción de agua caliente, vapor, electricidad o enfriamiento?
- ¿Tienen un eficiente sistema de emergencia?
- ¿Tienen un plan de medidas para la reducción de accidentes relacionados con la energía eléctrica?

## MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y RESIDUOS.

- ¿Están monitoreando el consumo de materias primas, así como los residuos que se producen en su empresa? Si \_\_\_\_ No\_\_\_Parcialmente\_\_\_
- ¿Saben cuánto es el consumo de materias primas en cada una de las etapas del proceso así como la producción de residuos?
- ¿Conocen y controlan la calidad, cantidad y costo de las materias primas?
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de materias primas en su proceso productivo, utilizando las cantidades que realmente necesitan o reutilizando residuos que se generan?
- ¿Han introducido un sistema para la separación de residuos, colocando recipientes apropiados?
- ¿Controlan la compra y entrega de materiales mediante inventarios, en las diversas etapas del proceso de producción?
- ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro en el uso de materia prima e insumos, así como para que participen dando sugerencias de materiales alternativos?
- ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el uso eficiente de la materia prima e insumos?
- ¿Tienen medidas adecuadas para proteger la materiales y evitar el daño de estos?

- ¿La metodología que están utilizando en su proceso de producción optimiza el uso de los materia-
- ¿Manejan un control de todo el equipo, su ubicación, especificaciones y manuales de procedimien-
- ¿Controlan regularmente los planes de mantenimiento?
- ¿Evitan el uso de sustancias peligrosas o prohibidas, buscando alternativas menos nocivas, manejan un depósito seguro para la disposición de estas?
- ¿Manejan manuales de procedimiento indicando dosificaciones o cantidades de materiales a usar?
- ¿Tienen controles de calidad para reducir el volumen de producto rechazado, considerando reutilizarlos o reciclarlos?
- ¿Están disponiendo adecuadamente sus residuos en apego a las leyes ambientales?

# ANEXO 7. PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS PARA OBTENER EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

Cuadro 34. Pérdidas de agua por fugas.

Situación	Pérdidas litros / día ( L/d )
Grifo goteando	80 (L/d )
Chorro fino de agua de 1.6 mm	180 ( L/d )
Chorro grueso de agua de 3.2 mm	350 ( L/d )
Chorro complete de 4.8 mm	600 ( L/d )
Lavar con el chorro de la manguera	20 ( L/min )
Gasto de inodoro	20 L/vaciado de tanque
Gasto por fugas en inodoro	250 L/d

Fuente: CNP+LH; Equivalencia: 1 m<sup>3</sup> = 1000 L.

Cuadro 35. Ahorro estimado de agua por uso de pistolas industriales.

Diámetro de tubería (in)	Tiempo de lavado sin pistola(min)	Volumen de agua utilizado (L)	Tiempo de lavado con pistola (min)	Volumen de agua utilizado (L)	Ahorro ( L )
1/2"	5	66	4	53	13
3/4"	5	84	4	67	17
1"	5	264	4	211	53
1 ½"	5	1,135	4	1068	67

Fuente: CNP+LH (Centro de Producción más Limpia de Nicaragua, sf)

# CÁLCULO DEL AHORRO DE AGUA POR LA INSTALACIÓN DE PISTOLAS.

Ap. = [(Ti – Tf) \* T] \* F \* N

Ahorro de agua por pistolas (Centro de Producción más Limpia de Nicaragua, sf)

Donde:

Ti = Tiempo de lavado sin pistolas (min/llave/día)

Tf = Tiempo de lavado con pistolas (min)

T = Días laborables al año que se utilizan las mangueras

F = Caudal promedio de las manguera

N= Número de Mangueras

Por ejemplo una pistola de chorro de 1/2" ahorra 10 L/min

#### EJEMPLO PRÁCTICO:

Si se hace el lavado con mangueras de ½" y se tiene que:

Del cuadro Ti= 5 min y Tf= 4 min

Para T= 365 días

 $F = 55 L. = 0.055 m^3$ 

N= 5 mangueras

Entonces el ahorro de agua por la instalación de pistolas de presión a las mangueras seria:

Ap. =  $[(5 \text{ min} - 4 \text{ min}) * 365 \text{ días}] * (0.055 \text{ m}^3) * (5)$ 

Ap. =  $100 \text{ m}^3 \text{ al año}$ 

# CÁLCULO DEL COSTO DEL AGUA

Energía consumida por la bomba

E (Kw/mes) = P (Kw) \* t (h/mes)

Donde

P = Potencia de la bomba

T = tiempo de operación de la bomba al mes (considerando que el agua es almacenada en un tanque que cuenta con un controlador de nivel de agua)

T = tarifa de energía aplicada a la empresa.

Costo Energía consumida por la bomba

Lps/mes = E (Kwh/mes) \* T (Lps/Kwh)

Costo energético del m³ de agua (Lps/m³)

 $Lps/m^3 = (Lps. /mes) / (m^3/mes)$ 

# CÁLCULO DEL AHORRO DE AGUA POR LA COLOCACIÓN DE RÓTULOS

Promedio del consumo de agua en m<sup>3</sup> \* 5% \* 12 meses al año \* Precio del m<sup>3</sup> del agua en Lps

# ANEXO 8. PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS PARA OBTENER EFICIENCIA ENERGETICA

Cuadro 36. Consumo de energía según el equipo

Equipo	Consumo Kw/ hr	Equipo	Consumo Kw/ hr
Aparatos Electrodomésticos			
Abrelatas	0.06	Lavadora de ropa	0.30
Aire Acondicionado	2.20	Licuadora	0.30
Aspiradora	0.60	Percoladora	1.10
Bomba de agua	0.50	Plancha	1.00
Calentador de agua	4.50	Radio	0.02
Cuchillo eléctrico	0.10	Refrigeradora mediana sin congelador	0.20
Electroducha ( 110 v / 220 v)	4.50	Refrigeradora mediana con congelador	0.40
Enfriador de agua	0.18	Secadora de pelo	0.30
Enfriador de refrescos	0.48	Secadora de ropa	1.68
Equipo de sonido	0.02	Televisor a color	0.30
Estufa de 2 hornillas	2.00	Tostadora	1.10
Estufa de 4 hornillas con horno	12.00	Ventilador de pedestal	0.06
Estufa de 4 hornillas sin horno	4.00	Ventilador de techo	0.10
Extractor de jugo	0.25	Horno microondas	2.00
Horno eléctrico	1.20		
Equipo de Oficina			
Computadora más impresora	1.10	Planta telefónica	0.14
Fax	0.19	Sacapuntas	0.24
Fotocopiadora	1.44	Secador de manos	2.40
Máquina de escribir eléctrica	0.06	Sumadora	0.00

(PESIC, 2005)

Cuadro 37. Niveles de iluminación según la actividad

Área o tipo de Actividad	Iluminación (luxes <sup>8</sup> )	Área o tipo de Actividad	lluminación ( luxes )
Áreas públicas con alrededores oscuros	20 - 50	Deposito	50 - 100
		Entrada	100 - 200
Orientación simple para las visitas temporales cortas	50 – 100	Escaleras	100 – 200
Área de trabajo donde las tareas visuales se realizan ocasio- nalmente	100 – 200	Corredores o Pasillos	100 - 200
Áreas para tareas visuales de alto contraste o de tamaño grande	200 – 500	Archivo	200 - 500
Áreas para tareas visuales de mediano contraste o de tama- ño pequeño	500 – 1000	Salas de Conferencia	200 - 700
Áreas para tareas visuales de bajo contraste con objetos de tamaño muy pequeño, por períodos Prolongados	2000 – 5000	Salas de Reunión	200 - 700
Áreas para tareas visuales que requieren exactitud por períodos prolongados	5000 – 10000	Salas de Recepción	200 - 700
Áreas para tareas visuales muy especiales con contraste extremadamente bajo y objetos muy pequeños	10000– 20000	Salas de Lectura	300 - 500
Según actividad		Salas de Computadora	200 - 500
Exigencia visual muy baja	50 - 100	Salas de Control	200 - 500
Exigencia visual baja	100 - 200	Salas de Dibujo	1000 - 2000
Exigencia visual moderada	200 - 500	Salas de Contabilidad	1000 - 2000
Distinción clara de detalles	500 - 700	Oficina Abierta	500 - 1000
Distinción fina de detalles	700 – 1000	Oficina Privada	300 - 1500
Exigencia visual alta	500 - 1000	Comedores	200 - 500
Exigencia visual muy alta	1000 – 2000	Cafetería	200 - 500
Baños o Lavabos	100 - 200	Cocina	200 - 500

(Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras, 2004) (Di Conza, sf)

Cuadro 38. Equivalencias entre lámparas Incandescentes y Fluorescentes

Incandescentes	Fluorescentes
40 Watt ( A-19 )	11 Watt
60 Watt ( A-19 )	15 Watt
75 Watt ( A-19 )	20 Watt
75 Watt ( Reflector )	20 Watt c/ Reflector
100 Watt ( A-19 )	28 Watt

(Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras, 2004)

 $<sup>^{8}</sup>$  Nota:  $1 lux + 1 lumen / m^{2}$ 

Cuadro 39. Opciones de sustitución de tecnología T-12 por T-8 y T-5

LÁMPARA FLUORESCENTE T-12	LÁMPARA FLUORESCENTE T-8	LÁMPARA FLUORESCENTE T-5
38 mm de diámetro	26 mm de diámetro	16 mm de diámetro
21w	17 w	14 w
39 w	32 w	28 w
75 w	59 w o 2x32 w en línea	54 w o 2x28 w en línea

(PESIC, 2005)

Cuadro 40. Opciones de sustitución

	OPCIÓN AHORRADORA
Fluorescentes 2x59 w	Lámpara T-12 Blanco Frío y Balastro Electromagnético
Fluorescentes 1x59 w	Lámpara T-12 Blanco Frío y Balastro Electromagnético
Fluorescentes 2x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electro- magnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 2x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electro- magnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 3x17 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electro- magnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 3x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electro- magnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 3x17 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electro- magnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 4x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electro- magnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 6x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electro- magnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 2x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electro- magnético de Alta Eficiencia
SLS - 18 w	Lámpara Fluorescente compacta tipo reflector de 18 w
SL - 15 w	Lámpara Fluorescente compacta tipo reflector de 15 w
SL - 25 w	Lámpara Fluorescente compacta de 25 w
SL - 32 w	Lámpara Fluorescente compacta de 35 w
	Fluorescentes 1x59 w Fluorescentes 2x32 w Fluorescentes 2x32 w Fluorescentes 3x17 w Fluorescentes 3x17 w Fluorescentes 3x17 w Fluorescentes 4x32 w Fluorescentes 6x32 w Fluorescentes 2x32 w SLS - 18 w SL - 15 w SL - 25 w

(PESIC, 2005)

# CÁLCULO DE AHORROS USANDO BOMBILLOS AHORRATIVOS

Aw =[ (Diferencia entre lámpara tradicional y ahorrativa watt / 1000 para convertir a Kw)] \* Cantidad de focos \* horas estimadas de encendido al día \* 30 días del mes \* 12 meses del año

# **EJEMPLO PRÁCTICO**

En una planta industrial se recomienda el cambio de 1500 lámparas convencionales T-12 de 2 x 39W por lámparas ahorrativas T-8 de 2 x 32W (tomado del Cuadro 42).

Aw= [(7watt/lámpara)/1000 Kw] \* (1500 lámparas) \* (8 h/ día) \* (30 días / mes) \* 12 meses / año

Aw= 30,240 Kw h al año( Basado en las Experiencias del CNP+LH)

# **ANEXO 9. DIAGRAMAS DE FLUJO**

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de los pasos de un proceso, que se realiza para entenderlo mejor. Se utiliza principalmente en programación, economía y procesos industriales, estos diagramas utilizan una serie de símbolos con significados especiales. Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas. Se les llama diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de la operación.

# **SÍMBOLOS UTILIZADOS**

Para poder hacer comprensibles los diagramas a todas las personas, los símbolos se someten a una normalización, es decir, se hicieron símbolos casi universales

En teoría, no es necesario usar un tipo especial de símbolos para crear un diagrama de flujo, pero existen algunos ampliamente utilizados por lo que es adecuado conocerlos y utilizarlos, ampliando así las posibilidades de crear un diagrama más claro y comprensible para crear un proceso lógico y con opciones múltiples adecuadas. Se utilizan los símbolos indicados a continuación, estandarizados según la norma <u>ISO 5807</u>:

Flecha. Indica el sentido y trayectoria del proceso de información o tarea.

**Rectángulo**. Se usa para representar un evento o proceso determinado. Éste es controlado dentro del diagrama de flujo en que se encuentra. Es el símbolo más comúnmente utilizado. Se usa para representar un evento que ocurre de forma automática y del cual generalmente se sigue una secuencia determinada.

<u>Rombo</u>. Se utiliza para representar una condición. Normalmente el flujo de información entra por arriba y sale por un lado si la condición se cumple o sale por el lado opuesto si la condición no se cumple. El rombo además especifica que hay una bifurcación.

<u>Círculo</u>. Representa un punto de conexión entre procesos. Se utiliza cuando es necesario dividir un diagrama de flujo en varias partes, por ejemplo por razones de espacio o simplicidad. Una referencia debe darse dentro para distinguirlo de otros. La mayoría de las veces se utilizan números en los mismos.

Existen además un sin fin de formas especiales para denotar las entradas, las salidas, los almacenamientos, etcétera.

De acuerdo al estándar ISO, los símbolos e incluso las flechas deben tener ciertas características para permanecer dentro de sus lineamientos y ser considerados sintácticamente correctos. En el caso del círculo de conexión, se debe procurar usarlo sólo cuando se conecta con un proceso contenido dentro de la misma hoja.

Existen también conectores de página, que asemejan a una "rectángulo oblicuo" y se utilizan para unir actividades que se encuentran en otra hoja.

# CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR UN DIAGRAMA DE FLUJO

En los diagramas de flujo se presuponen los siguientes aspectos:

Existe siempre un camino que permite llegar a una solución.

Existe un único inicio del proceso.

Existe un único punto de fin para el proceso de flujo (salvo del rombo que indica una comparación con dos caminos posibles).

# **DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO**

Las siguientes son acciones previas a la realización del diagrama de flujo:

- Identificar a las ideas principales para desarrollará el diagrama de flujo. Deben estar presentes el dueño o responsable del proceso, los dueños o responsables del proceso anterior y posterior y de otros procesos interrelacionados, otras partes interesadas.
- Definir que se espera obtener del diagrama de flujo.
- Identificar quién lo empleará y cómo.
- Establecer el nivel de detalle requerido.
- Determinar los límites del proceso a describir.

Los pasos a seguir para construir el diagrama de flujo son:

- Establecer el alcance del proceso a describir. De esta manera quedará fijado el comienzo y el final del diagrama. Frecuentemente el comienzo es la salida del proceso previo y el final la entrada al proceso siguiente.
- Identificar y listar las principales actividades/subprocesos que están incluidos en el proceso a describir y su orden cronológico.

Si el nivel de destalle definido incluye actividades menores, listarlas también.

- Identificar y listar los puntos de decisión.
- Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbo-
- Asignar un título al diagrama y verificar que esté completo y describa con exactitud el proceso elegido.

## **RECOMENDACIONES**

A su vez, es importante que al construir diagramas de flujo, se observen las siguientes recomendaciones:

- Evitar sumideros infinitos, burbujas que tienen entradas pero no salidas.
- Evitar las burbujas de generación espontánea, que tienen salidas sin tener entradas, porque son sumamente sospechosas y generalmente incorrectas.
- Tener cuidado con los flujos y procesos no etiquetados. Esto suele ser un indicio de falta de esmero, pero puede esconder un error aún más grave: a veces el analista no etiqueta un flujo o un proceso porque simplemente no se le ocurre algún nombre razonable.

# **VENTAJAS DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO**

- Favorecen la comprensión del proceso a través de mostrarlo como un dibujo. El cerebro humano reconoce fácilmente los dibujos. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto.
- Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Se identifican los pasos redundantes, los flujos de los re-procesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella, y los puntos de decisión.
- Muestran las interfaces cliente-proveedor y las transacciones que en ellas se realizan, facilitando a los empleados el análisis de las mismas.

• Son una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso.

# **TIPOS DE DIAGRAMAS DE FLUJO**

**Formato Vertical**: En él el flujo o la secuencia de las operaciones, va de arriba hacia abajo. Es una lista ordenada de las operaciones de un proceso con toda la información que se considere necesaria, según su propósito.

Formato Horizontal: En el flujo o la secuencia de las operaciones, va de izquierda a derecha.

**Formato Panorámico**: El proceso entero está representado en una sola carta y puede apreciarse de una sola mirada mucho más rápido que leyendo el texto, lo que facilita su comprensión, aun para personas no familiarizadas. Registra no solo en línea vertical, sino también horizontal, distintas acciones simultáneas y la participación de más de un puesto o departamento que el formato vertical no registra.

**Formato Arquitectónico**: Describe el itinerario de ruta de una forma o persona sobre el plano arquitectónico del área de trabajo. El primero de los flujogramas es eminentemente descriptivo, mientras que los utilizados son fundamentalmente representativos.

# ANEXO 10. CONSERVACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE REFRIGERACION

La refrigeración industrial para la conservación de alimentos y productos perecederos representa más del 85% del total de los sistemas de producción de frío. Dado que esta operación no confiere al producto ninguna transformación, el valor económico agregado por este concepto es difícil de cuantificar, sin embargo, los costos de la energía utilizada llegan a ser muy importantes y repercuten en el precio final del producto. En el grupo restante de procesos industriales de refrigeración, ésta juega un papel muy importante, ya que el buen funcionamiento de estos equipos condiciona la continuidad y eficiencia del proceso productivo.

En el caso del sector comercio, durante el almacenamiento, transporte y exhibición de productos perecederos, principalmente alimentos, se producen pérdidas o mermas importantes, debido, entre otros factores, al manejo inadecuado de los sistemas de refrigeración.

El diseño y la selección del equipo de refrigeración, las condiciones de operación, el diseño de la cámara frigorífica, el estado de mantenimiento, el funcionamiento de los diferentes componentes de la unidad refrigerante y las costumbres o modalidades operativas determinan la eficiencia de la instalación, el estado final del producto para su venta y los costos por la energía eléctrica consumida y por las mermas de producto. Una buena administración de energía en los procesos de refrigeración repercute en beneficios económicos que pueden alcanzar hasta el 70% de los gastos actuales de electricidad. Dadas las premisas anteriores, las oportunidades de ahorro en la refrigeración industrial, comercial y sus beneficios económicos son múltiples (Ambríz & Romero, 2002).

# ÁREAS DE OPORTUNIDAD

Los problemas que frecuentemente se encuentran en los sistemas de refrigeración industrial y comercial se centran en tres equipos, que aunque no son los únicos, sí repercuten mayormente en los costos de energía eléctrica y, por supuesto, en la productividad.

#### PARA MOTOR-COMPRESOR

El compresor es el equipo donde se localizan las mayores pérdidas cuando no ha recibido el mantenimiento adecuado. Es ahí también en dónde el aspecto tecnológico juega un papel importante. Los compresores reciprocantes tradicionales pueden ser una alternativa adecuada para la aplicación prevista, pero ha de evaluarse la posibilidad de usar compresores más eficientes como los compresores de tornillo.

Las acciones más comunes para la disminución del consumo de energía eléctrica en el compresor se sitúan en tres niveles: de mantenimiento, de operación y de cambio tecnológico. En cuanto al primero se tienen las pérdidas por fricción debidas a una lubricación ineficiente. La corrección de una mala lubricación puede conducir a tener un ahorro entre el 1 y 3% de la energía empleada por el motor. Por ello, la selección del lubricante juega un papel importante y debe cubrir los cuatro regímenes de operación: lubricación hidrostática, hidrodinámica, elastohidrodinámica y plastohidrodinámica. Los lubricantes sintéticos que últimamente se promueven normalmente cumplen correctamente con estas características.

Por ejemplo un compresor de refrigeración de amoníaco reciprocante con un motor 100 HP de 87% de eficiencia y una operación anual de 7500 horas, con una buena lubricación puede generar ahorros (AE) de (tarifa OM, enero 2001):

$$AE = \left(\frac{100 \, HP}{0.87}\right) \frac{100 \, HP}{0.87} * 0.746 \frac{KW}{HP} * 7500h * 0.01 * 0.5 \frac{\$}{KWh} = \$3,215.00/año$$

La inversión en este caso es prácticamente nula y el gasto anual se incrementa mínimamente.

Es frecuente también encontrar que la tubería de succión no se encuentra aislada. Si bien las pérdidas son bajas, resulta rentable aislarlas.

En lo referente a la operación, a menudo el compresor se encuentra a una presión de succión inferior a los requerimientos y conduce a un trabajo adicional del compresor innecesario y un sobredimensionamiento del condensador o su mala operación. Así, el compresor del ejemplo anterior que opere con una temperatura condensante de 35°C a nivel del mar y a una presión manométrica de succión de 1.33 kg/cm<sup>2</sup>, que con un buen evaporador puede trabajar a una presión de 2.5 kg/cm<sup>2</sup> y cubrir cabalmente las necesidades de la carga térmica (58 ton refrigeración a 0°C), puede generar los siguientes ahorros, considerando que la eficiencia del motor permanece constante.

De los datos del compresor (tablas o gráficas), por ejemplo, del modelo 130 NW-6B de MYCOM, se obtienen los datos de operación bajo diferentes condiciones de presión a la succión y a la descarga.

El ahorro económico se calcula como:

$$AE = \left(\frac{BHP_1}{Ton_1} - \frac{BHP_2}{Ton_2}\right) * \dots TonOp * 0.746 \\ \frac{KW}{HP} * \dots \\ \frac{h}{a\|o} * \dots \\ \frac{\$}{KWh} = \dots \\ \frac{\$}{a\|o}$$

Sustituvendo:

$$AE = \left(\frac{89.9BHP}{58.6Ton} - \frac{101BHP}{94.7Ton}\right) * 58Ton * 0.746 \\ \frac{KW}{HP} * 7500 \\ \frac{h}{a\tilde{n}o} * 0.5 \\ \frac{\$}{KWh} = 75870.55 \\ \frac{\$}{a\tilde{n}o} * 0.5 \\ \frac{h}{KWh} = 75870.55 \\ \frac{h}{a\tilde{n}o} * 0.5 \\ \frac{h}{KWh} = 75870.55 \\ \frac{h}{KWh} = 75870.55 \\ \frac{h}{a\tilde{n}o} * 0.5 \\ \frac{h}{KWh} = 75870.55 \\ \frac{h}{a\tilde{n}o} * 0.5 \\ \frac{h}{KWh} = 75870.55 \\ \frac{h}{A\tilde{n}o} * 0.5 \\ \frac{h}{KWh} = 75870.55 \\ \frac{h}{KWh} = 7580.55 \\ \frac{h}{KWh} = 75870.55 \\ \frac{h}{KWh} =$$

El uso de compresores más eficientes y con la posibilidad de responder punto a punto sobre las variaciones de la carga térmica representa un ahorro de energía considerable. Para determinar los ahorros potenciales hay que considerar las variaciones de cargas diarias, estacionales y anuales. El compresor es capaz de responder a esas variaciones de carga con la consecuente disminución de la potencia demandada por el motor. No se debe despreciar, sin embargo, la disminución de la eficiencia y del factor de potencia del motor que es una función del factor de carga del motor.

Siguiendo con el ejemplo anterior y suponiendo la misma carga térmica, se propone cambiar el compresor reciprocante por uno de tornillo (p.e. Frick modelo RXB-30E), con un motor de 75 HP de alta eficiencia. Supondremos también que opera en régimen estacionario a 75% de su carga térmica; a estas condiciones el motor opera a su máxima eficiencia (94.5%).

Los ahorros económicos generados se calculan de la siguiente manera:

$$AE = \left(\frac{BHP_1 * FC_1}{Ton_1 * n_{m1}}\right) - \left(\frac{BHP_2 * FC_2}{Ton_2 * n_{m2}}\right) * \dots TonOp * 0.746 \frac{KW}{HP} * \dots \frac{h}{a\tilde{n}o} * \dots \frac{\$}{KWh} = \dots \frac{\$}{a\tilde{n}o}$$

Donde los subíndices 1 y 2 representan los compresores y motores anteriores y propuesto respectivamente,  $\eta$  es la eficiencia del motor bajo las condiciones de operación y FC es el factor de carga del motor a esas mismas condiciones.

Para un compresor reciprocante FC viene dado aproximadamente por:

$$FC \approx \frac{TonOp}{TonNom} * 1.1$$

En la que Ton Op, será la capacidad de refrigeración de operación actual en términos de los pasos posibles del compresor. Para el caso del ejemplo este valor será 71 Ton (75%), pues el compresor solo puede hacer el control con pasos del 25%.

Así los ahorros económicos que se pueden obtener mediante la substitución del ejemplo de referencia son:

$$AE = \left(\frac{101.4BHP * \frac{71}{94.7} * 1.15}{94.7 * 0.85}\right) - \left(\frac{79BHP * 0.75}{77.1 * 0.945}\right) * 58Ton * 0.746 \\ \frac{KW}{HP} * 7500 \\ \frac{h}{a\tilde{n}o} * 0.5 \\ \frac{\$}{KWh} = 44,364.00 \\ \frac{\$}{a\tilde{n}o} * 0.5 \\ \frac{\$}{KWh} = 44,364.00 \\ \frac{\$}{$$

Ahora bien, si se consideran los ahorros generados por la respuesta inmediata punto a punto sobre la variación de carga, éstos se incrementan notablemente. Los ahorros alcanzados pueden llegar a ser hasta del 30% por concepto del cambio tecnológico.

#### CONDENSADOR Y EVAPORADOR.

La eficiencia del sistema de refrigeración también depende de las características de diseño y construcción de los intercambiadores de calor integrados en el sistema: condensador y evaporador. El potencial de ahorro de energía por medio de estos equipos está asociado directamente a la potencia y la energía consumida por el motor del compresor.

Igualmente las áreas de oportunidad se pueden dividir en las tres mencionadas anteriormente: por mantenimiento, operación y tecnología. En el caso del mantenimiento del condensador depende del tipo de equipo de que se trate y el fluido de enfriamiento. Sin embargo la principal causa de disminución de la eficiencia son las incrustaciones. En un condensador evaporativo o de tubo y coraza cuyo fluido condensante es agua de pozo, las incrustaciones son de origen cálcico (CaCO<sub>3</sub>) y de magnesio (MgCO<sub>3</sub>). Se tiene que para el primer caso el coeficiente de transferencia de calor disminuye en un 4% con una incrustación de espesor de 1/16", en el segundo caso puede llegar a disminuir hasta un 15%. Esto obliga a aumentar la presión de condensación para que el fluido refrigerante condense pese a esa disminución. Se puede fácilmente demostrar que cada punto porcentual en la disminución del coeficiente de transferencia de calor exige aproximadamente esa misma proporción de aumento en la diferencia de temperaturas entre el fluido refrigerante y el medio condensante.

Para el ejemplo de referencia, para una incrustación de 1 cm de espesor de CaCO3 - MgCO3 (dolomita) en un condensador evaporativo la disminución del coeficiente de transferencia de calor es de 20%. Esto implica que si la temperatura del refrigerante durante la condensación es inicialmente de 35 °C, aumentará a 42 °C, es decir pasará de una presión en la descarga de 12.3 kg/cm2 a 15.3 kg/cm2, para el caso del compresor reciprocante del ejemplo inicial. De los datos del compresor se obtienen los regímenes de

operación bajo los cuales se hacen los cálculos correspondientes. Así, el gasto anual adicional de energía para la operación del sistema es:

$$GE = (\frac{BHP_2}{TonNom_2} - \frac{BHP_1}{TonNom_1}) * TonOp * 0.746 \frac{KW}{BHP} * ... \frac{h}{a\tilde{n}o}$$

En donde los subíndices 1 y 2 representan las capacidades con y sin incrustación respectivamente.

$$GE = (\frac{114.3}{86.34} - \frac{101.4}{94.7}) * 58 * 0.746 \frac{KW}{BHP} * 7500 \frac{h}{acco} = 82,124 \frac{KWh}{año}$$

El gasto económico anual por concepto de las incrustaciones, para la tarifa eléctrica indicada, será de \$41,062.00 al año.

La disminución de la temperatura de condensación, representa un ahorro inmediato de energía.

- Disminuye la presión de descarga del compresor: el ahorro de energía se estima en función de la disminución de la potencia al freno requerida en el compresor.
- Incrementa la transferencia de calor en el condensador. Al hacer más eficiente este proceso, la condensación podrá realizarse con la actual temperatura del medio de condensación (agua o aire).
- Aumenta la producción de frío (se eleva la productividad).

Es recomendable realizar la limpieza del condensador tres veces al año. Los costos acarreados por esta acción, en el caso del ejemplo, serían:

N° de horas anuales requeridas por condensador: 120 horas hombre a \$60.00/ hora hombre, con un costo total anual de mano de obra de: \$ 7'200.00

El período simple de recuperación de la inversión será

$$PSRI = \frac{\$7,200}{\$41.062} * 12 = 2.1 meses.$$

Que bien puede interpretarse que el ahorro neto anual es de: \$41,062 - \$7,200 = \$33,862.00 por año.

Para un caso real se obtuvieron los siguientes ahorros porcentuales con relación a:

- La factura: 4.88%.
- La potencia eléctrica demandada: Ahorro = 3.38%.
- La energía eléctrica consumida: Ahorro = 4.44%.

Las figuras 8 y 9 muestran la disminución de los coeficientes de transferencia de calor por incrustaciones de carbonato de calcio y dolomita respectivamente en función del espesor de la capa incrustante.

En el evaporador, las incrustaciones y la acumulación de aceite en el interior así como la formación de escarcha exterior generan una disminución en la transferencia de calor. Ello provoca que para mantener el mismo efecto refrigerante, se haga necesario disminuir la presión de succión y con ello un aumento del trabajo en el compresor. La figura 10 muestra la gráfica de disminución del coeficiente de transferencia de calor por efectos de la formación de escarcha en un evaporador de tipo difusivo. El método de cálculo de las pérdidas es el mismo que para los condensadores.

En las cámaras de refrigeración suelen presentarse varios problemas relacionados con el mantenimiento: falta de cortinas aislantes o deterioradas, puertas mal selladas, flujos de aire mal canalizados, almacenamientos mal distribuidos, infiltraciones por sellos en mal estado, aislamientos térmicos en las paredes de la cámara, de los tanque de almacenamiento de agua helada, etc. Estos detalles generan una necesidad de mayor capacidad de refrigeración y, por consecuencia, un gasto mayor.

El cuadro 41 muestra las características de operación actuales de un caso práctico y las condiciones que se obtendrían con una limpieza del condensador evaporativo (con 1.2 cm de espesor de carbonato de calcio) y del evaporador inundado de un tanque de salmuera de cloruro de sodio con incrustaciones de 0.3 cm de espesor de una sal compuesta de NaCl-NaCO<sub>3</sub>-KCO<sub>3</sub>-CaCO<sub>3</sub>. Se muestra también el ahorro de energía y el beneficio económico, que es posible obtener mediante esta sencilla acción.

En el caso de la operación de estos equipos, se encuentra con frecuencia que los condensadores no se diseñan o seleccionan adecuadamente. En los condensadores evaporativos el gasto de aire requerido es función de la temperatura de bulbo húmedo; es posible disminuir el trabajo del ventilador con un control de velocidad del motor en función de la humedad relativa y con ello se disminuye a su vez el consumo de energía. En los evaporadores y en las cámaras de refrigeración es posible obtener grandes ahorros mediante simples reglas de uso:

Mantener las puertas cerradas aún cuando su uso sea intensivo (p.e, colocar cierre automático que pueda abrir desde afuera y adentro)

Operar los difusores en función de la carga térmica.

Empacar los productos adecuadamente para evitar la evaporación del agua contenida en ellos.

Estibar adecuadamente los productos para que se permita la buena circulación del aire y mejorar la transferencia de calor (frío) entre el producto y el aire. Así también se disminuirán las mermas y en consecuencia aumenta la productividad.

Establecer programas de acceso a las cámaras para evitar aberturas innecesarias.

El cuadro 42 muestra los potenciales de ahorro clásicos que se pueden encontrar en una instalación industrial. En ella se muestran los estadísticos encontrados en un conjunto de fábricas de hielo.

En conclusión, se puede decir que es bastante común encontrar que los sistemas de refrigeración en operación no han sido correctamente seleccionados o que reciben un mantenimiento deficiente. Que existen tres grandes áreas de oportunidad para la conservación de la energía: mantenimiento de las instalaciones, operación de los sistemas y equipamiento y modificación de las instalaciones. El potencial de ahorro de energía se sitúa entre el 30 y 70 % de la actualmente consumida y la inversión requerida se recupera en un plazo de 0 a 36 meses.

Cuadro 41. Potencial de ahorro de energía con limpieza de condensadores y evaporadores.

ESTADO ACTUAL	AMBOS	LIMPIOS
Temperatura de condensación (°C)	41	33
Temperatura de evaporación (°C)	-27	-22
Efecto refrigerantes (KJ/Kg)	1349.5	1500.1
Trabajo de comprensión (KJ/Kg)	413.8	386.6
Calor de condensación (KJ/Kg.)	1444.6	1456.9
Toneladas de refrigeración de operación	26.0	29.22
Potencia total de operación (HP)	43.3	35.38
Potencia al freno (BHP)	71.22	69.68
Potencia unitaria (WATT/Ton.)	1103.5	902.2
Potencia real consumida (Kw)	72.40	67.17
Energía consumida (Kwh/año)	521,280	483,624
Ahorro de energía (Kwh/año)	0.0	37,656
Ahorro económico (\$/año)	0.0	18,823.00

Cuadro 42. Acciones de ahorro de energía de corto plazo en sistemas de refrigeración.

MEDIDA	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA	POTENCIA	FACTURA	INVERSIÓN.	PSRI
TIPO	MEDIDA	% AHORRO	% AHORRO	% AHORRO	miles de \$	MES
Mantenimiento	Limpieza Evaporador- Condensador	4 - 8	3 - 6	4 – 10	1-3	2 - 5
	Aislamiento de la Tubería de succión	1 - 4		1 - 3	2-3	3 - 5
	Tapas de moldes	1.5 - 6		1.5 - 5	0.2 - 0.3	12 -18
	Aislamiento de cámaras (010°C)	1 - 2.5		1 - 2.5	0.9 - 1 /m2	15 - 60
	Puerta y cortinas	0.3 - 1		0.3 - 1	3 - 5	36 - 42
Operación	Control de densidad de salmueras	2 - 3.5		2 - 3		
	Pre-enfriamiento de aire	1 - 2	~ 1	1 - 2	~1	3.5 - 4
Equipamiento	Enfriamiento medio ambiente sobre te-chos	1 - 2		1 - 2	0.045 /m2	~ 26
	Enfriamiento medio ambiente turbinas eólicas	1-2		1-2	6 - 8	18 - 26
	Cambio de compreso- res de tornillo	30 - 35	35 - 40	40 - 50	76	28

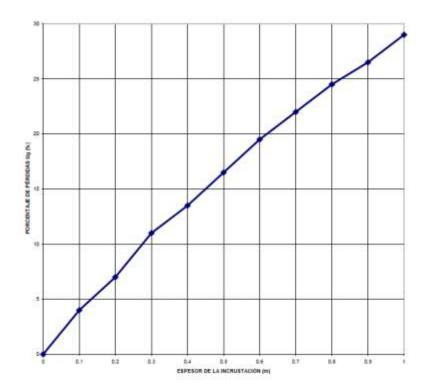


Figura 8 Pérdidas en la transferencia de calor por incrustaciones de carbonato de calcio (condensador de tubo y coraza) (30°C, Flujo Turbulento y convención forzada. Refrigerante: amoníaco, condensante: agua)

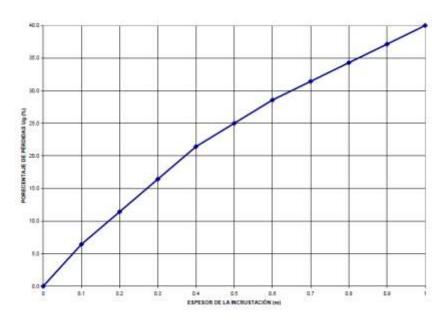


Figura 9 Pérdidas en la transferencia de calor por incrustaciones exteriores de dolomita (condensador).

(30°C, Flujo Turbulento y convención forzada. Refrigerante: amoníaco, condensante: agua)

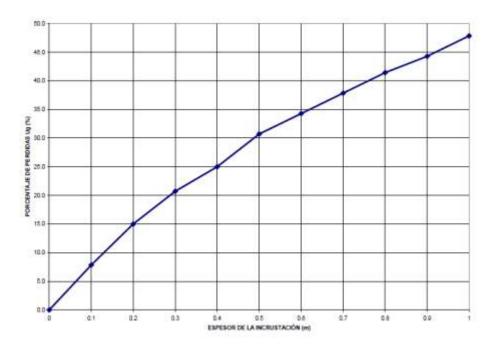
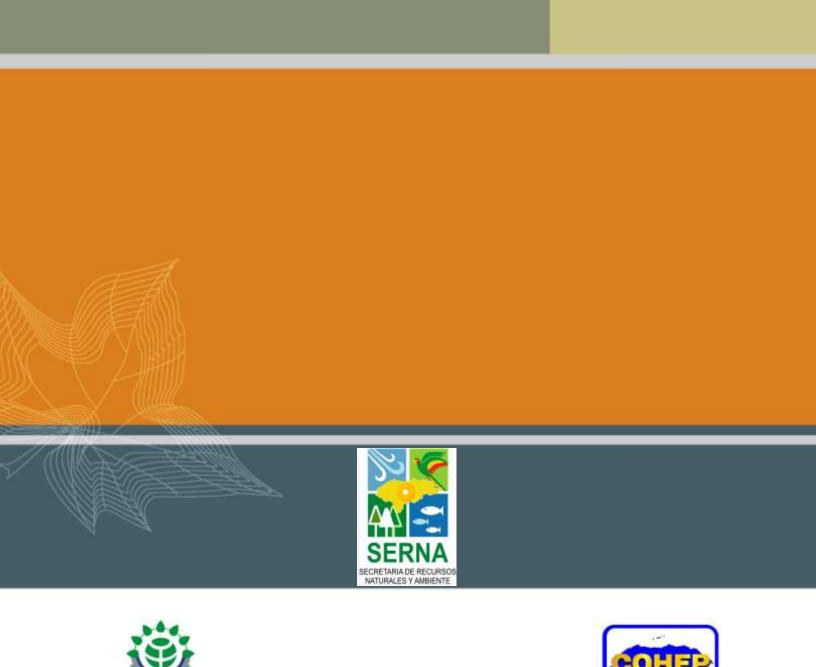


Figura 10 Pérdidas en la transferencia de calor por formación de escarcha en la superficie del evaporador (evaporador difusivo).

(0 a 10°C, Flujo Turbulento y convención forzada. Refrigerante: amoníaco, condensante: agua)



Financiado por:

DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

CNP+LH
Centro Nacional de
Producción Más Limpia
de Honduras