



Guía de
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA
para la producción porcina



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

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

REPÚBLICA DE HONDURAS, 2009

Elaboración técnica

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

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 la producción porcina” 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

Siglas y acrónimos	v
I. Introducción	1
A. Acerca de esta guía.....	2
B. ¿A quién va dirigida la guía?	2
II. Justificación y objetivos	4
A. Justificación	4
B. Objetivos.....	5
1. Objetivo General.....	5
2. Objetivos específicos	5
III. Marco conceptual de producción más limpia	6
A. Producción más Limpia (P+L).....	6
B. Metodología para implementar un Programa de P+L.....	7
1. Primera fase: planeación y organización del programa de producción más limpia	7
2. Segunda fase: evaluación en planta	9
3. Tercera fase: estudio de factibilidad.....	11
4. Cuarta fase: implementación.....	12
5. Resumen de implementación de un programa de P+L.....	13
C. Opciones generales de P+L.....	14
D. Indicadores	14
1. Indicadores de procesos	15
2. Indicadores ambientales.....	16
IV. Descripción del Proceso productivo	17
A. Definición.....	17
B. Características	17
C. Proceso de producción porcina	19
1. Etapa de reproducción y gestación.....	19
2. Etapa de maternidad	20
3. Etapa de destete	20
4. Etapa de desarrollo y crecimiento	21
5. Etapa de engorde.....	21
6. Descripción de subprocesos	22
D. Impactos ambientales originados por el proceso	24
1. Residuos sólidos.....	25

2.	Residuos líquidos	25
3.	Emisiones atmosféricas	25
V.	Buenas Prácticas para la producción más limpia	26
A.	Buenas prácticas operativas	27
1.	Capacitación de personal.....	27
2.	Mantenimiento de equipo e instalaciones	28
3.	Recomendaciones generales para asegurar la calidad y el desempeño óptimo del proceso 29	
B.	Buenas prácticas para el uso eficiente de agua, energía de P+L: recomendaciones generales..	31
1.	Recomendaciones generales para el uso eficiente del agua	31
2.	Recomendaciones generales para el uso eficiente de la energía.....	33
3.	Recomendaciones generales para el uso eficiente de materias primas e insumos	34
4.	Recomendaciones generales para la reducción de residuos y emisiones del rubro porcino 36	
C.	Recomendaciones específicas para el proceso	37
1.	Recomendaciones específicas para el uso eficiente del agua en el proceso.....	38
2.	Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la energía en el proceso	40
3.	Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la materia prima e insumos en el proceso	41
4.	Recomendaciones específicas para la reutilización y reciclaje en el proceso	42
VI.	Marco Legal	45
VII.	Glosario.....	49
VIII.	Bibliografía	55
IX.	Anexos	57
	Anexo 1. Iniciativas en la región.....	57
	Anexo 2. Proveedores de p+l	61
	Anexo 3. Proveedores de tecnologías para el rubro porcino.....	63
	Anexo 4. Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L	64
	Anexo 5. Lista de chequeo para diagnóstico rápido de P+L.....	67
	Anexo 6. Guía metodológica para visitas de diagnóstico rápido	71
	Anexo 7. Principales biodigestores existentes	74
	Anexo 8. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua	76
	Anexo 9. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia energetica.....	78
	Anexo 10. Diagramas de flujo	83
	Anexo 11. Ejemplos de alternativas para tratamiento de aguas residuales del rubro porcino.	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación (ONUDI, 1999)	6
Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L (ONUDI, 1999)	7
Figura 3. Diagrama de entradas y salidas.	10
Figura 4. Resumen del proceso de implementación de P+L.....	13
Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso.	15
Figura 6. Diagrama del proceso de producción porcina.....	19
Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del proceso de producción porcina	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Beneficios de la Producción más Limpia.	7
Cuadro 2. Registro de miembros del equipo de P+L.	8
Cuadro 3. Indicadores de procesos.	16
Cuadro 4. Escala y tipos de indicadores ambientales que pueden definirse	16
Cuadro 6. Insumos para el programa de reproducción de cerdos.....	20
Cuadro 7. Insumos para el programa de levante y lechones, dotación de concentrado.....	20
Cuadro 8. Insumos para el programa de engorde de cerdos	21
Cuadro 9. Tipos de insumos o productos utilizados.....	21
Cuadro 10. Consumo de agua.....	22
Cuadro 11. Producción de cerdaza según la etapa productiva del cerdo	22
Cuadro 12. Temas de capacitación básicos en una empresa.	27
Cuadro 13. Equipo e instalaciones para la producción porcina.	28
Cuadro 14. Recomendaciones generales De P+L para el uso eficiente del agua en la operación	32
Cuadro 15. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la energía en la operación	33
Cuadro 16. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima e insumos en la operación	34
Cuadro 17. Recomendaciones generales de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos en la operación.....	37
Cuadro 18. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente del agua en el proceso	39
Cuadro 19. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente de la energía en el procesos	40
Cuadro 20. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente de la materia prima e insumos en el proceso	41
Cuadro 21. Recomendaciones específicas de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos en el proceso	42

Cuadro 22. Legislación aplicable a la operación del proyecto por factor ambiental	45
Cuadro 23. Marco legal por insumos ambientales, residuos de actividades generales y factores externos.....	46
Cuadro 24. Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones.....	64
Cuadro 25. Lista para el control de la implementación de buenas prácticas.....	64
Cuadro 26. Registro de producción mensual	64
Cuadro 27. Registro de sub-productos.....	64
Cuadro 28. Registro de materias primas.	64
Cuadro 29. Registros de residuos líquidos.	65
Cuadro 30. Registro de residuos sólidos.	65
Cuadro 31. Registros de emisiones.	65
Cuadro 32. Ficha para el control de la entrada de agua.....	65
Cuadro 33. Ficha para el control de la salida de agua.	65
Cuadro 34. Ficha para el monitoreo del uso de agua.....	65
Cuadro 35. Formato para la recolección de información de consumo energético.....	66
Cuadro 36. Formato para el control de energía consumida vs. Energía requerida.	66
Cuadro 37. Formato para el control del consumo de combustible.....	66
Cuadro 38. Formato para el reporte mensual energético.....	66
Cuadro 39. Formato para el control de la implementación de medidas.	66
Cuadro 40. Pérdidas de agua por fugas.....	76
Cuadro 41. Ahorro estimado de agua por uso de pistolas industriales.	76
Cuadro 42. Consumo de energía según el equipo.....	78
Cuadro 43. Niveles de iluminación según la actividad	79
Cuadro 44. Equivalencias entre lámparas incandescentes y fluorescentes.....	79
Cuadro 45. Opciones de sustitución de tecnología T-12 por T-8 y T-5.....	79
Cuadro 46. Cuadro de opciones de sustitución.....	80
Cuadro 47. Espesor en mm recomendado de aislamiento de fibra de vidrio, según el diámetro y temperatura de la tubería.	80
Cuadro 48. Pérdidas en tuberías sin aislar	81
Cuadro 49. Eficiencias típicas para calderas industriales nuevas.....	82

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ANAPOH	Asociación Nacional de Porcicultores de Honduras
CDH	Centro de Desarrollo Humano
CNP+LH	Centro Nacional de la Producción Más Limpia en Honduras
DECA	Dirección de Evaluación y Control Ambiental
DEI	Dirección Ejecutiva de Ingresos
DGRH	Dirección General de Recursos Hídricos
DR-CAFTA	Tratado de Libre Comercio entre Centro América, República Dominicana y los Estados Unidos de América
EAP	Escuela Agrícola Panamericana
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
SINEIA	Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
SOPTRAVI	Secretaría de Obras Públicas Transporte y Vivienda
SSP	Secretaría de Salud Pública
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UMA	Unidad Municipal Ambiental

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. El ACA busca proteger, mejorar y conservar el ambiente y los recursos naturales y paliar 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 la producción porcina”, 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 productoras de cerdos, mediante la implementación de la metodología de P+L en procesos productivos, productos y servicios. La guía brinda lineamientos generales a la industria productora porcina, para identificar, evaluar e implementar P+L, lo cual permitirá incrementar la eficiencia y la rentabilidad de rubro, previniendo a su vez la contaminación del ambiente.

La guía contiene una breve descripción del proceso de producción porcina. 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 residuos.

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

Finalmente, es necesario mencionar que la información contenida en esta guía proviene de la experiencia práctica generada al visitar empresas pertenecientes al rubro productor porcino 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 residuos.

A. ACERCA DE ESTA GUÍA

La presente “Guía de Producción más Limpia para la producción porcina”, se elaboró con el propósito de orientar a los porcicultores 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 su contenido, 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 la producción porcina”¹. 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.

B. ¿A QUIÉN VA DIRIGIDA LA GUÍA?

La “Guía de Producción más Limpia para la producción porcina” está dirigida a:

- Empresarios, encargados y personal técnico clave de empresas porcinas interesadas 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.

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.

- A los investigadores, consultores, miembros de Organismos no Gubernamentales (ONG) e inversionistas que apoyen el incremento de competitividad de granjas porcinas.

Siguiendo las directrices de la guía, estos actores podrán conocer el proceso de producción Porcina con un enfoque más limpio y los aspectos a considerar al promover estas iniciativas.

¹ Disponible en la Secretaría de Recursos Naturales (SERNA), www.serna.gob.hn

- A las autoridades ambientales encargadas de realizar una adecuada gestión en torno al tema.

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

- A los estudiantes interesados en conocer detalles generales y específicos sobre la producción más limpia en el rubro Porcino.

El documento permitirá conocer el proceso básico para la producción porcina.

II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

A. JUSTIFICACIÓN

En los últimos cinco años, la producción de carne de cerdo y el hato porcino nacional, han mostrado bajas tasas de crecimiento, presentando incluso niveles de estancamiento. Los productores que lograron superar la crisis, se vieron obligados a subsidiar con fondos propios las enormes pérdidas derivadas del estancamiento del esquema productivo y financiero y dichas pérdidas nunca fueron recuperados, es por ello que los que aún subsisten han adquirido compromisos financieros adicionales para invertir en tecnología, infraestructura, genética y capacitación, a fin de mejorar la eficiencia en el manejo de las granjas y elevar los índices de productividad a niveles competitivos. Este proceso de modernización aún no concluye y requiere de tiempo para amortizar las inversiones (SAG, sf).

La mayoría de las granjas porcícolas no cuentan con servicios de energía eléctrica ni carreteras en buenas condiciones. La producción porcícola se distribuye geográficamente como sigue: zona norte el 45%, zona central el 35%, sur y occidental el 10% en cada una. El 45% de productores están asociados a la Asociación Nacional de Porcicultores de Honduras (ANAPOH), las mujeres propietarias de granjas suman únicamente el 7% del total.

Actualmente la porcicultura genera empleo para unas 16,000 familias. El 15% de las granjas son gestionadas por mujeres que se involucran en actividades administrativas, procesos de producción, maternidad de granjas, comercialización y otras. Los empleos derivados de la actividad porcícola son permanentes e importantes en un sector rural con poca oferta de trabajo y que contribuye significativamente con la migración hacia las ciudades. Esta actividad también genera empleos indirectos en las plantas de concentrado, rastros municipales y casas veterinarias, entre otras.

La porcicultura hondureña en granjas tecnificadas, cuenta actualmente con unos 8,000 vientres, población que consume alrededor de 1.5 millones de quintales de concentrado producidos localmente. El 50% de la materia prima de estos concentrados es el maíz, por lo que la actividad porcícola beneficia a los productores de este cultivo. Existe un importante potencial productivo de carne de cerdo que se puede alcanzar aumentando el hato reproductor y mejorando la eficiencia gerencial y productiva de las granjas porcinas.

En Honduras existen importantes iniciativas del sector privado y del gobierno para impulsar la producción de cerdos, 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 elaboración de la presente “Guía de Producción más Limpia para la producción porcina”, que permitirá a los empresarios asumir e implementar la metodología de P+L como estrategia para hacer más eficientes sus procesos.

B. OBJETIVOS

I. OBJETIVO GENERAL

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

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Incentivar la producción porcina, 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 se refiere al manejo de residuos.

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 eco-eficiencia 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 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 metodología 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 limpias (Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia, 2007).

Con la implementación 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 reciclaje/reutilización) y los de control (tratamiento y disposición final).



Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación (ONUDI, 1999)

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.

AL REDUCIR	SE INCREMENTA
• El uso de la energía en la producción. • La utilización de materias primas. • La cantidad de residuos y la contaminación • Los riesgos de accidentes laborales, lo que a su vez implica reducción de costos (ejemplo: primas de seguros más bajas). • La posibilidad de incumplimiento de normas ambientales y sus correspondientes sanciones. • Costos en la producción • La tasa de uso de recursos naturales y la tasa de generación de residuos contaminantes. • Los riesgos medio ambientales en caso de accidentes.	• La calidad del producto • La eficiencia, a través de una mejor comprensión de los procesos y actividades de la empresa. • La motivación del personal. • El prestigio, al mejorar la imagen de la empresa al socializar los resultados del proceso. • La competitividad en nuevos mercados nacionales e internacionales. • Ingresos y ahorros de la empresa. • La protección del medio ambiente. • La mejora continua de la eficiencia medioambiental en las instalaciones de la empresa y de los productos

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

B. METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE P+L

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) (ONUDI, 1999) (GTZ, 2007).

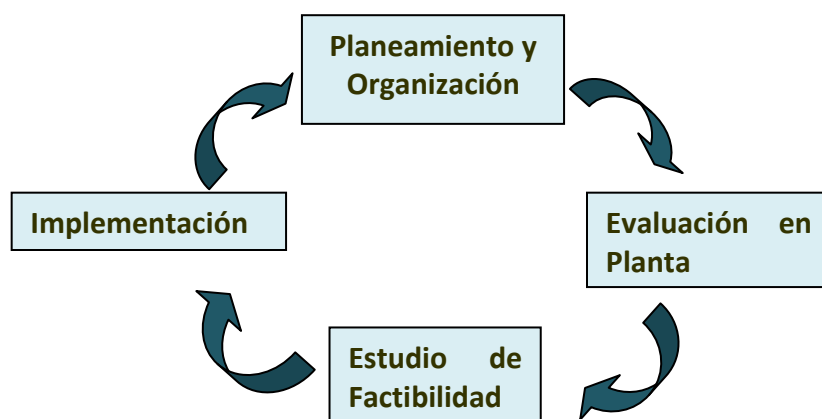


Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L (ONUDI, 1999)

I. 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.

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.

Organizar el equipo de P+L

Para poder organizar un equipo de trabajo, es necesario dar a conocer al personal de la empresa los planes que se tienen 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 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 imprescindibles 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 habilidades

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.

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 el 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.

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

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 cognitivas necesarias para llevar a cabo el programa de forma eficiente y obtener las metas en el tiempo establecido.

2. SEGUNDA FASE: EVALUACIÓN EN PLANTA

La fase de evaluación del proceso en 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 planta 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 empresa y del proceso de producción (volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo).
- 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.

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 5: Lista de chequeo para diagnóstico de P+L).

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.

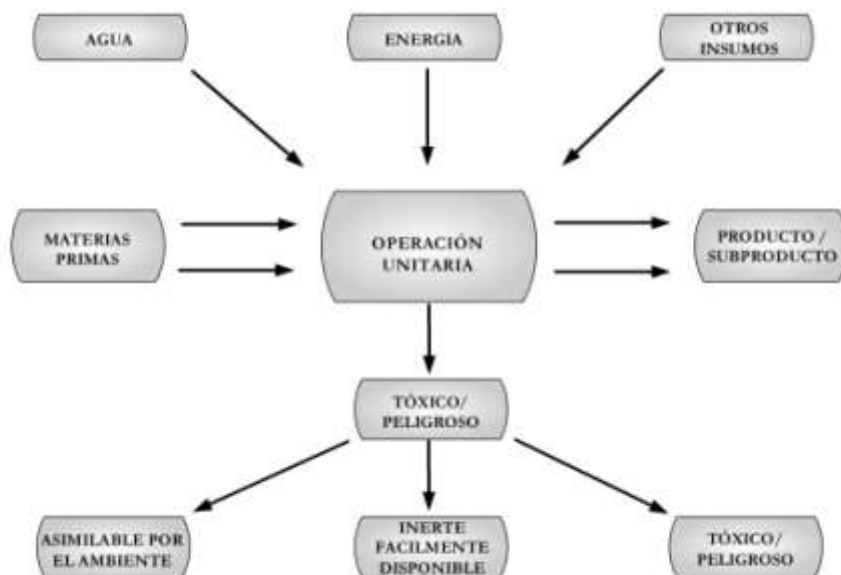


Figura 3. Diagrama de entradas y salidas.

Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía

Para establecer los registros y mediciones de materias primas, consumo de agua y consumo energético debe diseñarse un recorrido por la empresa (GTZ, 2007), a lo largo del cual se resuelvan las siguientes interrogantes:

¿Cómo debe ser el recorrido por la empresa? En el Anexo 6, “Guía metodológica para visitas de diagnóstico rápido” se da algunas recomendaciones 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 maquinas, 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.

Organizar el equipo evaluador

Se debe organizar un equipo evaluador conformado por empleados competentes, responsables y experimentados en donde quede representada cada etapa 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 preparar la introducción, presentación, cierre, desarrollo de la visita de acuerdo a la planificación, organización de los horarios, etc.
- Responsable(s) de las listas de chequeo: deberá alistar las listas de chequeo necesarias para cada área visitada.
- Responsable(s) de las estadísticas de insumos, residuos y de sus respectivos costos en el proceso de producción: deberá alistar los datos cuantificables de volúmenes y costos de materia prima, agua, residuos, etc. y calcular diferentes escenarios de ahorro.
- Responsable(s) de los flujos de materiales y energía: sistematizará las etapas del proceso, sus entradas y salidas para la preparación de los diagramas de flujo.
- Observador: deberá evaluar la interacción del grupo y los procesos de comunicación (GTZ, 2007).

Generar opciones

Al momento de realizar el recorrido por la empresa, se deben identificar puntos críticos en las distintas áreas del proceso, haciendo énfasis en el uso eficiente de los recursos energía, agua y materia prima; así como en la generación de residuos de producción. Para esto, previo a realizar el recorrido, el equipo tendrá que tener claridad sobre los aspectos a evaluar y los datos a recopilar. Se recomienda elaborar un cuestionario que facilite la evaluación de los procesos durante el recorrido.

La evaluación de la planta generará información sobre metas e intervenciones, que se incorporarán en el plan de acción. Dichas metas deberán ser ambiciosas dentro de los límites de la viabilidad económica social 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.

3. TERCERA FASE: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

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

- Evaluación técnica, económica y ambiental: considerando como estos elementos afectan a la producción, la calidad, el ambiente, los costos de inversión y beneficios.
- Definición de recomendaciones.
- Selección de las medidas a tomar.

Evaluación técnica, económica y ambiental

Una vez realizado el recorrido por la empresa, se tendrá que organizar la información recopilada y establecer indicadores que muestren los puntos críticos del proceso, los cuales podrán transformarse en las oportunidades de mejora a recomendar.

Definición de recomendaciones

Al hacer una recomendación es importante definir con claridad el tipo de 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 tomar

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.

4. 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: asignación de recursos y determinación de los responsables de llevar a cabo estas medidas.
- Monitorear y evaluar las medidas implementadas, mediante el uso de indicadores que permitan medir el desempeño, de auditorías internas y de reportes de seguimiento.

Establecer la fuente y cantidad de fondos destinados al proyecto

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.

PLAN DE ACTIVIDADES PARA IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

1. Presentación del Proyecto.
2. Que se espera con su implementación, beneficios, requerimientos (min. 30 min.).
3. Capacitación: Que es "Producción más Limpia" (mín. 2 horas).
4. Formación del equipo y responsables.
5. Plan de Auditoría (2-3 horas).
6. Diagnóstico de Producción más Limpia: recopilación de información (1-8 días en total).
7. Diagnóstico de Producción más Limpia: trabajo de campo (1-8 días en total).
8. Diagnóstico de situación actual (anexo 5).
9. Elaboración y presentación del informe final (3-4 semanas).
10. Implementación de medidas (2-6 meses).
11. Seguimiento de medidas de P+L adoptadas.
12. Elaboración y presentación de informe de seguimiento.
13. Reporte de seguimiento al año de implementado el proyecto.
14. Reinicio del proceso de implementación de P+L con una nueva evaluación en planta. (CONAM, 2003)

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

La implementación de acciones, 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 de la página anterior, el plan que utilizó una empresa para implementar un programa de P+L. Se debe aclarar que los tiempos asignados para cada actividad dependerán del tamaño de la organización, del número de trabajadores, de los productos/servicios y de los procesos involucrados.

5. RESUMEN DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE P+L

Como ya se ha establecido, la implementación de P+L es la simple aplicación de 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 continua con una etapa de seguimiento de las mismas, para posteriormente identificar e implementar nuevas acciones (Figura 4). Adicionalmente, de acuerdo al tamaño de las plantas, estas podrán optar a ser parte del programa de venta de Certificados de Reducción de Emisiones o CERS (Para mayor información dirigirse a <http://cdm.unfccc.int/reference/documents>; <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/publicview.html>).

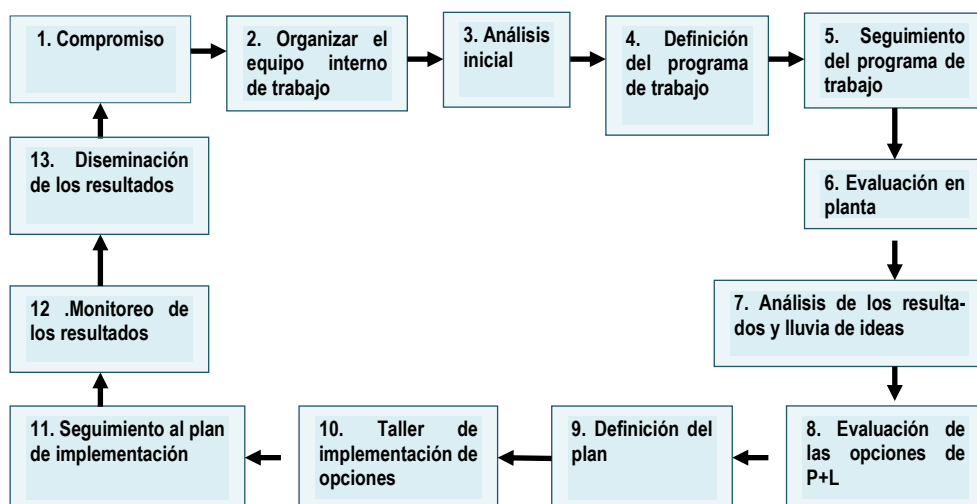


Figura 4. Resumen del proceso de implementación de P+L.

Fuente: Manual P+L de la ONUDI, 1999.

C. OPCIONES GENERALES 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 medidas correctivas. Este proceso tendrá un mayor valor si se consideran las sugerencias de todos los miembros del equipo de P+L. Los elementos básicos a considerar se presentan a continuación:

- Cambios en las materias primas: mediante un cambio en las materias primas se puede reducir la generación y formación de residuos o compuestos residuales peligrosos, originados por la presencia de impurezas en las materias primas inadecuadamente seleccionadas. Al sustituir un compuesto peligroso o contaminante por otro más inocuo, se elimina la necesidad de aplicar un tratamiento al “final del tubo”.
- Cambios en las tecnologías: se refiere a las modificaciones que pueden realizarse en el proceso o en los equipos, con la finalidad de reducir la generación de residuos y emisiones, así como al uso eficiente de materias primas y energía.
- Generar buenas prácticas operativas: consiste en una optimización de los procedimientos operativos y administrativos para reducir o eliminar, residuos, emisiones, uso ineficiente de insumos y tiempos de operación.
- Reutilización y reciclaje en planta: estas dos actividades pueden dar lugar a una recuperación de materias útiles, y a la localización de nuevos factores que promuevan el uso adecuado de materias primas, reduciendo así los gastos innecesarios.

De la evaluación del estado de la empresa y de las opciones generales de P+L que se apliquen, se pueden obtener los siguientes resultados:

- Localización de los principales puntos de entrada: consumo de agua, energía, materia prima e insumos
- Identificación de las principales fuentes de residuos y las cantidades generadas
- Identificación de procesos que generan una cantidad considerable de residuos
- Establecimiento de puntos críticos
- Identificación de fortalezas desde el enfoque de procesos, y desde un análisis económico y ambiental
- Establecimiento de un programa de reuniones para seguimiento de la implementación
- Publicación, a nivel interno y externo, de los avances y resultados obtenidos (CONAM, 2003) (ONU-DI, 1999).

D. 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.

I. INDICADORES DE PROCESOS

Los indicadores de proceso tienen como propósito de 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 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 o proyecto.

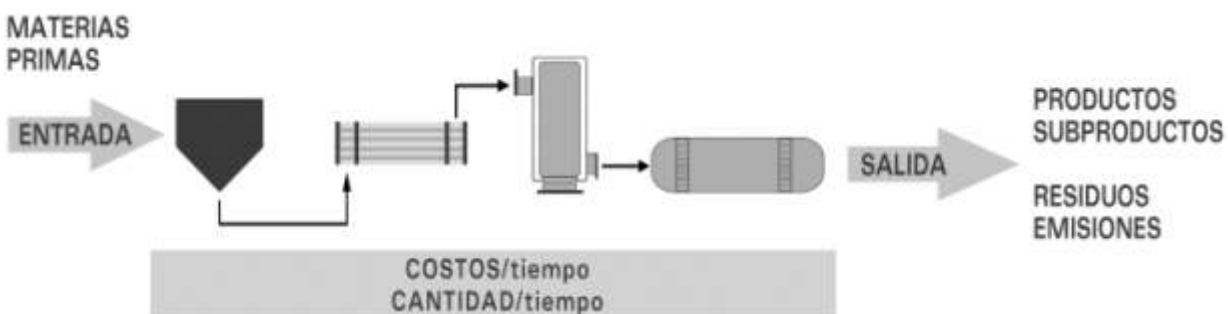


Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso.

El balance de entradas y salidas establece que el peso total de los materiales que ingresan a un proceso (materia prima, insumos, energía, agua, etc.), es igual al de los productos, subproductos, residuos y emisiones que salen del mismo:

$$\text{Materias primas} - (\text{Productos} + \text{Subproductos}) = \text{Residuos} + \text{Emisiones}$$

Esta ecuación permite detectar posibles fallas en el proceso, definir el impacto del mismo en función de la cantidad de residuos generados y 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 presentan 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 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 DE MATERIALES:

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

ANÁLISIS DE SALIDAS DE MATERIALES:

- Cuantificación de productos, subproductos, residuos y emisiones.
- Identificación de los volúmenes de subproductos que se reciclan.
- Registro de los residuos y emisiones generadas, y procedimientos de gestión.
- Clasificación de los residuos en no contaminantes y contaminantes.

Cuadro 3. Indicadores de procesos.

Indicador	Ejemplo de unidades de medida
Cantidad de agua consumida por unidad productiva	Litro o m ³ / ton de producción
Cantidad de efluentes o aguas residuales por unidad productiva	Litro o m ³ / ton de producción
Cantidad de energía consumida por unidad productiva	Kwh. / ton de producción
Cantidad de combustibles y lubricantes consumidos por unidad productiva	Gal / ton de producción
Cantidad de materia prima consumida por unidad productiva	Kg. / ton de producción
Cantidad de sub-productos generados por unidad productiva	Kg. /ton de producción
Cantidad de residuos sólidos generados por unidad productiva	Kg. ó Lbs. / ton de producción
Cantidad de emisiones al aire: calor, ruidos, polvo, contaminantes por unidad productiva	Litro o m ³ / ton de producción

Fuente: CNP+LH

2. 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. Por lo tanto, las herramientas de gestión ambiental más importantes son los indicadores que se constituyen en un factor que permite reducir continuamente la contaminación y facilita la comunicación con grupos externos interesados en el tema.

Uno de los principales atributos de los indicadores ambientales es la capacidad de cuantificar 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 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	• Relacionados con gases de efecto invernadero, según listado de Protocolo de Kioto (CO2 Equivalente). • Relacionados con sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, según listado de Protocolo de Montreal. • Relacionados con Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), según listado de Protocolo de Estocolmo.
Local	• Relacionados con emisiones atmosféricas: material particulado, Dióxido de Sulfuro (SO2) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs). • Relacionados con vertimientos de aguas residuales: Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Carbón Orgánico Total. • Relacionados con consumo: agua y energía (combustibles, electricidad). • Relacionados con la reducción de generación de residuos. • Relacionados con costos de reciclaje, disposición y transporte de residuos.

(Ministerio Federal del Medio Ambiente, 2007)

IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

A. DEFINICIÓN

La porcicultura es una actividad de crianza que tiene diferentes niveles de tecnificación de acuerdo al tipo de explotación agropecuaria. Va desde una crianza artesanal que por lo general es poco tecnificada y empírica, hasta una crianza industrial que se basa en todos los adelantos científicos y tecnológicos disponibles.

En efecto la porcicultura es una actividad de crianza común entre pequeños agricultores que por lo general tienen algunos animales que alimentan con sobrantes o desechos de cultivos y algún suplemento alimentario. La crianza de cerdos en estas condiciones permite aprovechar eficientemente todos los recursos de la finca, con una baja inversión y obtener un ingreso o contar con un suministro de carne para propietarios o trabajadores de la finca.

Al otro lado del espectro se encuentra la producción porcícola industrial que requiere de conocimientos de zootecnia, economía y administración y de una considerable inversión de capital. El propósito de esta actividad es puramente comercial y busca incrementar el capital invertido.

B. CARACTERÍSTICAS

Los cerdos tienen las siguientes características anatómicas, morfológicas y físicas:

- Cabeza de tamaño pequeño en las razas puras, grandes y largas en las comunes terminada en un hocico rodeado por un anillo calloso que les permite hozar y terminado en las fosas nasales y boca.
- Piel gruesa cubierta de cerdas, pelo grueso, cuyo color varía según la raza, blanco, rojizo, amarillento, negro.
- Orejas grandes y anchas.
- Cola delgada, retorcida que termina en un pincel de cerdas.
- Órganos sexuales del macho: Testículos perineales debajo del ano, pene agudo dirigido hacia delante, prepucio umbilical.
- Órganos reproductores de la hembra: Dos series de mamas paralelas debajo del vientre en número que varía de ocho a catorce. Labios vulvares debajo del ano.
- Manos y patas cortas con cuatro dedos perfectos que terminan en pezuñas, de los cuales dos son más desarrollados que tocan el suelo, los otros son cortos, muchos tienen los dedos soldados.

La producción de cerdos se caracteriza por tener:

- Un encierro que facilita la alimentación del animal, su manejo y su salida oportuna al mercado.
- Una alimentación controlada y compuesta por una porción mínima de concentrado y una alimentación de cuido, formada por productos y subproductos agropecuarios.

- Un manejo de los animales dentro del módulo, que incluye su cuidado sanitario, que permite sacar los cerdos al mercado de 6 a 7 meses de edad

a. El encierro

En los últimos años la industria porcina se ha transformado en un sistema de producción de animales en confinamiento total, provocando una alta producción de excretas, que ocasiona una alta contaminación de las fuentes de agua y del ambiente.

b. Ubicación

El sitio para establecer el módulo de cerdos debe ser un lugar lo más alejado posible de las fuentes de agua y de las casas de habitación. Lo anterior, con el propósito de evitar el riesgo de contaminación en el agua y minimizar los malos olores en las casas. Además, el terreno debe contar con un buen drenaje, que permita mantener sus alrededores libres de aguas estancadas. La granja debe ubicarse en lugares altos, secos y bien drenados. Es recomendable ofrecer protección contra vientos fuertes mediante el establecimiento de setos o de cortinas de árboles.

c. Requerimientos del proceso

Las instalaciones constituyen uno de los elementos más onerosos en el establecimiento de una explotación porcícola. A pesar de su cuantía esta inversión es indispensable y produce utilidades inmediatas. En la medida de lo posible se deben utilizar materiales disponibles localmente para abaratar costos. Los requerimientos para la crianza del cerdo dependerán de la etapa de crecimiento en las que se encuentren.

d. Programa de alimentación

Los cerdos pueden ser alimentados con concentrado comercial. La ración dependerá de la edad del animal. En el inicio de la crianza los cerditos por lo general no consumen todo el volumen de concentrado proporcionado. No obstante, se espera que en esos primeros 30 días, consuman lo más que puedan, para que inicien adecuadamente la fase de engorde. De esta forma se evita que lleguen a la etapa siguiente de crecimiento con poco desarrollo o "disminuidos". Esta es la razón por lo cual no es recomendable suministrarle alimento de "cuido" durante este período.

La alimentación de cuido se refiere a la combinación de productos y sub-productos agropecuarios disponibles en la finca o localmente como yuca, banano, tiquizque, ayote, suero de leche, caña de azúcar u otros. La cantidad de alimento dependerá también de la etapa de crecimiento del cerdo.

e. Aspectos importantes en el manejo de la producción Porcina

- La porción de concentrado se puede dividir en 2 partes. Una parte se suministra en la mañana y la otra por la tarde.
- Es necesario lavar el piso del encierro dos veces al día. Esta actividad conviene realizarla antes de alimentar a los cerdos.
- Cuando se lleva a cabo la limpieza del módulo, conviene aprovechar los desechos de la limpieza. Estos pueden ser utilizados por ejemplo en el establecimiento de un biodigestor.
- Si no se cuenta con un biodigestor, los desechos se deben recoger dos veces al día y aprovecharlos en la elaboración de abono o enterrarlos en una fosa. De esta forma se evitan los malos olores y la proliferación o desarrollo de moscas

C. PROCESO DE PRODUCCIÓN PORCINA

Desde el punto de vista técnico, el proceso de cría y engorde de cerdos consta de cinco etapas productivas: a) Reproducción y gestación, b) Maternidad, c) Destete, d) Desarrollo y crecimiento, y e) Engorde (Figura 6). De esta forma, el proceso es considerado secuencial hasta obtener un cerdo con un peso promedio apto para la venta y aplica tanto para el sistema de producción tradicional como para el tecnificado.

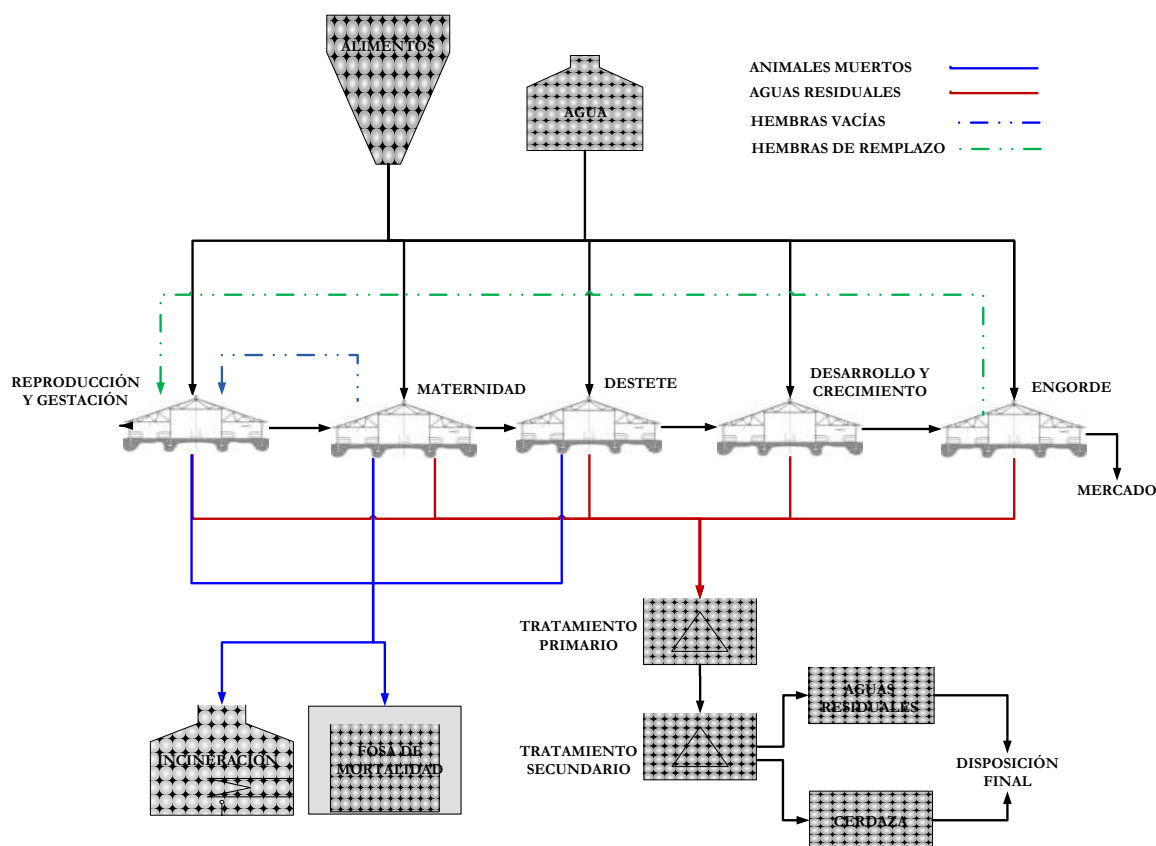


Figura 6. Diagrama del proceso de producción porcina.

Fuente: CNP+LH.

I. ETAPA DE REPRODUCCIÓN Y GESTACIÓN

a. Sub etapa de reproducción

La cerda se encuentra lista para la reproducción cuando alcanza la madurez sexual entre los 6 y 7 meses edad, con un peso promedio entre 200 y 250 libras, y después de presentar su segundo celo (esto podría variar según el tipo de raza). En ese momento, la hembra se mantiene en jaulas individuales o corrales cercanos al padrón, con el fin de estimular que entre en un período de celo.

Así, la reproducción inicia con las monta o la inseminación artificial de la hembra. La cópula se realiza en corrales conocidos como salas de monta.

Cuadro 1. Insumos para el programa de reproducción de cerdos.

Descripción de la Etapa	Cantidad	Porcentaje de proteínas
A las hembras recién preñadas dáselas desde la monta hasta 91 días de la preñez	4-6 libras por cerda / día	Proteína no menos de 13%
Desde el día 92 de preñez hasta el parto	6 libras por cerda / día	Proteína no menos de 15%
Etapa de la lactancia	6 libras por cerda / día Mas una libras por cada lechón que este amamantando	Proteína no menos de 15%
Desde un día de destete a la monta	8 libras por cerda / día	Proteína no menos de 15%

Fuente: ALCON, Cargill, Inc.

b. Sub etapa de gestación

Esta sub etapa inicia cuando la hembra ya ha sido cubierta o entra en período de preñez o gestación, que dura 114 días (3 meses, 3 semanas y 3 días). Durante este tiempo, las hembras se encuentran en jaulas individuales con el fin de brindarles cuidados especiales y monitoreo constante para evitar problemas relacionados con la temperatura y la alimentación, factores que son muy importantes en esta sub etapa del proceso.

2. ETAPA DE MATERNIDAD

La hembra ingresa a esta etapa 7 días antes del parto, es llevada a jaulas cuna donde permanecerá entre 21 y 28 días, que es el tiempo de lactancia del lechón.

Esta etapa es muy delicada debido a la susceptibilidad de los lechones a factores externos como el ambiente, enfermedades, etc; por lo tanto, requiere de una atención más personalizada.

3. ETAPA DE DESTETE

Después del periodo de lactancia inicia la etapa de destete que tiene como propósito aislar a los lechones de las madres, mientras aun conservan defensas contra algunas enfermedades, para aumentarles la carga alimenticia. También busca una mayor productividad de la hembra al obtener un mayor número de partos por año. En algunas granjas, el destete se divide en las sub etapas de pre-inicio e inicio.

Cuadro 2. Insumos para el programa de levante y lechones, dotación de concentrado

Edad	Cantidad	Peso promedio Lechón esperado	Porcentaje de proteínas
A partir de los 5 días	Cantidades pequeñas de 0.10 libras/ cerdo / día	N/A	Proteína no menos de 23%
De los 21-28 días	0.55 libras / cerdo/ día	18 libras	Proteína no menos de 23%
De los 29- 35 días	0.95 libras / cerdo/ día	23 libras	Proteína no menos de 22.5%
De los 36-49 días	1.54 libras / cerdo / día	38 libras	Proteína no menos de 20.5%
De los 50 -70 días	2.43 libras / cerdo / día	71.5 libras	Proteína no menos de 18%

Fuente: ALCON, Cargill, Inc.

c. Sub-etapa de pre inicio

Esta subetapa abarca el periodo comprendido entre el final del destete hasta los 49 días de edad, pero esto puede variar de acuerdo al manejo de cada granja. Es decir que los cerdos inician esta sub etapa durante la segunda y tercera semana después del parto, cuando la producción de leche de la cerda presenta una disminución de proteína que debe ser compensada con un alimento balanceado (concentrado para preinicio).

d. Sub-etapa de inicio

Esta subetapa ocurre entre los 50 y 90 días de edad del cerdo. Normalmente, en esta sub etapa el cerdo debería alcanzar un peso mínimo de 100 libras.

4. ETAPA DE DESARROLLO Y CRECIMIENTO

Se entra a esta fase entre los 91 y 120 días de edad, o cuando los animales alcanzan un peso mínimo de 150 libras. En esta etapa el consumo alimenticio es uno de los más altos, debido al rápido crecimiento de los animales.

5. ETAPA DE ENGORDE

Esta es la última etapa del proceso productivo y ocurre entre los 121 y 150 días de edad del cerdo, o cuando se alcanza un peso promedio aproximado de 220 libras, peso apto para la venta. Al igual que la etapa anterior, los animales tienen un alto consumo de alimento balanceado (concentrado).

Cuadro 3. Insumos para el programa de engorde de cerdos

Edad	Cantidad	Peso promedio Esperado	Porcentaje de Proteínas
De los 71-105 días	3.6 libras/ cerdo / día	130.6	Proteína no menos de 15%
De los 106-147 días	5.62 libras/ cerdo / día	209.6	Proteína no menos de 14%
De los 148-168 días	5.62 libras/ cerdo / día	235.4	Proteína no menos de 14%

Fuente: ALCON, Cargill, Inc.

En los cuadros siguientes se detallan las materias primas e insumos utilizados durante el proceso de producción de cerdos (SERNA, 2004):

Cuadro 4. Tipos de insumos o productos utilizados

Materia Prima / Insumos	Consumo
Concentrado	1600 qq
Anabólicos	4 botes de 100 ml
Antibióticos	3 botes de 100 ml
Vacunas	2 botes de 100 ml
Hierro	3 botes de 100 ml

Los alimentos y desinfectantes se suministran a diario y las vitaminas y vacunas se aplican con un rango de frecuencia de 7 días a 6 meses.

Cuadro 5. Consumo de agua

Descripción	Consumo
Reproducción y Gestación	10 lt/ día
Maternidad	50-70 ml / día (lechón 14 días) 25 lt / día (hembra lactando)
Destete	20 lt/ día
Desarrollo y crecimiento	20 lt/ día
Engorde Final	20 lt/ día

FUENTE: Proyecto FDI-CORFO, INTEC.

6. DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS

a. Abono orgánico

El abono orgánico se puede obtener como el producto de transformación de residuos orgánicos en humus, por la acción de diversos organismos (bacterias, hongos, protozoarios, lombrices etc.). El humus incorporado al suelo provee elementos nutritivos mejorando la fertilidad, mejora la estructura, porosidad y retención de agua y aire del suelo y aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades. Además este abono orgánico puede ser usado para la de crianza de Tilapia.



Las excretas de cerdo han sido señaladas por varios autores como una fuente valiosa de nitrógeno (principalmente nitrógeno no proteico), energía y minerales como el calcio, fósforo y magnesio. Sin embargo, su composición química

es variable, por lo que se debe evitar el uso de valores estándares para la formulación de raciones. La variación en el contenido de nutrientes de la cerdaza es atribuida a factores como: la composición de la dieta y la etapa productiva de los cerdos, el método de procesamiento y almacenamiento de la cerdaza, el manejo de los cerdos y el ambiente (RITL, sf).

b. Factores que afectan la producción de cerdaza

La cantidad de cerdaza producida depende principalmente de la fase del proceso de crianza en que se encuentran los animales y por lo tanto de la composición y digestibilidad de la dieta suministrada, no obstante, el volumen total de cerdaza es afectado por el agua utilizada en el lavado de las instalaciones y la cantidad de orina producida. En el Cuadro 11 se presenta la producción de cerdaza y consumo de alimento según la etapa productiva (ALCON, sf).

Cuadro 6. Producción de cerdaza según la etapa productiva del cerdo

Etapa	Materia Seca (%)	Excreta (kg/cerdo/día)	Consumo de alimento (kg/ cerdo / día)
Inicio	19.5	0.15	1.9
Desarrollo	21.3	0.20	2.2
Engorde	21.4	0.25	2.2
Gestante	19.3	0.15	2.0
lactante	27.5	0.41	8.0

Elaborado por: CNP+LH

c. Los biodigestores

Los biodigestores son tanques cerrados dentro de los cuales la materia orgánica es degradada en condiciones anaeróbicas, es decir sin oxígeno, por acción de microorganismos transformándola en metano (biogás), dióxido de carbono y agua (bioabono).

Los biodigestores convencionales son utilizados generalmente para tratar sustratos concentrados con alto contenido de sólidos como el estiércol de bovinos, porcinos y materiales orgánicos de otros animales, que se degradan con tiempos de retención superiores a 20 días.

Se diferencia de los sistemas de alta tasa como los reactores anaeróbicos de flujo ascendente con manto de lodos (UASB), empleados para depurar las aguas residuales diluidas con materia orgánica soluble como aguas mieles de café, vinazas, domésticas, etc., en los tiempos de retención ya que son relativamente cortos y oscilan entre 6 y 72 horas, para tratar el sustrato (RITL, sf). El uso de un biodigestor genera los siguientes beneficios:



Beneficios Ambientales

- Reduce en un 70% la carga contaminante que se vierte generalmente a las corrientes superficiales.
- Permite disminuir la tala de los bosques debido al reemplazo de la leña por el biogás.
- Contribuye a la disminución de proliferación de vectores y olores.

Beneficios Sociales

- Mejora las condiciones de la mujer encargada de realizar las labores domésticas (preparación de la comida) por la disminución de humos cuando se sustituye la leña por el biogás.
- Mejora las condiciones de vida del grupo familiar.

Beneficios Económicos

- Reducción en un 70% en la compra de otros combustibles.
- Ahorro en la compra de abonos químicos.

d. Compostaje

El compostaje es un proceso de degradación aeróbica de sustratos orgánicos llevado a cabo por microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos). Para compostar cerdaza, animales muertos, placentas o demás residuos generados en el proceso de producción porcina es necesario añadir un sustrato sólido rico en carbono que permita alcanzar la relación carbono nitrógeno adecuada y que actúe como agente estructurante. Se suele emplear viruta, restos de poda o yacija de granjas avícolas.

Las temperaturas alcanzadas durante el proceso, permiten la obtención un producto final estabilizado, donde se reduce drásticamente el contenido en patógenos y se mejoran las aptitudes para ser usado como abono en los cultivos.

Cuando los microorganismos descomponen el sustrato se consume oxígeno y se genera dióxido de carbono y energía calorífica.

Para conseguir un compostaje efectivo, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Aireación frecuente, para proporcionar oxígeno y regular la humedad y la temperatura.
- Porcentaje óptimo de humedad, con un 25-35% de materia seca
- Temperaturas altas (generadas por la acción microbiana), que aseguran la eliminación de los patógenos.
- Porosidad en la masa
- Relación carbono-nitrógeno al inicio del proceso cercana a 30

Los métodos para compostaje se pueden clasificar en cuatro grupos:

- Pilas estáticas con aireación pasiva. Para garantizar el suministro de oxígeno, se pueden incorporar tubos que atraviesen el montón de forma horizontal o vertical.
- Pilas estáticas con aireación forzada, que acelera la actividad microbiana mediante un sistema de tuberías combinado con un suelo poroso sobre el que se asienta la masa.
- Hileras con agitación mecánica. En este caso, el compost se distribuye en montones de mayor longitud, y con un sistema de volteo, se airea y homogeniza.
- Reactores o silos, que combinan la aireación forzada y la agitación mecánicas.

Las principales ventajas del compostaje son:

- La obtención de un estiércol sólido higienizado más fácilmente manejable y transportable.
- La transformación del nitrógeno amoniacal en nitrógeno orgánico y nítrico
- Estas ventajas hacen que el producto obtenido tenga un mayor valor agronómico.

La principal limitación es la disponibilidad y coste del sustrato. Otros inconvenientes son la necesidad de espacios extensos y la posibilidad de pérdidas de nitrógeno a la atmósfera en forma de amoníaco si la relación carbono-nitrógeno es baja (Ministerio del Medio Ambiente, 2006).

D. IMPACTOS AMBIENTALES ORIGINADOS POR EL PROCESO

La producción animal intensiva como la de cerdos, aves de corral o ganado provoca impactos ambientales. Se debe buscar un adecuado reciclaje de nutrientes no retenidos en los productos pecuarios y reducir las pérdidas por volatilización y lixiviación. Se debe optimizar el uso de los nutrientes dentro del sistema agropecuario, pero sin comprometer los rendimientos y calidad del producto. Con ello se previenen impactos, como la eutrofización de aguas y la pérdida de fertilidad de los suelos.

Los impactos ambientales² de la actividad porcina son en general: la contaminación del aire (malos olores), contaminación del suelo y de las aguas (por heces y orina). En las granjas se producen ruidos, alto consumo de agua y de energía. Otro aspecto a considerar es en el manejo de los cerdos muertos para evitar proliferación de roedores y aves de rapiña y los residuos de la matanza. El mal manejo de las excretas y de alimentación de los cerdos, puede generar malos olores que afectarán a las poblaciones vecinas y puede producir lixiviados que contaminan cuerpos de agua y incrementan los procesos de eutrofización. Una granja porcícola libera además nitrógeno a la atmósfera, lo que contribuye a la lluvia ácida (Bonilla, sf).

² Para detalles específicos remitirse a la Guía de Buenas Prácticas Ambientales del Rubro Porcino de Honduras, complemento de esta guía.

1. RESIDUOS SÓLIDOS

En la producción porcina la mayor cantidad de residuos sólidos está constituida por las excretas de los cerdos y en menor cuantía por animales muertos y placentas. Otros residuos que se pueden considerar son los generados por los comederos y bebederos, desechados por su mal estado, así como las jeringas y material veterinario utilizado durante la crianza. En efecto por cada 70 KG de peso vivo en granja se producen entre 4 y 5kg de excretas al día. Durante la fase de engorde el promedio de producción de excretas (sólidas y líquidas) puede alcanzar una décima parte del peso vivo por día, lo que representa 1.36 kg de heces y 4.73 litros de orina por día. Se ha estimado que una hembra y sus cerdos producen 13 toneladas de excretas por año, con un contenido de 10% de materia seca.

2. RESIDUOS LÍQUIDOS

La mayor producción de residuos líquidos se genera por la orina de los cerdos y por el agua de lavado de los corrales. El amoníaco proviene del nitrógeno excretado en la orina y en las heces.

3. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

En la mayoría de granjas porcinas se producen malos olores que afectan a las poblaciones aledañas. Esto se debe a la generación de los siguientes gases:

- Dióxido de carbono y metano (CO_2 Y CH_4).
- El amoníaco (NH_3).
- El sulfuro de hidrógeno (SH_2) y el monóxido de carbono (CO).

El dióxido de carbono proviene principalmente de la respiración de los animales. El amoníaco, el metano y el sulfuro de hidrógeno de la acción de determinadas bacterias sobre las deposiciones de los animales. El monóxido de carbono puede originarse de fallos en la combustión cuando se tienen sistemas de calefacción.

Además de esos gases hay otras sustancias volátiles que contribuyen a incrementar los malos olores en las granjas porcinas. Se recomienda que el dióxido de carbono se mantenga por debajo del 2%, el metano debe mantenerse entre un 5-15%, el amoníaco no debe sobrepasar las 50 ppm y el sulfuro de hidrógeno y monóxido de carbono no deben sobrepasar las 20 ppm.

V. BUENAS PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA



En el contexto de la producción más limpia, las "buenas 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 industrial (ver recuadro). A través de una serie de instrumentos 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 buenas prácticas 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 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.

Para lograr todos estos beneficios y que la empresa logre que estas buenas prácticas sean implementadas de una manera sistemática que permita un manejo sostenible en el tiempo, la organización se debe concentrar en la programación y ejecución de las siguientes actividades (ONUDI, 1999):

- Organización y compromiso del equipo de producción más limpia, que involucre al personal vinculado con el proceso (por ejemplo: producción, calidad, mantenimiento, compras, etc.)
- Evaluación de las condiciones actuales de la planta, e identificación de las oportunidades de mejora.
- Análisis de las oportunidades de mejora identificadas que sean económica, técnica y ambientalmente viables.
- Selección de las mejores alternativas.
- Implementación de las alternativas seleccionadas.
- Monitoreo y evaluación de las mejoras implementadas.
- Revisión de las mejoras, identificación e implementación de nuevas mejoras.

OBJETIVOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS

- Optimizar el consumo de materia prima, agua y energía; evitar el desperdicio de costosas materias primas y por lo tanto, reducir 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 materias primas y material de embalaje.
- Mejorar las condiciones de trabajo y de la seguridad en el trabajo.
- Mejorar la organización del proceso productivo.

El resultado de la implementación efectiva de estas actividades puede medirse a través del análisis del porcentaje en la reducción mensual de los costos de operación de la producción de cerdos.

A. BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS

I. 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 funciones laborales y profesionales; además de orientar las acciones al cumplimiento de los objetivos de la empresa o proyecto. La gestión de la capacitación, que se debe hacer en todas las áreas de la empresa o proyecto, incluye los siguientes pasos: el diagnóstico de las necesidades de capacitación (DNC); el diseño del plan anual de capacitación; la ejecución de la capacitación y la evaluación de los resultados (UNAM, 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 la dirección de la empresa, el alcance de la capacitación; es decir si esta se hará para toda la institución, solamente abarcará un proceso, un área, un cargo, etc.
- Definir el equipo capacitador que puede incluir a supervisores, jefes de unidad, 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 mejoramiento en su área. 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 requeridas; el lugar físico y 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 12 presenta algunos temas de capacitación recurrentes dentro de un programa de P+L.

Cuadro 7. Temas de capacitación básicos en una empresa.

Área de Capacitación	Temas
Salud ocupacional y Seguridad Industrial	Equipo de protección personal, riesgos que corre el empleado en la empresa, primeros auxilios, Procedimientos de Higiene y Seguridad, entre otros.
Procesos	Tipos de equipo y herramientas utilizadas para la producción porcina, detalle del proceso productivo riesgos ambientales de cada una, Mecanismos de Desarrollo Limpio y Buenas Prácticas de Producción Más Limpia
Insumos	Capacitación básica en manejo de materiales para el conocimiento de las sustancias utilizadas como recursos e insumos, su uso eficiente, afecciones a la salud y consecuencias en caso de manejo inadecuado.

Área de Capacitación	Temas
Residuos y subproductos	Conceptos generales y manejo de las aguas residuales, residuos sólidos como la cerdaza y la mortalidad, como subproducto del proceso.
Legislación y Ambiente	Legislación aplicable y temas relacionados a la protección ambiental como: Ley general del ambiente, Ley Fitosanitaria, Código de Salud etc.

Fuente: CNP+LH.

2. 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 de la producción porcina (Cuadro 13).

Cuadro 8. Equipo e instalaciones para la producción porcina.

Etapa del proceso	Equipo e instalaciones	
Etapa de Reproducción.	Corrales Burras de monta. Comederos Bebederos (boquillas o mini-depósitos) Mangueras de alta presión.	Bombas para agua Silos para concentrados Generador Molinos para alimento Herramientas menores (palas, carretillas, escobillos)
Etapa de Gestación	Corrales Mangueras de alta presión. Bebederos (boquillas o mini-depósitos) Comederos Sistemas de ventilación.	Bombas para agua Silos para concentrados Generador Molinos para alimento Herramientas menores (palas, carretillas, escobillos)
Etapa de Maternidad.	Corrales Mangueras de alta presión. Bebederos (boquillas o mini-depósitos) Lámparas de calefacción Sistemas de ventilación	Generador Bombas para agua Silos para concentrados Molinos para alimento Herramientas menores (palas, carretillas, escobillos)
Etapa de Destete	Corrales Mangueras de alta presión. Bebederos (boquillas o mini-depósitos) Comederos Sistemas de ventilación.	Bombas para agua Silos para concentrados Generador Molinos para alimento Herramientas menores (palas, carretillas, escobillos)
Etapa de Desarrollo y crecimiento	Corrales Mangueras de alta presión. Bebederos (boquillas o mini-depósitos) Comederos Sistemas de ventilación.	Bombas para agua Silos para concentrados Generador Molinos para alimento Herramientas menores (palas, carretillas, escobillos)
Etapa de Engorde	Corrales Mangueras de alta presión. Bebederos (boquillas o mini-depósitos) Comederos Sistemas de ventilación.	Bombas para agua Silos para concentrados Generador Molinos para alimento Herramientas menores (palas, carretillas, escobillos)

Fuente: CNP+LH.

Una vez que se ha identificado el equipo básico involucrado en el proceso, es necesario realizar un inventario del mismo, para facilitar las acciones de mantenimiento de acuerdo a las especificaciones de cada aparato. 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”. Para lograr un mantenimiento adecuado del equipo e instalaciones de las granjas porcinas se recomiendan los siguientes pasos:

- Nombrar a los encargados directos del mantenimiento de cada uno de los equipos: planta eléctrica, las bombas, molinos, entre otros; en las distintas áreas del proceso. Los encargados deben conocer todo el proceso industrial y las técnicas para la prevención y resolución rápida y eficaz de los desperfectos.
- Ubicar el manual original de uso y mantenimiento del equipo en un área visible y cercana al mismo, de manera a que el responsable del mantenimiento tenga acceso permanente.
- Para cada uno de los equipos principales de la planta, establecer un manual para operarios con información básica para su buen uso: planta eléctrica, las bombas, molinos etc. Este manual debe incluir información sobre la limpieza del equipo y del espacio cercano. Los operarios deben ser capacitados en el uso del manual y este debe estar a la vista y disponible en el área del proceso correspondiente.
- Establecer un registro de puntos de comprobación, como niveles de lubricante, presión y temperatura en los molinos; voltaje en los molinos y bombas; peso de aceite, de aguas residuales, etc., así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.
- Llevar registros de control de las bombas, plantas generadoras, entre otros; con que cuente la producción de cerdos, facilitará la recolección y compilación de la información para definir fechas de revisión y mantenimiento (Anexo 4. Formatos para el registro del mantenimiento).
- Llevar un registro permanente de averías e incidentes, a cargo del operador de cada equipo, para posterior consulta por los responsables del mantenimiento.
- Establecer un “Plan de Lubricación”, a cargo del operador del equipo, que haga un análisis de los resultados de lubricación a diferentes lapsos de tiempo, comenzando con plazos cortos hasta identificar 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.

3. RECOMENDACIONES GENERALES PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y EL DESEMPEÑO ÓPTIMO DEL PROCESO

A nivel general, para asegurar la calidad del producto, se recomienda cumplir con las especificaciones del proceso productivo porcino. Uno de los aspectos más importantes durante la producción de cerdos es la alimentación, las condiciones de sanitarias y la prevención de epidemias entre los cerdos (ONUDI, 1999). Por otra parte, es necesario aplicar buenas prácticas de operación para mantener la calidad en el proceso, de las cuales se presenta 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 en el Anexo 4 formatos para el control de la implementación de buenas prácticas).
- Establecer programas para capacitar a los empleados en la aplicación de los procedimientos, los registros, prácticas de higiene, seguridad sanitaria, buenas prácticas de manejo y producción más limpia (uso de equipo de limpieza, mascarillas, equipo de protección)
- Programas para promover 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.
- 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 granjas porcinas. Se debe entonces establecer una programa de salud ocupacional y seguridad industrial 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 plan de salud ocupacional y seguridad industrial podrá, de acuerdo a la identificación de riesgos potenciales, incorporar los siguientes programas:

- 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 condiciones óptimas de iluminación.
- Programa de investigación y análisis de accidentes.

La implementación de cada uno de estos programas estará sujeta a la evaluación de los riesgos que se hayan identificado.

B. BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DE AGUA, ENERGÍA DE P+L: 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 se puede utilizar agua proveniente de fuentes diversas como el servicio público municipal, de fuentes superficiales y subterráneas. En cualquier caso, el uso correcto del agua, la reducción en su consumo y la disminución de las aguas residuales que requieren tratamiento, son elementos clave para obtener impactos económicos y ambientales positivos.

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 14), que al ser implementadas generan beneficios inmediatos para la empresa. Segui-

damente 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 el Anexo 8 (parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua), brinda 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. Así mismo, en el Anexo 4 se encuentran una serie de formatos que pueden ser útiles para el monitoreo y registro de actividades que se expongan en esta sección.

Cuadro 9. Recomendaciones generales De P+L para el uso eficiente del agua en la operación

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Establecer un plan de monitoreo del consumo de agua por etapa del proceso.	Establecimiento de una línea base de consumo de agua.	- Elaborar e implementar un formato para el registro de consumo de agua (Ver en Anexo 4. Formatos ficha para el monitoreo del uso del agua). - Instalar medidores de consumo u otro instrumento de medición de agua. - Registrar el consumo mensual de agua (recibos y lecturas mensuales de los medidores) en las entradas y salidas de cada etapa del proceso.
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.	- Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar un balance de agua para identificar puntos críticos de consumo. - Definir los requerimientos de agua por cada etapa del proceso. - Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema de distribución de agua (limpieza y reparaciones) (para mayor detalle sobre pérdidas por fugas de agua, ver Anexo 8. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua. Para detalles de equipo eficiente remitirse a la sección de Proveedores de P+L). - Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por etapa del proceso (fugas, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras) (Para mayor detalle de pérdidas por fugas de agua, remitirse a Anexo 8. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua). - Sellar o desmontar las llaves de agua que son prescindibles. - Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de agua - Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación y charlas para el uso eficiente del agua: mantener llaves de agua cerradas, etc.). - Instalar válvulas de control para minimizar el consumo de agua (válvulas de resorte, sensores o temporizadores en todas las llaves, etc.). - Instalar aparatos económicos para el ahorro de agua como delimitadores de flujo (Para detalles de equipo eficiente remitirse a la sección de Proveedores de P+L). - Determinar que volumen de agua puede ser recirculada en el proceso. - Utilizar el agua residual, cuando sea posible, en el riego de áreas verdes de la granja o como agua de regadío en las plantaciones cercanas. - Monitorear y verificar la efectividad del plan de ahorro.

Fuente CNP+LH.

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de agua consumida por unidad de producción mensual $\Delta \% \frac{\text{Agua consumida}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(m^3 / \text{cerdos producidos mes actual}) - (m^3 / \text{cerdos producidos mes anterior})}{(m^3 / \text{cerdos producidos mes anterior})} \times 100$
--

2. 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, este es el caso de la agroindustria de producción porcina. Al realizar un manejo eficiente de la energía utilizada para la producción porcina, se mejorará la competitividad en general de la empresa o proyecto. 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 puede 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.

El cuadro 15 presenta una serie de recomendaciones generales para el uso eficiente de la energía, que al ser implementados repercute en beneficios inmediatos. Finalmente, se muestra la fórmula para calcular un indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones. 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. En el Anexo 4 se presenta una serie de formatos para el monitoreo y registro de las actividades que se exponen en esta sección.

Cuadro 10. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la energía en la operación

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Establecer un plan de monitoreo del consumo de energía por etapa del proceso Ver en Anexo 4. Formatos para el control de implementación de medidas de uso eficiente de energía y formatos para el control de energía consumida vs. energía requerida).	Establecimiento de una línea base de consumo de energía	- Definir un instrumento para el registro de consumo de energía (ver Anexo 4. Formato para el reporte mensual energético). - Instalar medidores de consumo de energía por área o etapa del proceso en la granja. - Desarrollar un sistema de captura y análisis de información. - 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.
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)	- 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. - Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar un balance energético para identificar puntos críticos de consumo. - 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 Anexo9. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia energética).. Esta actividad se puede basar en los resultados de una auditoria de eficiencia energética del proceso. - Si la auditoria lo refleja, se recomienda instalar un banco de capacitores para controlar el factor de potencia. - Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema energético, equipo y maquinaria (limpieza y reparaciones). - Revisión y verificación de motores y de sus eficiencias acorde a especificaciones del fabricante vs su uso actual. - Zonificar y automatizar los circuitos del sistema de iluminación. - Utilizar el nivel apropiado de iluminación por actividad y área de la granja, maternidad y destete.

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
		- Utilizar luz natural colocando en la medida de lo posible láminas traslucidas. - Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación y charlas para el uso eficiente de energía: apagar las luces cuando no se necesiten, etc.) - Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de energía. - Implementar buenas prácticas para el uso eficiente de la energía en las oficinas: - ajustar la temperatura de los aires acondicionados a un nivel de confort (25°C). - Mantener puertas y ventanas cerradas y debidamente selladas para evitar la fuga del aire acondicionado. - Apagar y desconectar los aparatos eléctricos y equipo de oficina cuando no se están utilizando. - Sustituir los bombillos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFC) para un mismo nivel de iluminación, y los tubos fluorescentes tradicionales por lámparas fluorescentes de balastro electrónico. - Instalar equipos y aparatos ahorradores de energía. (Por ejemplo: motores de alta eficiencia, variadores de velocidad, lámparas de tecnología LED). - Monitorear y revisar la efectividad del plan de ahorro.

Fuente CNP+LH.

$$\Delta \% \frac{\text{Kwh consumidos}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{Kwh/cerdos producidos mes actual}) - (\text{Kwh/cerdos producidos mes anterior})}{(\text{Kwh/cerdos producidos mes anterior})} \times 100$$

3. RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DE MATERIAS PRIMAS 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. En la medida que la materia prima se utilice eficientemente, se reducirán costos y se disminuirá la cantidad de residuos. El cuadro 16 presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima, que pueden generar beneficios inmediatos al ser implementados. Seguidamente se presenta la fórmula para calcular el indicador de impacto, para comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones.

Como un complemento a estas recomendaciones, en el Anexo 9, se presenta información muy útil sobre alternativas para sustitución de materias primas y sobre disposición de residuos. Así mismo, en el Anexo 4 se encuentran una serie de formatos para el monitoreo y registro de las actividades que se exponen en esta sección.

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

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Definir un plan de monitoreo del consumo de materia prima e insumos por etapa del proceso (Ver en Anexo 4. Formatos ficha para	Establecimiento de una línea base de consumo de materia prima e insumos	- Definir un instrumento para el registro de consumo de materias primas e insumos. - Diseñar un diagrama de flujo que identifique las materias primas e insumos que entran y salen del proceso por etapa. - Registrar el consumo mensual de materias primas e insumos identificadas en

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
el monitoreo del uso de materia prima).		las entradas y salidas de cada etapa del proceso. Calcular el rendimiento actual de cada materia prima (concentrados, vacunas, antibióticos etc.).
Implementar un control de consumo de la materia prima e insumos.	Reducción de costos por el uso eficiente de materia prima e insumos en el proceso	- elaborar manuales de procedimientos para el control del uso y manejo eficiente de materia prima e insumos de acuerdo a los requerimientos para cada etapa del proceso,. - 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). - Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por etapa del proceso (malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras) - Mantener en el área de trabajo únicamente las cantidades de concentrado, vacunas etc., necesarios para la cantidad de cerdos a producir. - Adquirir y manejar las cantidades necesarias de materia prima e insumos para la producción que está programada. - Identificar e implementar tecnologías y procedimientos innovadores para el manejo y control de los materiales. - Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de materia prima e insumos. - Monitorear y verificar la efectividad del control de consumo de la materia prima e insumos.
Establecer un programa de control de recibo y manejo de materia prima e insumos.	Reducción de pérdidas por materias primas e insumos en mal estado o que no cumplan con las especificaciones necesarias al momento de ser utilizada.	- Obtener y revisar las hojas técnicas y especificaciones de la materia prima, en especial para asegurar su adecuado almacenamiento y manejo de los concentrados, vacunas, vitaminas, hormonas, antibióticos. - Identificar la materia prima en cada área de la granja (incluyendo la identificación si se trata de un material peligroso o contaminante, etc.). - Registrar las fechas y cantidades de compra de la materia prima e insumos. - Establecer un programa de verificación de las especificaciones de la materia prima e insumos, que permita revisar el concentrado, vacunas, antibióticos etc., para verificar el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones de los mismos. - Transportar la materia prima e insumos de acuerdo a las recomendaciones de las hojas de seguridad y recomendaciones legales del país. - Instruir al personal sobre las medidas de manejo y uso adecuado del concentrado, vacunas, antibióticos etc. para evitar el daño o contaminación. - Almacenar las materias primas e insumos en condiciones adecuadas de temperatura, humedad, libres de polvo, bien iluminadas y ventiladas. Tomando en cuenta sus medidas especiales, como por ejemplo: - En el caso de vacunas y antibióticos deben ser almacenados en zonas aisladas y que no estén expuestas a radiación solar. - Establecer un control de roedores y plagas. - Prohibir fumar en las áreas de almacenamiento de alimento. - Monitorear y verificar la efectividad de los controles almacenamiento y manejo de la materia prima.
Establecer un programa de control de recibo y manejo de materiales auxiliares de menor uso pero alto valor	Reducción de costos y de pérdidas por insumos auxiliares de bajo consumo y alto valor en mal estado o por exceso de uso.	- Listar los insumos y materiales auxiliares de alto valor y uso poco frecuente utilizados en la granja. - Identificar y priorizar los de mayor consumo y establecer controles de uso similares a los establecidos para las materias primas e insumos. - Comparar diferentes alternativas de materiales e insumos auxiliares y utilizar las de menor costo e impacto ambiental. Por ejemplo: - Diseñar un programa de alimentación que permita: usar aminoácidos digeribles y proteína ideal; disminuya el contenido de proteína cruda y permita el uso de fósforo digerible - Monitorear y verificar los controles de materiales auxiliares y su efectividad.

Fuente CNP+LH.

$$\Delta\% \frac{\text{unidades de materia prima consumidos}}{\text{Unidades de producción}} = \frac{(\text{Unidades de materia prima/cerdos producidos mes actual}) - (\text{Unidades de materia prima/cerdos producidos mes anterior})}{(\text{Unidades de materia prima/cerdos producidos mes anterior})} \times 100$$

4. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES DEL RUBRO PORCINO

En la crianza de cerdos se identifican residuos específicos que pueden controlarse 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 y, emisiones que aportan a las aguas residuales, emisiones gaseosas y generación de basura. Todo esto apoyaría el establecimiento del proceso de separación de residuos y efluentes para garantizar una adecuada gestión de la empresa.

a. Residuos sólidos

Los residuos sólidos de una granja porcícola son las excretas de los cerdos, cadáveres de cerdos muertos durante el proceso de cría y las placentas. La sustitución de los tanques de almacenamiento de concentrados, comederos y bebederos en desuso y residuos veterinario y de fumigación también generan residuos aunque en menor cantidad. La cerdaza producida a partir de las excretas puede ser considerada como subproducto e insumo en otros procesos más que un residuo. En efecto se puede emplear como abono orgánico, en biodigestores, etc. Esta cerdaza puede separarse de las aguas residuales a través de un tratamiento primario que consiste en enviar estos residuos que se encuentran suspendidos o son arrastrados en las aguas residuales a un separador, que puede ser un sedimentador, un centrifugador o un sistema de separadores de rejillas o filtros.

Por otra parte, un análisis de las características de los residuos sólidos permitirá distinguir entre residuos peligrosos y no peligrosos y residuos que se pueden reutilizar o reciclar 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 tiene que tener en cuenta que algunos residuos tienen un valor que puede recuperarse mediante un buen manejo, por ejemplo los derivados de cartón o plásticos.

b. Residuos líquidos

Los residuos líquidos se generan principalmente por el lavado y desinfección las excretas en los corrales. Estos residuos requieren de un tratamiento previo ya sea a través de lagunas de oxidación o plantas de tratamiento que remuevan los contaminantes presentes en el efluente, hasta llevarlo a los parámetros establecidos en la Norma Técnica para el Vertido de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores y Alcantarillados Sanitarios. Adicionalmente un manejo inadecuado de las operaciones de limpieza de la granja puede generar aguas residuales contaminadas, sobre todo si existen derrames o fugas en los equipos que puedan ser arrastradas por aguas de limpieza. Estos lixiviados también deberán ser manejados con las aguas procedentes del proceso.

c. Reutilización y Reciclaje

La reutilización y reciclaje de materiales y sub productos generados en el proceso de producción porcina se constituyen en una oportunidad para mejorar el desempeño de la empresa, generar ingresos

adicionales y reducir el volumen de residuos. En este sentido destaca la reutilización de la cerdaza como un sub producto y la recuperación y reutilización del concentrado sobrante de los comederos.

Es así, que se recomienda implementar una serie de recomendaciones generales para la reutilización y reciclaje de los residuos de la granja (Cuadro 17). A continuación del cuadro se presenta la fórmula para calcular el indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado.

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.	• Determinar las áreas o etapas del proceso en las que se produce cada residuo. • Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso productivo. • Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos. • Realizar análisis de composición de los residuos (Ver en Anexo 4. Formato de Registro de Residuos Sólidos) (por ejemplo de las aguas de lavado), esto también ayudara a definir el tratamiento a utilizar. • Clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado (recuperación y reutilización de concentrado, utilización de la cerdaza) • Establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados. • Determinar que material puede ser reutilizado en el proceso. • Desarrollar un plan de venta de residuos y sub-productos (cerdaza, etc.) (ver recicladores en Anexo 2). • Monitorear y verificar si las medidas de re uso y reciclado son efectivas.

Fuente CNP+LH.

$$\Delta \% \frac{\text{unidad residuos reutilizables}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{\text{Indicador de Impacto: Total de residuos reutilizables por unidad de producción mensual}}{(\text{Valor de residuos vendidos / mes actual}) - (\text{Valor de residuos vendidos / ton mes anterior})} \times 100$$

C. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL PROCESO

En esta sección se hace un análisis que toma en cuenta el diagrama de entradas y salidas de las etapas del proceso de producción porcícola (Figura 7) y presenta una serie de recomendaciones específicas para el uso eficiente de agua, energía y materias primas; así como las fórmulas de los indicadores de impacto del cambio.

Se debe aclarar que las operaciones difieren de una granja a otra en función de su capacidad instalada, materiales y desarrollo tecnológico. Sin embargo las recomendaciones que se exponen a continuación aplican de manera específica para determinadas etapas de estos procesos o bien para los procesos en general.

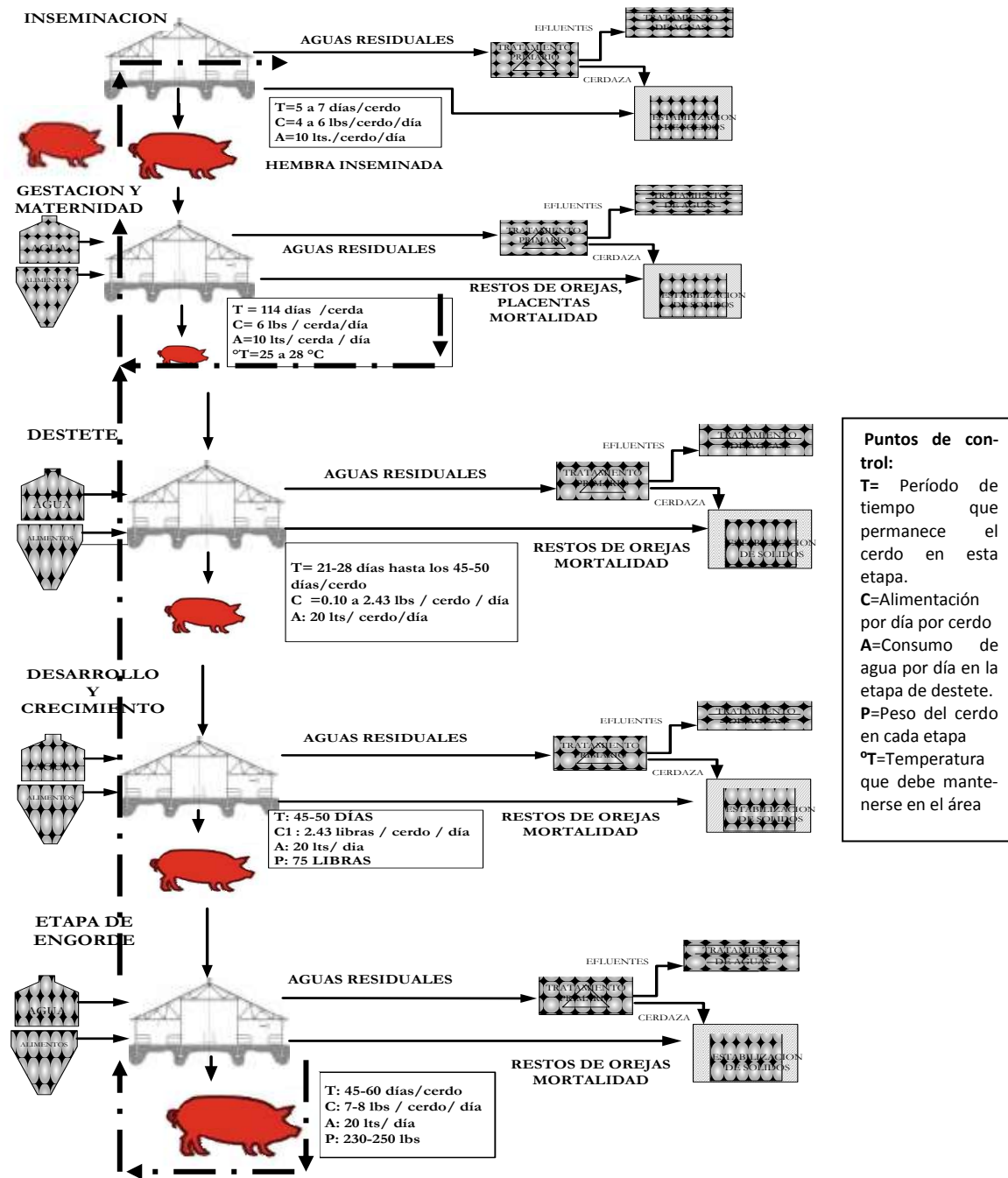


Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del proceso de producción porcina

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 específicas dirigidas al proceso producti-

vo (Cuadro 18), cuyo impacto debe ser evaluado en cada fase del proceso mediante el uso del indicador desarrollado más adelante.

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 limpieza en seco en las áreas del proceso donde aplique (derrames de materiales, exceso de polvo, etc.)	Reducción del consumo de agua en las actividades de limpieza de la planta	• Identificar las áreas del proceso en dónde se presenta el derrame de materiales, excretas, etc. • Establecer procedimientos de limpieza en seco en las áreas identificadas. • Capacitar al personal en los procedimientos y controlar su ejecución. • Asignar un responsable que recolecte, en lo posible, el derrame de materiales (concentrados, cerdaza etc.) • Clasificar y disponer adecuadamente los materiales que han sido recolectados, para reutilizarlos y realizar su disposición final.
Implementar procedimientos y tecnologías eficientes de lavado (ver Anexo 8. Parámetros y alternativas para el uso eficiente del agua)	Reducción del consumo de agua debido a la disminución en el tiempo y frecuencia de lavado.	• Con base en los resultados del monitoreo de la efectividad del plan de ahorro, identificar tecnologías alternas para el uso eficiente de agua. • 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.). • Implementar la tecnología adquirida (establecer el procedimiento y capacitar al personal en el procedimiento de lavado, etc.). • Monitorear y verificar la efectividad de la tecnología adquirida.
Aplicar un sistema de recirculación o de reciclaje de las aguas generadas en las operaciones (ver alternativas de reciclaje se podrán encontrar en las referencias dadas en la sección de Proveedores de Tecnología en el Anexo 2 y 3)	Reducción en el consumo de agua por la reutilización de las aguas residuales. Reducción en el volumen de agua residual a tratar	• Con base en el plan de monitoreo, calcular el volumen de agua residual que se puede recircular o reciclar. • Diseñar el sistema de recirculación (revisar puntos de uso, elaborar planos, etc.). • Separar a través de tuberías, las aguas que se pueden reutilizar de las que no se pueden reutilizar. • Conducir hasta un tanque de almacenamiento las aguas residuales para su tratamiento y posterior reutilización. • Conducir los efluentes no reutilizados hacia el sistema de disposición o tratamiento de aguas residuales (ver Anexo 11. Alternativas para tratamiento de aguas residuales del rubro porcino), para su tratamiento y descarga de acuerdo con las normas en los cuerpos receptores definidos (campos de regadíos, etc.). • Monitorear y verificar la efectividad del sistema de recirculación o de reciclaje de las aguas residuales.
Implementar buenas prácticas en el proceso para el uso eficiente del agua.	Reducción del consumo de agua debido a la disminución en el tiempo de ejecución del proceso.	• Analizar y verificar la posibilidad de minimizar las operaciones de lavado y enjuagues de los corrales durante las actividades de limpieza y desinfección. • Automatizar el proceso de limpieza de equipos, instalaciones y accesorios. • Controlar el uso de detergentes y desinfectantes en el lavado, utilizando la cantidad/dosis mínima necesaria que sea efectiva. • Buscar minimizar los periodos de cambio de agua en las charcas optimizando su tratamiento y reutilizando el agua de estas en otras actividades. • Controlar los sistemas de bebederos de agua. Una vez determinados los requerimientos de agua para los animales en cada etapa del ciclo productivo, asesorarse en los sistemas existentes para bebederos, conociendo sus ventajas y desventajas aplicables a la situación de la granja. • Limpiar los camiones de traslado de los cerdos en seco antes de lavarlos. Instalar equipo que reduzca el consumo de agua en limpieza y desinfección de vehículos, duchas, lavamanos, etc. • Controlar el nivel de agua en los contenedores definiendo los niveles máximo necesarios para garantizar la operación a realizar y al mismo tiempo, evitar

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
		derrames de agua. Entre los puntos a considerar: ○ Bebederos ○ Almacenaje de agua (CGPL, 2008) ● Procurar definir una zona seca y una zona húmeda en cada corral, mediante la correcta ubicación de los bebederos y las charcas.

Fuente CNP+LH.

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

$$\Delta\% \frac{\text{Agua consumida}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(m^3 / \text{cerdos producidos mes actual}) - (m^3 / \text{cerdos producidos mes anterior})}{(m^3 / \text{cerdos producidos mes anterior})} \times 100$$

2. 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 específicas para el proceso productivo (Cuadro 19). 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.

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

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Implementar medidas de eficiencia energética en los motores y equipo (Ver en Anexo 4. Formato Para el Control de Implementación de Medidas de Uso Eficiente de Energía)	Reducción del consumo de energía por el uso de motores y equipos de alta eficiencia y reducción de gases efecto invernadero.	● Evaluar con base en los resultados de la Auditoría Energética, el reemplazo de los motores cuyos niveles de eficiencia están por debajo del óptimo por motores de alta eficiencia. Como ejemplos: ● Evaluar la instalación y reemplazo del motor de la centrifugadora por uno de mayor eficiencia. ● Reemplazar motores rebobinados por motores de alta eficiencia (arriba del 90% de eficiencia). ● Regular los motores de las bombas ● Con base en los resultados de la Auditoría Energética evaluar la factibilidad de la instalación de equipo para la reducción del factor de potencia en los motores de la granja. ● Evaluar y verificar que los componentes mecánicos de los equipos estén en óptimas condiciones para asegurar el funcionamiento correcto de los motores. ● Evaluar la conveniencia de la instalación de variadores de velocidad en los motores de mayor consumo. ● Monitorear y verificar los resultados de los cambios en los niveles de eficiencia de los motores.
Implementar medidas de eficiencia energética en el proceso productivo.	Reducción del consumo de energía por el uso eficiente del equipo en el proceso y reducción de gases efecto invernadero	● Evitar pérdidas de calor en los sistemas de calefacción del área de maternidad y destete. ● Implementar controles de iluminación. en cada etapa del ciclo del cerdo.

Fuente CNP+LH.

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

$$\Delta\% \frac{Kwh \text{ consumidos}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{Kwh/cerdos producidos actual}) - (\text{Kwh/cerdos producidos mes anterior})}{(\text{Kwh/cerdos producidos mes anterior})} \times 100$$

Elaborado por: CNP+LH

3. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS EN EL PROCESO

El cuadro 20 recoge recomendaciones específicas para lograr un consumo eficiente de materias primas e insumos durante el proceso y generar menor volumen de residuos. Aquí también es importante medir el efecto de las medidas en cada una de las fases del proceso para identificar y priorizar los puntos más críticos.

Cuadro 15. Recomendaciones específicas 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 los materiales e insumos.	Reducción del consumo de materia prima debido al uso eficiente de estos materiales. Reducción en la generación del volumen de residuos	• Elaborar un manual de procedimientos de vacunación. • Revisar las dosificaciones de vacunas y realizar comparativos. • Revisar la posibilidad de cambiar el sistema de dosificación de concentrados, vitaminas. Por ejemplo: ○ Hacer una relación de concentrado de acuerdo a las especificaciones de cada etapa ○ Utilizar aditivos (bacterias y enzimas exógenas como fitasas) en la elaboración del concentrado. ○ Balancear en el alimento la relación del nitrógeno amoniacal, favoreciendo formas de nitrógeno menos volátiles. • Establecer controles para el suministro de alimento para los cerdos de acuerdo a la etapa de crecimiento en que se encuentren. • Almacenar vacunas, medicamentos y desinfectantes en áreas separadas y cerradas que reúnan las condiciones adecuadas acorde a su naturaleza y características. • Monitorear el estado de las áreas de almacenamiento del concentrado para evitar pérdidas por deterioro.
Sustituir o reducir el uso de materiales e insumos contaminantes y peligrosos	Reducción de los costos de tratamiento y remediación efecto de la contaminación al suelo y agua por la disposición de residuos	• Identificar los materiales o insumos que poseen sustancias peligrosas dentro de sus ingredientes. • Clasificar los materiales o insumos identificados por nivel de contenido de sustancia y nivel de peligrosidad. • Identificar el material o insumo que genera mayor cantidad de residuos. • Investigar, identificar y realizar ensayos de posibles sustituciones de los materiales con mayor cantidad de residuos generados. • Comparar rendimientos de los nuevos materiales con respecto al anteriormente utilizado y analizar las mejoras que se logran. • 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.
Realizar modificaciones a las instalaciones de la granja para optimizar el uso de la	Reducir el uso de materia prima al utilizarla más eficientemente Reducir los costos por el	• 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 del sistema de la granja en dónde se requieren especificaciones especiales debido a las características de la materia prima.

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
materia prima	reemplazo de equipo y instalaciones	- Identificar los recipientes para facilitar el control de los materiales y su mantenimiento. - Verificar que las sustancias químicas como las vitaminas, antibióticos, desinfectantes etc. se almacenen en zonas aisladas y que no estén expuestas a radiación solar y al calor, que permitirá se generen pérdidas por temperatura. - Revisar la opción de pintar el almacén de concentrados, soya y maíz, con pintura color aluminio para protección por la radiación.
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: - Tener un mapa de estibas, - control de producto no conforme, - utilizar sacos de diferente color cuando el producto no cumpla con las especificaciones. - 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.

Fuente CNP+LH.

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

$$\Delta \% \frac{\text{unidades de materia prima consumidos}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{Unidad de materia prima/cerdos producidos, mes actual}) - (\text{Unidad de materia prima/cerdos producidos mes anterior})}{(\text{Unidad de materia prima/cerdos producidos mes anterior})} \times 100$$

4. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA LA REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE EN EL PROCESO

Luego de haber implementado un plan de monitoreo de consumo y un plan de ahorro y control en el uso de la materia prima, se pueden aplicar otras recomendaciones más específicas dirigidas al proceso y enfocadas a reducir el consumo de materia prima (Cuadro 21). El efecto de estas recomendaciones debe ser medido para cada una de las fases del proceso para obtener una información detallada de los logros obtenidos y de los puntos a mejorar.

Cuadro 16. Recomendaciones específicas 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 concentrados en el proceso	Reducción de costos de compra y consumo de concentrados por la reutilización de los excedentes	- Con base en el plan de monitoreo, calcular la cantidad de concentrados que se puede reutilizar. - Diseñar el sistema de reutilización (revisar puntos de uso, elaborar planos, etc.). - Separar el concentrado a reutilizar. - Llevar hasta un área de almacenamiento el concentrado para su purificación y posterior reutilización.
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.	- Establecer la separación de aguas lluvias y aguas residuales. - Darle una pendiente adecuada al piso de los corrales (1-2%) para que la evacuación de las aguas de lavado sea adecuada y evitar la retención de líquidos. - Establecer un sistema para controlar las aguas residuales a tratar, que considere entre otros: - Construir canales recolectores tipo vertederos (rectangulares) a la

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
		salida de cada etapa del proceso, que permitan medir fácilmente el flujo de las aguas residuales generadas. ○ Colocar bandejas de retención de derrames de concentrados en las áreas que sean necesarios, para eliminar contaminaciones en las aguas que provoquen serios inconvenientes para su tratamiento o reutilizar ○ 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. ○ Instruir al personal para que no desechen residuos sólidos ni aceites y grasas a los drenajes. • Construcción de depósitos de recolección de excretas (charcas) en el extremo de los corrales • Llevar hasta un tanque de almacenamiento las aguas residuales para su tratamiento y posterior reutilización • Tratar las aguas residuales para cumplir con las normas técnicas nacionales de descarga. • Utilizar las aguas residuales tratadas del proceso en el regadío de tierras agrícolas. • Analizar alternativas de uso para la cerdaza y los lodos de las plantas de tratamiento primario, como por ejemplo para la elaboración de abono orgánico.
Implementar buenas prácticas en el manejo de los residuos generados en el proceso productivo	Generación de beneficios económicos por la recuperación, reutilización y reciclaje de residuos.	• Revisar las alternativas de recuperación y manejo de los residuos de la producción, considerando al menos: • Recoger los residuos de concentrado para ser utilizados como parte de alimento para ganado vacuno • Reutilizar la cerdaza que se recupera por medio de centrifugación o sedimentación, en la composición de compostaje o abono orgánico. • Verificar el destino de la venta de la cerdaza • Revisar la opción de producción de humus a partir de la cerdaza mediante técnicas de lombricultura y compostaje. • Diseñar un sistema para utilizar la cerdaza en combinación con animales muertos durante el proceso, placentas y restos de oreja, para la producción de biogás • Buscar alternativas para la reutilización de los sacos de concentrado dañados, entre los cuales podrían ser: ○ fuentes de generación de energía ○ uso en el campo de los sacos para traslado de semilla(ver recicladores en Anexo 2: proveedores de P+L) • Establecer un plan de gestión de los residuos de recipientes manejados en la granja que al menos asegure: ○ Listar los recipientes que salen del uso de insumos en los procesos. ○ verificar sus características y requerimientos para la reutilización interna o venta a terceros. ○ Elaborar controles de almacenamiento y venta o reutilización de los mismos. • Establecer un programa de control y registro de los residuos peligrosos como: los frascos de las vacunas, jeringas, guantes, agujas, bisturís. La disposición debe seguirse acorde a las disposiciones del ministerio de Salud.
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.	• Con base en el plan de monitoreo, calcular la cantidad de residuos sólidos que se van a desechar. • Diseñar el sistema de disposición final (revisar diagrama de flujo, elaborar planos, etc.). • Revisar y analizar posibles procedimientos de aprovechamiento de estos lugares de disposición final (Por ejemplo bio-digestores). • Separar los residuos sólidos a disponer (frascos de vitaminas y hormonas, mascarillas, guantes etc.).

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
		Llevar hasta un área de acopio los residuos sólidos para su clasificación y posterior disposición.

Fuente CNP+LH.

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

$$\Delta\% \frac{\text{Unidad residuos reutilizables}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{Valor residuos vendidos mes actual}) - (\text{Valor residuos vendidos mes anterior})}{(\text{Valor residuos mes anterior})} \times 100$$

VI. MARCO LEGAL

La legislación ambiental aplicable al rubro porcino, 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 porcinas, en el Cuadro 22 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 rubro porcino”, la cual puede ser obtenida en la SERNA.

Cuadro 17. Legislación aplicable a la operación del proyecto por factor ambiental

Factor Ambiental	Legislación	Etapas de operación
Aire	Ley General del Ambiente DL 104-93	Art. 59, 60, 61, 62,
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Considerar en su totalidad
	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 STSS 01-02	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 Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Considerar en su totalidad (El Reglamento se Considerara una vez entre en vigencia)
	Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento: DL 118-2003	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: AE 006-2004	Considerar en su totalidad

Factor Ambiental	Legislación	Etapas de operación
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 10, 11, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28
	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	Art. 48 al 52
	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	Art. 93, 121
	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
	Resolución SAG 47-99	Considerar en su totalidad

Elaborado por: CNP+LH

De igual forma, en el Cuadro 23 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 rubro porcino.

Cuadro 18. Marco legal por insumos ambientales, residuos de actividades generales y factores externos

Factor Ambiental	Legislación	Etapas de operación
Recursos Biológicos Y Paisajísticos	Ley General del Ambiente: AE 104-93	Art. 26, 35 al 47
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Considerar en su totalidad
	Declaración de Áreas Protegidas DL87-87	Considerar en su totalidad
Recursos Culturales	Ley General del Ambiente: AE 104-93	Art. 70 al 73, 84, 85
	Ley del Instituto Hondureño de Turismo: DL 103-93	Art. 17, 18, 30, 60
	Ley Orgánica del Instituto Hondureño de Antropología e Historia: DL 118-196	Considerar en su totalidad
	Ley de para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación: DL 220-97	Art. 3,8,11,14-16,18-21, 37
Recursos Socioeconómicos	Ley General del Ambiente: AE 104-93	Art. 77 al 82
	Ley de Municipalidades: DL 134-90	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 144-84	Considerar en su totalidad
	Reglamento del Control y Erradicación de la Peste Porcina Clásica: AM SAG 762-2007	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario: AE -1022	Considerar en su totalidad
	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

Factor Ambiental	Legislación	Etapas de operación
	Reglamento de la Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola : AE-1039-93	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 6, 7
	Reglamento de la Ley de Municipalidades: AE 18-93	Art. 57, 58, 75
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
Energía	Ley General del Ambiente: AE 104-93	Art. 3
	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
Materiales Peligrosos	Ley General del Ambiente: AE 104-93	Art. 7, 68, 69
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Considerar en su totalidad
	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 STSS 001-02	Considerar en su totalidad
	Reglamento del Control y Erradicación de la Peste Porcina Clásica: AM SAG 762-2007	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Cuarentena Agropecuaria: AM SAG 1678-97	Considerar en su totalidad
	Acuerdo Ministerial SAG 103-02	Considerar en su totalidad
Mantenimiento De Equipo E Instalaciones	Ley General del Ambiente: AE 104-93	Art. 33, 51 al 53
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 58 al 69
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 81
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 85 al 116
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
Residuos Sólidos	Ley General del Ambiente: AE 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 STSS 001-02	Considerar en su totalidad
Residuos Líquidos	Ley General del Ambiente: AE 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 STSS 001-02	Considerar en su totalidad
	Normas Técnicas de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario: AE 058-97	Considerar en su totalidad
Reutilización y reciclaje	Ley General del Ambiente: AE 104-93	Art. 1, 74, 75
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 2, 3
Riesgos Y Amenazas	Ley General del Ambiente: AE 104-93	Art. 83
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Considerar en su totalidad
	Ley de Contingencias Nacionales: DL 9-9	Considerar en su totalidad
	Ley Orgánica de la Policía Nacional: DL 156-98	Considerar en su totalidad
	Ley del Cuerpo 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:	Considerar en su totalidad

Factor Ambiental	Legislación	Etapas de operación
	DL 194-99	
	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 del Control y Erradicación de la Peste Porcina Clásica: AM SAG 762-2007	Considerar en su totalidad
	Reglamento para el Control de Productos Veterinarios: AE 08-96	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Cuarentena Agropecuaria: AM SAG 1678-97	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Control y Erradicación de Brucelosis y Tuberculosis Bovina: AM SAG 1735-97	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Vigilancia Epidemiológica en Salud Animal: AM-SAG 1419	Considerar en su totalidad
Efectos Acumulativos	Ley General del Ambiente: AE 104-93	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	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 del Control y Erradicación de la Peste Porcina Clásica: AM SAG 762-2007	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
Bioseguridad	Ley Fitozoosanitaria : DL 157-94	Considerar en su totalidad
	Reglamento para el Control de Productos Veterinarios: AE 08-96	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Cuarentena Agropecuaria: AM SAG 1678-97	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Vigilancia Epidemiológica en Salud Animal: -SAG 1419	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Control y Erradicación de Brucelosis y Tuberculosis Bovina: AM SAG 1735-97	Considerar en su totalidad
	Reglamento del Control y Erradicación de la Peste Porcina Clásica: AM SAG 762 2007	Considerar en su totalidad
	Acuerdo Ministerial SAG 103-02	Considerar en su totalidad
	Acuerdo Ministerial SAG 803-04	Considerar en su totalidad
	Acuerdo Ejecutivo 082-2006	Considerar en su totalidad
	Resolución 010-2001 SAG	Considerar en su totalidad
	Resolución SAG 47-99	Considerar en su totalidad

Fuente: CNP+LH

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

Abono orgánico. Es el producto de transformación de residuos orgánicos en humus, por la acción de diversos organismos (bacterias, hongos, protozoarios, lombrices etc).

Actinomiceto. Bacteria en la que se descubrió actividad antitumoral e inmunosupresora en animales.

Aditivo. Son todos aquellos componentes que mejoran el funcionamiento metabólico del animal y los que imparten textura, sabor y color a un alimento con la finalidad de hacerlo más apetecible.

Alimentación con Concentrado. Consiste en el uso de concentrado comercial, cuya cantidad dependerá de la etapa de crecimiento en que se encuentren los cerdos.

Alimentación de Cuido. Consiste en utilizar una combinación de productos y sub-productos agropecuarios como yuca, banano, tiquizque, ayote, suero de leche, caña de azúcar u otros, cuya cantidad dependerá también de la etapa de crecimiento del cerdo.

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.

Biodigestor. Son tanques cerrados dentro de los cuales la materia orgánica es degradada en condiciones anaeróbicas, es decir sin oxígeno, por acción de microorganismos transformándola en metano(biogás), dióxido de carbono y agua.

Biogás. Es un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos, (bacterias metanogénicas, etc.) y otros factores, en ausencia de aire (ambiente anaeróbico). Cuando la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno, actúa este tipo de bacterias, generando biogás.

Bioseguridad. Son todas aquellas medidas sanitarias preventivas y de control que, utilizadas en forma permanente, evitan la entrada y salida de agentes infectocontagiosos en una granja porcina.

Buenas Prácticas Ambientales. Medidas, ya sean de gestión o técnicas, destinadas a mejorar el rendimiento medioambiental.

Buenas Prácticas Pecuarias. Son el conjunto de procedimientos, condiciones y controles que se aplican en las unidades de producción animal, los cuales incluyen limpieza de instalaciones físicas, equipo y utensilios e higiene y salud del personal para minimizar el riesgo de contaminación física, química y biológica durante la cría, manejo y salud de la piara.

Calostro. Es un líquido segregado por las glándulas mamarias durante el embarazo y los primeros días del parto, compuesto por sustancias inmunológicas, leucocitos, agua, proteínas, grasas y carbohidratos en un líquido seroso y amarillo.

Cerdaza. Excretas de cerdos en todas las etapas del ciclo reproductivo.

Compostaje. Tratamiento aeróbico que convierte los residuos orgánicos en humus, por medio de la acción de microorganismos, esencialmente bacterias y hongos. El proceso permite obtener un abono orgánico estable.

Concentrado. Alimento para la nutrición animal compuesto por elementos balanceados según los requerimientos determinados por el estado fisiológico, la edad y la especie animal.

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 sustancias, o elementos en estado sólido, líquido 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.

Demanda Biológica de Oxígeno. Se refiere a la cantidad de oxígeno 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 Bioquímica de Oxígeno (DQO). Se refiere a la cantidad de oxígeno requerido para la degradación bioquímica de la materia orgánica en aguas contaminadas, se mide en mg/l.

Deyecciones. Materia de residuos de alimento que elimina el organismo por el ano tras la digestión. Sinónimo de excremento, deposición, heces.

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 determinar 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.

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.

Digestibilidad. Es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido por el sistema digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino.

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. Residuos 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 residuos 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 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.

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.

Estrés. Es una respuesta acumulativa de un animal y su medio ambiente, que tiene como resultado un efecto severo en el comportamiento y en su fisiología.

Eutrofización. La eutrofización o eutrofización consiste en el enriquecimiento de las aguas por nutrientes, lo cual provoca la aparición de algas que consumen gran parte del oxígeno impidiendo que la fauna acuática presente habite ahí. Es un proceso natural o antropogénico (causado por el hombre) que es provocada por el aumento de la cantidad de nutrientes (nitratos y fosfatos principalmente), aumentando así la cantidad de fitoplancton, lo que provoca la pérdida de transparencia del agua (que disminuye la fotosíntesis por la falta de luz) y aumenta así la descomposición de la materia orgánica. Todo a su vez, hace que disminuya la concentración de oxígeno (O₂).

Excreta. Excrementos humanos o animales tanto líquidos como sólidos.

Explotación de cerdos. Comprende etapas de reproducción, crianza, engorde y comercialización de los cerdos.

Extracto etéreo. Es el método que permite determinar el contenido en materias grasas brutas de los piensos y materias primas.

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.

Fosa Séptica. Es el tratamiento primario que reciben las aguas residuales ordinarias para su estabilización por medio de procesos anaeróbicos (sin presencia de oxígenos) y que consta de los siguientes elementos trampa de grasa, tanque séptico, pozo de absorción, y en su defecto caja distribuidora.

Fosa. Pozo donde se depositaran los cerdos muertos o de sus residuos biológicos (placentas) para su descomposición.

Galpones. Área cerrada donde se mantienen los cerdos.

Gestación. Periodo de preñez de la cerda el cual dura 114 días.

Granja Porcina. Unidad productiva dedicada a la crianza y explotación zootécnica de la especie porcina.

Hozar. Remover la tierra con el hocico propio de algunos animales como el cerdo o el jabalí.

Humus. Es la sustancia compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica. Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables.

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.

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

Inocuidad. Conjunto de procedimientos orientados a evitar que los alimentos causen daño a la salud de los consumidores.

Inseminación. Técnica de reproducción asistida, que consiste en la introducción de semen de un donante en el cuello del útero de la hembra en fase de celo.

Instalaciones. Las instalaciones de una granja son las siguientes, galeras, corrales, salas de parto, oficinas, bodega, fabricas de concentrados, instalaciones sanitarias, sistemas de abastecimiento de agua y aguas residuales.

Lagunas de estabilización. Tratamiento acuático, consiste en retener el efluente en estanques durante un periodo de tiempo suficiente como para provocar la degradación de la materia orgánica por medio de la actividad microbiológica.

Lechón. Cerdo de hasta 3 meses sin destetar con un peso aproximado de entre 5 a 5,5 kilos.

Ley fito zoosanitaria. La presente Ley tiene como objetivo velar por la protección y sanidad de los vegetales y animales, y la conservación de sus productos y subproductos contra la acción perjudicial de las plagas y enfermedades de importancia económica, cuarentenaria y humana.

Lixiviación. Es el proceso de lavado del suelo por la filtración del agua.

Lombricultura. Es la cría de lombrices cuya finalidad es la producción de un abono de muy buena calidad que se denomina humus de lombriz o Lombricompuesto. Este humus se produce de la digestión de materiales orgánicos por parte de las lombrices y posee altas propiedades como mejorador de las propiedades físicas del suelo, tales como: permeabilidad, retención de humedad e Intercambio Catiónico.

Maternidad. Etapa de parto y lactancia del ciclo productivo porcino.

Metagénicas o Metanogénicas. Son bacterias que constituyen el último eslabón en la cadena de microorganismos encargados de digerir la materia orgánica y devolver al medio los elementos básicos para reiniciar el ciclo.

Microorganismos. Son hongos, mohos, virus, bacterias y protozoos. Generalmente se utiliza el término “microbio”

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.

Patógeno. Es un microorganismo que produce una enfermedad o daño.

Porcicultura. Técnica del cultivo y crianza de cerdos para reproducción y engorde.

Pozos de absorción. Infraestructura sanitaria compuesta de lechos, filtrantes, utilizadas para la disposición final de las aguas grises o efluentes de sistemas primarios.

Proteína. Sustancia compuesta de aminoácidos, parte esencial de células y virus. Una de las tres clases principales de alimentos, está presente en grandes cantidades en carne, pescado, leche y huevos.

Reciclaje. El reciclaje es una tecnología de las llamadas “al final del tubo”, es decir, se genera el residuo 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.

Reproducción. Etapa de la producción porcina en donde la hembra es inseminada por vía natural o artificial.

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.

Sala de monta. Son corrales donde se estimula al cerdo macho para poder extraer el semen y realizar la inseminación artificial.

Silo. Es una estructura diseñada para almacenar grano, alimento concentrado y otros materiales a granel; son parte integrante del ciclo de acopio de la agricultura

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. Toda infraestructura instalada donde se efectúen procesos, físicos, químicos o biológicos, o bien una combinación de ellos, con la finalidad de mejorar la calidad del agua residual, de tal manera que esta pueda ser posteriormente vertida, infiltrada, o reutilizada, en concordancia con lo dispuesto en la legislación vigente, y con la finalidad de dar tratamiento a la cerdaza

y lodos sedimentados, de tal manera que esta pueda ser posteriormente utilizada como fuente de energía, fertilizante, enmienda o mejorador de suelos como sustrato de cultivos agrícolas o bien se utilice en dietas de animales.

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.

Tiquizque. Planta de la familia de las Aráceas, con hojas grandes, acorazonadas, y rizoma comestible muy usado como vianda.

Tratamiento primario de efluentes. Etapa del tratamiento que consiste en la preparación del purín a través de la eliminación de los sólidos y de la homogenización, para ser degradado por algún sistema secundario.

Tratamiento secundario. Sistema de degradación biológica que tiene como propósito reducir los contenidos de materia orgánica y de sólidos no removidos en el tratamiento primario.

Tratamiento. Acción de transformar los residuos, por medio del cual se cambian sus características.

Varraco o verraco. Es el cerdo macho que se destina a la reproducción.

Volatización. Pérdida de nutrientes en forma de gas.

Yacija. Es un subproducto de la industria avícola, procedente de los galpones de pollo y contiene concha de arroz o viruta de madera, alimento concentrado, excremento y orina de las aves. La yacija es una excelente fuente de minerales y de proteína, utilizada eficientemente por el ganado vacuno durante la época de sequía, permitiendo una mayor digestibilidad de la fibra y los compuestos nitrogenados no proteicos.

Zoonosis. Enfermedades que se transmiten de los animales al hombre.

Zootecnia. Es el conjunto de técnicas para el mejor aprovechamiento de los animales domésticos y silvestres que son útiles al hombre y cuya finalidad es la obtención del máximo rendimiento, administrando los recursos adecuadamente bajo criterios de sostenibilidad, se ocupa del estudio de la producción de animales, así como de sus derivados (carne, huevo, leche, piel, etc.), teniendo en cuenta el bienestar animal; fijándose como objetivo la obtención del óptimo rendimiento de las explotaciones pecuarias.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ALCON. (sf). *Línea de productos, línea porcinos*. Recuperado el 1 de agosto de 2008, de Alcon Alimentos Concentrados para Animales: <http://www.alcondocolombia.com/linea-porcinos.htm>
- Bonilla, A. (sf). *Asuntos sanitarios, contaminación, pobreza, población*. Recuperado el 1 de Agosto de 2008, de Alexander Bonilla . com: <http://www.alexanderbonilla.com/asuntossanitarios.htm>
- CARGILL. (sf). Recuperado el 1 de Agosto de 2008, de Cargill: <http://www.cargill.com/index.jsp>
- CEGESTI. (2007). *Curso de gestión ambiental rentable, GAR*. San Pedro Sula.
- 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 Ecuatoriano de Producción más Limpia. (2007). *Marco conceptual de producción más limpia* . Ecuador.
- Centro Mexicano de Producción más Limpia. (2004). *Producción más limpia*. Obtenido de Centro Mexicano de producción más limpia: <http://www.cmpl.com.mx/Portal/Default.asp>
- Centro Nacional de Producción más Limpia El Salvador. (2004). *Diagnóstico inicial del sub sector porcicultor*. San Salvador.
- Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras. (2004). *Experiencia en la implementación de P+L* . San Pedro Sula, Honduras.
- CGPL. (2008). *Guía de buenas prácticas ambientales para el sector avícola de Guatemala*. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.
- CONAM. (2003). *Guía 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 Engenergía INDENE Universidad Simón Bolívar: <http://funindes.usb.ve/indene-web/iluminacion/niveles.html>
- Dittle, N. (2008). *Guía ambiental para el sector porcícola de américa cenral*. San José: UICN.
- Espinoza, G. (2002). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental* . Chile: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Fundación Chile. (2008). *Gestión escolar*. Obtenido de Fundación Chile: www.fundacionchile.cl
- GOGAPEMI. (2008). *Guía de opciones de producción más limpia para el sub sector porcicultor salvadoreño*. San Salvador: MARN/GTZ.
- 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.

- IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental). (2007). *Indicadores medioambientales para la empresa*.
- Marquez, R. (sf). *Definición de la política ambiental de una organización*. Medellín: Centro Nacional de Producción más Limpia.
- Ministerio de Medio Ambiente . (2002). *Guía ambiental para el subsector porcino*. Colombia: Sociedad de Agricultores de Colombia.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2006). *Guía de mejores técnicas disponibles del sector porcino* . Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación de España Ministerio del Medio Ambiente de España, Unión Europea .
- 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*.
- PIGSA. (sf). *Porcícola industrial Guanolola*. Obtenido de Guanolola: <http://www.guanolola.com/pigsa/>
- PNUMA. (2003). *La empresa eficiente*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PNUMA/IMA. (1999). *Producción más limpia*. Obtenido de <http://www.pnuma.org/industria/publicaciones.php>
- RITL. (sf). *Subprocesos agrícolas*. Recuperado el 1 de Agosto de 2008, de Red interinstitucional de Tecnologías Limpias: www.tecnologiaslimpias.org
- SAG. (sf). *Producción porcícola*. Recuperado el 1 de Agosto de 2008, de Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras: www.sag.gob.hn/arch_desc/MesaAgricola/PCERDO20APROB.doc -
- SERNA. (2004). *Diagnóstico ambiental cualitativo*. Honduras: Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente.
- SERNA. (2008). *Plantilla granjas porcícolas*. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Gobierno de Honduras.
- Stanziola, I. (2008). *Seminario de Producción más Limpia para el rubro porcino, avícola y sector acuícola "una estrategia de competitividad"*. Obtenido de Proyecto de Manejo de Recursos Naturales MIRA: <http://www.mirahonduras.org/pml/seminario.html>
- UNAM. (2008). *Identificación o detección de necesidades de capacitación DNC*. Universidad Autónoma de México.
- Vallejo, Martínez, Matamoros, & Elvir. (2007). *DR CAGTA Compromisos ambientales y legislación*. Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales (USAID/MIRA), Tegucigalpa.

IX. ANEXOS

ANEXO I. INICIATIVAS EN LA REGIÓN

En Honduras el desarrollo del sector Porcino está dando pasos con el fin de hacer más eficientes su proceso Productivo y lograr una mayor estabilidad de las empresas de este rubro.

A continuación se presentan algunos de los casos más sobresalientes de Honduras y la región.

GRANJA PORCINA JIREH

DATOS GENERALES

Ubicación: Aldea Santiago de Pimienta Cortes.

Gerente General: Ing. Juan Diego Molina

Persona contacto P+L: Ing. Félix Alvarenga.

Productos: Engorde porcino.

Volumen procesado: 120 cerdos semanales, 5760 Lbs. semanales.

Capacidad instalada: 20,054 cerdos al año, 4, 938,132.00 Lb. al año.

Días de trabajo / año: 365 días en un horario comprendido 7:00 AM a 4:00PM a excepción del área de maternidad que se labora 24 horas al día, en turnos rotativos.

Infraestructura:

Área de Lavandería.

Sala de maternidad.

Área de gestación.

Área de laboratorio.

Mercado: El mercado es nacional.



Área de nursery.

Área de producción.

Bodega de almacenamiento.

PROCESO PRODUCTIVO.

El proceso puede dividirse en seis etapas principales las cuales son:

1. Crecimiento de reproductoras: Se reciben a las 20 semanas de edad, a las 24 pasan a crecimiento y a las 30 a reemplazo listas para ser servidas.
2. Inseminación artificial: Consiste en la recolección de semen y evaluación microscópica de calidad.
3. Gestación y maternidad: Se reciben de 16 semanas en periodo de gestación, se alimentan dos veces al día se vacunan contra microplasma y *Escherichia coli*.
4. Área de *nursery*: también conocida como área de crecimiento, el peso ideal es de 55 a 60 lbs.
5. Área de engorde: Los cerdos son alimentados, hasta que llegan al peso ideal, para posteriormente ser trasladados a la planta de proceso.

RESUMEN OPORTUNIDADES RELEVANTES EN P+L

Oportunidad	Beneficio proyectado (describir ahorros o beneficios económicos)
Instalar medidores de consumo de agua, en las entradas y salidas del sistema.	Mejores controles administrativos.
Documentar y registrar los volúmenes de residuos, así como documentar la periodicidad de recolección.	Mejorar controles administrativos.
Realizar análisis físico y químico al igual que bacteriológico de las aguas residuales.	Reducir y prevenir contaminación.
Elaborar listas de chequeo mensual de tuberías de agua, como parte de un plan de mantenimiento preventivo.	Uso eficiente del recurso agua.
Sustitución de extractores y equipo obsoleto.	Reducción de consumo de energía.
Sistema de medición y gestión de energía que permita controlar la demanda en Kw	Reducción de la demanda (Kw) por consiguiendo una reducción en la factura del 5% al 15% y de emisiones.
Sustitución de lámparas eficientes	Reducción de 180 W de potencia por lámpara tipo canasta sustituida, y reducción de 54 Kwh al mes en el consumo de energía.

BENEFICIO AMBIENTAL PROYECTADO TRAS IMPLEMENTACIÓN.

Reducción de Emisiones (CO₂) por reducción de consumo de energía
Reducción de contaminación por menos residuos depositados
Reducción del uso del recurso de agua por un consumo racional de esta.

OTRAS EXPERIENCIAS DE PRODUCCIÓN PORCINA EN EL PAÍS

GRANJA LUIFER³

Ubicación : Aldea las Delicias , Choloma
Teléfonos: 997-81522 , 991-59786

Persona contacto: José Luis Aguirre, Alexis Hernández, Luisa Hernández.

Producto: Crianza de Cerdo, para venta.

Volumen procesado: 80-100/ semana.

Capacidad instalada: 1700 cerdos en proceso de crianza

Empleados: 10 personas

Días de trabajo/año: 365 días , 7:00am-6:00 pm-

Infraestructura: 6 galeras (granjas de proceso), oficina.

Etapas de Procesos presente: Maternidad, destete, crecimiento y desarrollo y engorde.

Mercado: Mercado Nacional.

³ Tomado de Reporte de Visita de Diagnostico Rápido a Granja Luifer, CNP+LH, Septiembre 2008, Choloma, Honduras.

GRANJA PORCINA INDUSTRIAL GUANGOLOLA⁴ (PIGSA)

Ubicación: Dos Caminos Villanueva.

Teléfonos: 574-9720

E-mail: gerencia@guangolola.com

Ejecutor: PROG CARNE (Procesadora de Carne Guangolola)

Producto: Carne de cerdo y de Res en diferentes presentaciones.

Objetivo: Producción de carne Porcina para la su comercialización y exportación.

Descripción del proyecto: Inicio en 1,998 y se dedica a la crianza y sacrificio de ganado porcino con el fin de producir carne de cerdo de alta calidad.

Mercado: Nacional y Centroamericano, Así mismo ha desarrollado una cadena de Restaurantes llamados Guangolola en donde se venden productos cárnicos procesados en esta empresa.

GRANJA SAN JOSÉ

Ubicación: El Zamorano, Honduras.

Teléfono : 9948-6410 / 754-2551

Contacto: Julio Suarez.

Ejecutor: Empresa de Sociedad Anónima.

Producto: Crianza de ganado porcino para la posterior producción de carne de cerdo apta para el consumo masivo.

Descripción del proyecto: Desarrollo de la producción Porcina en la región del Zamorano, con el fin de crear fuentes de empleo, desarrollo económico y comercial de la zona.

Mercado: Mercado Nacional.

GRANJA PORKYLEM⁵

Ubicación: Colinas Santa Bárbara.

Contacto : Edgardo Leiva

Antecedentes: Año de inicio de operaciones 1,990, área total de la granja 7,340 m².

Número de empleados : 12

Objetivo: Desarrollar el sector agrícola de la zona con la creación de proyectos de crianza y producción porcina.

Descripción del proyecto: la granja se dedica a la cría y engorde de cerdos para el mercado Local, para lo cual cuenta con seis galeras acondicionadas para alojar a los reproductores y sus camadas en las diferentes etapas del desarrollo manteniendo una producción mensual de 32,625 libras.

Mercado: Mercado Nacional

⁴ Tomado de PIGSA, Septiembre 2008 , www.guangolola.com

⁵ Tomado de Diagnóstico Ambiental Cualitativo de Granja Porkylem, septiembre 2008, CNP+LH.

NOTICIAS SOBRE PROYECTOS LATINOAMERICANOS DE PRODUCCIÓN PORCINA

GRANJA PORCINO C. Q.⁶

Ubicación: Caserío El Ñajú #18; sobre la carretera de Buenos Aires, Calzada Larga , PANAMA

Apartado : 5224 Zona 5

Capacidad Instalada : 120 hembras

Área del Predio : 14.8 ha

Sistema Productivo: Ciclo porcina completo.

GRANJA IRMA MERCEDES⁷

Ubicación: Llanito Verde , la Chorrera Panamá,

E-mail: fliaromero@cwpanama.net

Capacidad Instalada: 120 hembras.

Sistema productivo: Ciclo porcina completo.

GRANJA PORCICOLA MONTERREY⁸

Ubicación: finca monterrey, vereda el hogar, corregimiento de Azunsola en Colombia.

E-mail : porcicolamonterrey@yahoo.com

Empleado: 100 empleados

Antecedentes: fundada en 1982 , con una sociedad que hizo una inversión inicial de 5000 dólares actualmente la inversión actual entre equipo y edificios es de 200,000 dólares

Proyecto: Crianza y Comercialización de carne de cerdo en pie de excelente calidad.

GRANJA SANTA URSULA⁹

Ubicación: Asunción Mita, Jutiapa , Guatemala

e-mail : santaursula@yahoo.com

Producto: Crianza de cerdos para matanza y para reproducción

Descripción del Proyecto: Granja porcina, dedicada a la crianza y engorde de cerdos, cuenta con instalaciones tecnificadas, cuenta con planta de tratamiento para los residuos, utilizan las excretas como abono orgánico, alimento para tilapia y ganado lechero, y el agua en un 75% pura es utilizada para regadíos de pastizales para bovinos. Además se está generando energía con otra parte de la cerdaza, por medio de un biodigestor que provee de gas para el consumo doméstico. En las tardes se alfabetizan a los colaboradores. No hay presencia de moscas, ni malos olores. A su alrededor no existen más que fincas ganaderas.

⁶ Tomado de la experiencia del CNP+LIMPIA PANAMA en Granja porcina C.Q, septiembre 2008, PANAMA www.conep.org.pa/prodlimpia/cnpml.com

⁷ Tomado de la experiencia del CNP+LIMPIA PANAMA en Granja porcina Irma Mercedes , septiembre 2008,PANAMA , www.conep.org.pa/prodlimpia/cnpml.com

⁸ Tomado de Granja porcicola Monterrey , Septiembre 2008, www.quimnet.com

⁹ Tomado de Granjas porcinas Guatemala , Septiembre 2008 , www.proeticaporcinas.com

ANEXO 2. PROVEEDORES 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, www.ciencia-hoy.retina.ar
- Red de Centros Nacionales de Producción Más Limpia, www.produccionmaslimpia-la.net
- Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras, www.cnpmi-honduras.org
- United Nations Industrial Development Organization, www.unido.org

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, saecofycia@yahoo.es

Químicos:

- Industrial Chemical Supplies, www.novachemhn.com
- Equilab S. A., Productos Químicos, equilab@123.hn

Fumigación

- Truly Nolen : www.trulynolen.com
- Expir s.de.R. L Telefono : 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, rlainez@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
- Llantacentro 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), asistente@corumointernacional.hn
- Inversiones materiales (INVEMA), os-car@invemascrap.com
- Baterías LMT Comercial Maega S De R.L, Tel. 504-5536157
- Acumuladores Stara, Tel. 504-5531311

Organicos

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

Pet

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

Plásticos diversos rígidos y flexibles.

- Plasticos vanguardia, plasvan@sulanet.net
- Inversiones materiales (INVEMA), os-car@invemascrap.com
- Recicladora dubon (DUREPLAST), Tel. 504-998-6260, 968-9837
- MAPLAST, Maplast_hn@hotmail.com

- Plasticos tecnicos, S. De R.L. de C.V., byronangel@yahoo.com
- RECIPLAST –EYC, recipplast@gmail.com
- TECHNIPLASTICOS, emobaide@gmail.com
- RECIPLHAS, recipplastegus@yahoo.es oscarthompsonu@hotmail.com
- CENOSA, jbueso@cenosa.hn

Metales ferrosos y no ferrosos

- Inversiones materiales (INVEMA), os-car@invemascrap.com
- FUNYMAQ, funymaq@globalnet.hn
- Comercial Rueda Morales (CORUMO), asistente@corumointernacional.hn
- Exportaciones de metales (EXPOMETAL), expometal@sulanet.net
- RECIMETAL, recimetal@gmail.com

Lamparas 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

Otros (solventes, aceites usados, soda caustica, colorantes, trapos con aceites, residuos clínicos).

RECYCLE S. de
R.L., recyclehonduras@sulanet.net, recyclehonduras@yahoo.com

ANEXO 3. PROVEEDORES DE TECNOLOGÍAS PARA EL RUBRO PORCINO

- Asociación de poricultores de Honduras www.anapoh.com
- Federación Nacional de Agricultores y Ganaderos de Honduras (FENAGH). Tel: (504) 239-1303, 231-0271 /556-7155. Fax: (504) 231-1392

Algunos Proyectos

- European Union Energy Initiative, www.euei-pdf.org/projets
- (Pigsa) Granja Porcicola Industrial Guanolola gerencia@guanolola.com
- Granja Luifer granja_luifer@hotmail.es
- Granja Cer-Agro adol_espinal@yahoo.com
- Energía y desarrollo, www.sgsica.org/energia
- Granja porcicola monterrey : porcicolamonte-rrey@yahoo.com
- Graja porcicola cerro blanco : cerroblanco@hotmail.com

Equipo y materiales para la instalación de una planta de producción Porcina

Básicamente el equipo para una planta productora de Cerdos se compone por tanques de almacenamiento y decantadores, silos de alimentación, lámparas de calefacción, corrales para cerdo, bebederos jaulas para cerdas de gestación bombas, bio-digestores, motores, agitadores, tuberías y accesorios como sellos y válvulas. De esta forma, se pueden identificar varios proveedores a nivel nacional e internacional, entre ellos:

Equipo en general

Internacional:

- Equipo para granjas porcinas www.engormix.com
- Equipo para granjas porcinas www.quiminet.com
- Tecnología porcina www.fao-sict.un.hn
- Tecnologías porcinas www.aacporcinos.com
- Tecnología productiva porcina www.nuevobersa.com
- Alvan Blanch, Administrando la Energía, www.alvanblanch.co.uk
- Equipos y Controles S.A., www.equipo.hn
- Equipos Industriales S.A., ventas@equinsa.net

Tanques de almacenamiento:

Internacionales:

- Cone Bottom Dispensing Tanks, www.diverseplastics.com

Nacionales:

- Industrias Metálicas S.A. ejabufel@grupocorona.com
- IMSA / ARGON, gegral@hn2.com
- Estructura metálica EMECO, www.emeco.hn.com
- Jericó S. de R.L., jerico@sulanet.net

Instrumentos de control

Internacional:

- RdF Valve and Controls, sales@valveandcontrols.com

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

Motores eléctricos:

Nacionales:

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

Accesorios y tuberías:

Internacional:

- Velcom Filters, 1210 Garden of the Gods Road, Colorado Springs, Co.
- Mid Atlantic Engine Sply Corp, www.maesco.com

Nacionales:

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

Energía:

Nacionales:

- R y D Industrial, Automatización y control industrial, rydindustrial@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., comer-cel@sulanet.net
- Suministros Eléctricos, Byron@selhn.com
- Elcosa, elcosa1@elcosa.com
- Energías Alternativas, www.otrasenergias.com
- Bio-digestores www.biodigestores.org
- Tecnología de bio-digestores www.engormix.com
- Bio-digestores www.agronet.gov.co
- Bio-digestores www.chilepotenciaalimentaria

Alimento:

- Alimento Concentrado: alcon_pedidos@cargill.com
- Alimento concentrado porcino : www.quiminet.com
- Alimento concentrado porcino: www.alipor.mx.com
- Distribuidora agropecuaria Tapia y Rodríguez DIS-ATYR: www.grupodisatyr.com

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

Cuadro 19. Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones.

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

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 20. 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 21. Registro de producción mensual

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

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 22. 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 23. Registro de materias primas.

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

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 24. Registros de residuos líquidos.

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

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 25. 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 26. Registros de emisiones.

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

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 27. Ficha para el control de la entrada de agua.

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

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 28. 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 29. 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 30. 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 31. Formato para el control de energía consumida vs. Energía requerida.

No.	Nombre del equipo	Ubicación	Energía requerida para su operación Kw/Mes	Energía consumida Kw/Mes

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 32. 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 33. Formato para el reporte mensual energético.

Día	Gas LPG Capacidad Tanque		Agua		Diesel	Energía Eléctrica Medidor ENEE					
	Presión	%	Medidor m³	°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 34. 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: _____

Gerente General: _____

Dirección: _____ Ciudad: _____

Teléfonos: _____ Fax: _____

Casilla: _____ Correo Electrónico: _____

Gerente de Planta (persona 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 (por ejemplo 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 (por ejemplo 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.).

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 _____ m³ / año Costo _____ 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 2 _____ Kw.
 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 Costo _____ US\$ / año
 Total _____ US\$ / año
 Principales cargas (energía eléctrica) Costo Total _____ US\$/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 u otros; incluyendo los posibles ingresos por venta de residuos u otros similares.

Origen / Descripción	Cantidad [t/año]	Servicio / Destino	Costo / Ingreso [US\$/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 balanceado para animales	Monto del ingreso por venta de los desperdicios
4. Destilación / borras		Empresa XYZ / Alimento balanceado para animales	Monto del ingreso por venta de las borras
5. Hornos / cenizas		/ Disposición 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?
 - ¿Que 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?

ANEXO 6. GUÍA METODOLÓGICA 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 un cuadro de situación actual que contenga los siguientes conceptos:

No.	SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN FUTURA	
	PROBLEMAS ¿Qué?	POSIBLES CAUSAS ¿Por qué existe el problema?	EFFECTOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL (económicos, seguridad ambiental, organizacional)	POSIBLES MEDIDAS DE MEJORA ¿con que corregir, que hacer?	BENEFICIOS ESPECIALES (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 agua?
- ¿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 límites 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 materiales?
- ¿Manejan un control de todo el equipo, su ubicación, especificaciones y manuales de procedimiento?
- ¿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 el reutilizarlos o reciclarlos?
- ¿Están disponiendo adecuadamente sus residuos en apego a las leyes ambientales?

ANEXO 7. PRINCIPALES BIODIGESTORES EXISTENTES

Uno de los principales problemas en el tratamiento directo de desperdicios orgánicos por medio de un proceso anaeróbico es el de retornar la cantidad suficiente de lodos activados dentro de un biodigestor, ya que se supone que la retención de las bacterias metanogénicas depende de que estos microorganismos se adhieran a la superficie de partículas existentes dentro del medio.

Los biodigestores pueden clasificarse según su modo de operación en:

DE LOTE O BATCH

Se cargan de una vez en forma total o por intervalos durante varios días, y la descarga se efectúa cuando han dejado de producir gas combustible. Es aplicable cuando se presenten problemas de manejo o cuando la materia orgánica está disponible de forma intermitente.

DE RÉGIMEN SEMI-CONTINUO

Este tipo de digestor es más utilizado en la zona rural, cuando se trata de sistemas de uso doméstico. Se cargan por gravedad una vez al día con volúmenes de mezcla que depende del tiempo de fermentación. Producen una cantidad de gas constante al día.

DE RÉGIMEN CONTINUO

Este tipo de digestor se desarrolló principalmente para el tratamiento de aguas negras y en la actualidad su uso se ha extendido al manejo de otros sustratos. Son plantas de gran tamaño en las que se emplean equipos comerciales para alimentarlos, proporcionarles agitación y control. Por estas razones son grandes consumidoras de energía.

HORIZONTALES DE DESPLAZAMIENTO

Se caracterizan porque la carga se introduce en un extremo y el efluente se retira en otro. Generalmente se construyen bajo tierra para proporcionarle aislamiento térmico natural y caso perfecto. Minimiza el trabajo de carga y logra una producción casi constante de gas.

FACTORES LIMITANTES PARA LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

- a. Temperatura < 18°C
- b. Producción de estiércol < 20 kg/día
- c. Animales no estabulados
- d. Dificultad para consecución material de construcción
- e. Falta de agua
- f. Falta de equipos para uso del biogás
- g. Falta de personal para realizar las labores de operación y mantenimiento de la planta.
- h. Altos costos para la ejecución de la obra
- i. Falta de créditos de financiación
- j. Falta de apoyo del Gobierno en el sector Agrario
- k. Situación económica difícil

DURACIÓN

El arranque del biodigestor se debe realizar después de efectuar la prueba de presión con el fin de verificar la ausencia de fugas en la cúpula. La planta se llena con agua inoculando estiércol vacuno preferiblemente.

La operación de los biodigestores, implica realizar las siguientes labores:

- a. Cargar la planta continuamente, mezclando el material para homogenizarlo antes de introducirlo a la planta.
- b. Revisar las trampas de agua y las llaves de paso.
- c. Cambiar el material del filtro que remueve el H_2S
- d. Revisar las compuertas que separan las aguas lluvias de las aguas residuales.
- e. Quemar el gas producido evitando así malos olores.
- f. Controlar escapes de gas.

ANEXO 8. PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS PARA OBTENER EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

Cuadro 40. Pérdidas de agua por fugas.

Situación	Pérdidas ¹⁰
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 completo 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

Elaborado por: CNP+LH

Cuadro 41. Ahorro estimado de agua por uso de pistolas industriales.

Díámetro de tuber- ía (plg)	Tiempo de lavado sin pistola(min)	Volumen de agua utilizado (lts)	Tiempo de lavado con pistola (min)	Volumen de agua utilizado (lts)	Ahorro (lts)
½"	5	66	4	53	13
¾"	5	84	4	67	17
1"	5	264	4	211	53
1 ½"	5	1,135	4	1068	67

Elaborado por: 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= Numero de Mangueras

Por ejemplo una pistola de chorro de ½" 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 m³

N= 5 mangueras

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

Ap. = [(5 min - 4 min) * 365 días] * (0.055 m³) * (5)

Ap. = 100 m³ al año

¹⁰ litros / día (lts/d)

Equivalencia: 1 m³= 1000 lts.

CÁLCULO DEL COSTO DEL AGUA

Energía consumida por la bomba

$$E \text{ (Kw/mes)} = P \text{ (Kw)} * t \text{ (h/mes)}$$

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

$$\text{Lps/mes} = E \text{ (Kwh/mes)} * T \text{ (Lps/Kwh)}$$

Costo energético del m³ de agua (Lps/m³)

$$\text{Lps/m}^3 = (\text{Lps. /mes}) / (\text{m}^3/\text{mes})$$

CÁLCULO DEL AHORRO DE AGUA POR LA COLOCACION DE ROTULOS

$$\text{Promedio del consumo de agua en m}^3 * 5\% * 12 \text{ meses al año} * \text{Precio del m}^3 \text{ del agua en Lps}$$

ANEXO 9. PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS PARA OBTENER EFICIENCIA ENERGÉTICA

Cuadro 42. 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	Licuada	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 43. Niveles de iluminación según la actividad

Área o tipo de Actividad	Iluminación (luxes ¹¹)	Área o tipo de Actividad	Iluminación (luxes ¹²)
Áreas públicas con alrededores oscuros	20 - 50	Deposito	50 - 100
Orientación simple para las visitas temporales cortas	50 – 100	Entrada	100 - 200
Área de trabajo donde las tareas visuales se realizan ocasionalmente	100 – 200	Escaleras	100 – 200
Áreas para tareas visuales de alto contraste o de tamaño grande	200 – 500	Corredores o Pasillos	100 - 200
Áreas para tareas visuales de mediano contraste o de tamaño pequeño	500 – 1000	Archivo	200 - 500
Áreas para tareas visuales de bajo contraste con objetos de tamaño muy pequeño, por períodos Prolongados	2000 – 5000	Salas de Conferencia	200 - 700
Áreas para tareas visuales que requieren exactitud por períodos prolongados	5000 – 10000	Salas de Reunión	200 - 700
Áreas para tareas visuales muy especiales con contraste extremadamente bajo y objetos muy pequeños	10000– 20000	Salas de Recepción	200 - 700
Según actividad		Salas de Lectura	300 - 500
Exigencia visual muy baja	50 - 100	Salas de Computadora	200 - 500
Exigencia visual baja	100 - 200	Salas de Control	200 - 500
Exigencia visual moderada	200 - 500	Salas de Dibujo	1000 - 2000
Distinción clara de detalles	500 - 700	Salas de Contabilidad	1000 - 2000
Distinción fina de detalles	700 – 1000	Oficina Abierta	500 - 1000
Exigencia visual alta	500 - 1000	Oficina Privada	300 - 1500
Exigencia visual muy alta	1000 – 2000	Comedores	200 - 500
Baños o Lavabos	100 - 200	Cafetería	200 - 500
		Cocina	200 - 500

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

Cuadro 44. 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

Tomado de Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia en el Sector Turismo Hotelero, PROARCA, CNP+L COSTA RICA. Para un mayor detalle remitirse a los distribuidores autorizados.-(A-19) es la designación para el bombillo incandescente

Cuadro 45. 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)

¹¹ Nota: 1 lux + 1 lumen / m²

¹² Nota: 1 lux + 1 lumen / m²

Cuadro 46. Cuadro de opciones de sustitución¹³

SISTEMA ACTUAL	OPCIÓN AHORRADORA	
Fluorescentes 2x75 w	Fluorescentes 2x59 w	Lámpara T-12 Blanco Frío y Balastro Electromagnético
Fluorescentes 1x75 w	Fluorescentes 1x59 w	Lámpara T-12 Blanco Frío y Balastro Electromagnético
Fluorescentes 2x39 w	Fluorescentes 2x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 2x40 w	Fluorescentes 2x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 2x40 w tipo U	Fluorescentes 3x17 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 4x39 w	Fluorescentes 3x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 4x20 w	Fluorescentes 3x17 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 6x39 w	Fluorescentes 4x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 8x39 w	Fluorescentes 6x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 2x56 w	Fluorescentes 2x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Halógena 35 w tipo Dicroica	SLS - 18 w	Lámpara Fluorescente compacta tipo reflector de 18 w
Incandescente 75 w	SL - 15 w	Lámpara Fluorescente compacta tipo reflector de 15 w
Incandescente 100 w	SL - 25 w	Lámpara Fluorescente compacta de 25 w
Incandescente 150 w	SL - 32 w	Lámpara Fluorescente compacta de 35 w

(PESIC, 2005) Las siglas T-12 y T-8, significan que es una lámpara de 12 y 8 octavos de pulgada de diámetro.

CÁLCULO DE AHORROS UTILIZANDO FOCOS AHORRADORES¹⁴

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

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

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

$$Aw = 30,240 \text{ Kw h al año}$$

Cuadro 47. Espesor en mm recomendado de aislamiento de fibra de vidrio, según el diámetro y temperatura de la tubería.

Diámetro Nominal		Temperatura de operación (° C)					
(mm)	(plg)	38-93	93-150	150-200	200-260	260-315	315-340
12	0.50	12	25	38	50	62	75
19	0.75	25	38	50	62	75	75

¹³ Para un mayor detalle remitirse a los distribuidores autorizados

Las siglas T-12 y T-8, significan que es una lámpara de 12 y 8 octavos de pulgada de diámetro respectivamente.

¹⁴ Basado en las Experiencias del CNP+LH.

Diámetro Nominal		Temperatura de operación (° C)					
25	1.00	25	38	50	62	75	75
38	1.50	25	38	62	75	75	75
50	2.00	25	50	75	75	75	75
75	3.00	25	50	75	75	75	87
100	4.00	38	62	75	75	87	100
150	6.00	38	62	75	87	112	125
Costo de Mano de Obra 25% del Costo del Material							

Cuadro 48. Pérdidas en tuberías sin aislar

Diámetro de Tubería (in)	Presión (psi/Kg/cm ²)	Temperatura Interior tubo (°F/°C)	Temperatura Ambiente (°F/°C)	Pérdida \$/año por metro lineal
0.5	30/2.11	248/120	90/32	6.11
0.75	30/2.11	248/120	90/32	7.63
1	30/2.11	248/120	90/32	9.56
1.5	30/2.11	248/120	90/32	13.81
2	30/2.11	248/120	90/32	17.26
3	30/2.11	248/120	90/32	25.39
0.5	40/2.81	266/130	90/32	6.80
0.75	40/2.81	266/130	90/32	8.50
1	40/2.81	266/130	90/32	10.65
1.5	40/2.81	266/130	90/32	15.38
2	40/2.81	266/130	90/32	19.23
3	40/2.81	266/130	90/32	28.29
0.5	55/3.86	284/140	90/32	7.50
0.75	55/3.86	284/140	90/32	9.37
1	55/3.86	284/140	90/32	11.74
1.5	55/3.86	284/140	90/32	16.90
2	55/3.86	284/140	90/32	21.19
3	55/3.86	284/140	90/32	31.18
0.5	70/4.92	302/150	90/32	8.19
0.75	70/4.92	302/150	90/32	10.24
1	70/4.92	302/150	90/32	12.82
1.5	70/4.92	302/150	90/32	18.53
2	70/4.92	302/150	90/32	23.16
3	70/4.92	302/150	90/32	34.07
4	70/4.92	302/150	90/32	43.79
0.5	90/6.33	320/160	90/32	8.89
0.75	90/6.33	320/160	90/32	11.11
1	90/6.33	320/160	90/32	13.91
1.5	90/6.33	320/160	90/32	20.10
2	90/6.33	320/160	90/32	25.13
3	90/6.33	320/160	90/32	36.97
4	90/6.33	320/160	90/32	47.51
0.75	120/8.43	338/170	90/32	11.98
1	120/8.43	338/170	90/32	15.00
1.5	120/8.43	338/170	90/32	21.68
2	120/8.43	338/170	90/32	27.09
3	120/8.43	338/170	90/32	39.86
4	120/8.43	338/170	90/32	51.23

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

Cuadro 49. Eficiencias típicas para calderas industriales nuevas.

Combustible	Eficiencia de la caldera en condición de	
	Carga plena	Baja Carga
Carbón	85	75
Combustóleo	80	72
Gas	75	70
Biomasa	70	60

Elaboración: Presentación ahorro de energía en sistemas de vapor, PESIC, 2006

CÁLCULO DE ENERGÍA PERDIDA POR FUGAS DE VAPOR

$$\text{Energía perdida} = \text{flujo de vapor} \times (h_1 - h_2)$$

Donde:

h_1 = entalpía del vapor a la presión absoluta de generación

h_2 = entalpía del agua de alimentación al generador de vapor

$$AE = \Delta E_{sa} - \Delta E_a$$

Cálculo del ahorro del consumo de diesel al aislar térmicamente las tuberías de conducción

Ahorro de Energía

Donde = AE = Ahorro de energía (kJ/año)

ΔE_{sa} = Pérdida energética de la tubería sin aislar (kJ/año)

ΔE_a = Pérdida energética de la tubería con aislamiento (kJ/año)

Ahorro por consumo de combustible

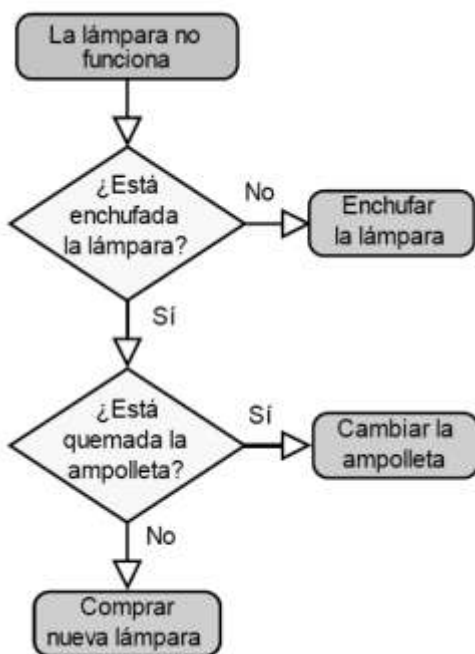
$$AD = AE / PC$$

Donde = AD = Ahorro de combustible (lts/año)

AE = Ahorro de energía (kJ/año)

PC = Poder calorífico del diesel 38,670 kJ/l

ANEXO 10. 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 ISO 5807:

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.

Rombo. 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.

Círculo. 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 detalle definido incluye actividades menores, listarlas también.

- Identificar y listar los puntos de decisión.
- Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos.
- 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 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 II. EJEMPLOS DE ALTERNATIVAS PARA TRAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL RUBRO PORCINO.

POZO ECUALIZADOR HOMOGENIZADOR

Como parte del tratamiento primario de las aguas residuales, estas deben depositarse en un pozo homogenizador antes de tirar el efluente a la laguna para que los sólidos sean separados de los líquidos.

El flujo y la composición de las aguas residuales presentan enormes variaciones en el tiempo, reflejando las diferentes operaciones que tienen lugar durante el proceso productivo (por ejemplo el lavado de algunas áreas de la planta). Estas diferencias pueden presentar serios problemas, particularmente para las operaciones de tratamiento secundario, los que se caracterizan por ser lentos y cuya eficiencia es muy sensible a las variaciones de flujo y concentración.



Para garantizar un flujo y una composición lo más constante posible, se utilizan ecualizadores – homogenizadores que absorben parte de las diferencias de flujo y otorgan homogeneidad en la composición a las aguas residuales. Estas unidades se componen de un tanque de almacenamiento y un agitador. Su objetivo es conceder al fluido un tiempo de residencia, entre 2 y 24 horas, determinado por las características de operación de la planta, la biodegradabilidad del material orgánico y el tipo de tratamiento secundario o aplicación directa.

Es recomendable la construcción de los pozos en forma circular para obtener una mayor ecualización de los flujos y por la posibilidad de instalar en el centro un sistema de agitación con el afán de homogenizar el efluente.

El pozo de colección de aguas residuales debe estar aislado del suelo por una superficie impermeable artificial, de modo que no existan infiltraciones ni lixiviación a recursos hídricos subterráneos y superficiales. Se debe considerar una distancia mínima de 1.5 metros entre el fondo de sistemas de almacenamiento y el nivel freático.

El pozo de colección de aguas residuales debe estar ubicado a una distancia mínima de 20 metros de quebradas, líneas de drenajes y cursos de agua. Los pozos instalados a una distancia menor, deben contar con medidas preventivas para evitar desbordes.

EQUIPOS DE BOMBEO Y DE MEZCLA SUMERGIBLES EN POZO ECUALIZADOR HOMOGENIZADOR

Los equipos se ubican estratégicamente de forma de lograr el mejor rendimiento de los mismos. Las bombas transportan el efluente ecualizado al separador de sólidos con líquidos. Las características de los sistemas de bombeos tienen que considerar el porcentaje de sólidos contenidos en este tipo de aguas residuales.

Deberá evitar el riesgo de filtración y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, con tamaño adecuado para poder almacenar la producción de al



menos 3 meses, permitiendo la gestión adecuada de los mismos. A estos efectos se aplicarán los siguientes criterios:

EQUIPO DE SEPARACIÓN DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

La separación de las aguas residuales corresponde a un proceso que permite separar la fracción sólida (llamada lodos) y líquida (denominada efluente).

Antes de iniciar el proceso de separación, los sólidos deben ser agitados por un tiempo no inferior a 10 minutos para garantizar que la fracción sólida se distribuya en forma homogénea en toda la fracción líquida.



De la separación, se obtienen subproductos con mejores propiedades para el manejo y transporte, el líquido puede desplazarse por tuberías sin el peligro de que se obturen y el sólido puede disponerse en patios de secado o en lugares habilitados para el almacenamiento o transportarse dentro o fuera del predio.

La separación permite realizar de mejor forma el almacenamiento de los residuos, reduciendo la generación de olores, manteniendo el contenido nutritivo del residuo y abriendo nuevas alternativas a estos, como es la producción de biogás o el procesamiento de la fracción sólida (elaboración de sustratos, abono o enmienda en suelos), entre muchos otros beneficios.

Los separadores son construidos totalmente en acero inoxidable. Estos son equipos de muy bajo mantenimiento y fácil manejo. Los sólidos salen con una humedad cerca del 80%, pero su secado es muy rápido. Se han medido rebajas de humedad de más del 60% en 6 horas. Se recuperan entre 300 a 350 gramos/día por cada cerdo.

LAGUNAS DE TRATAMIENTO ANAERÓBICO

Este tipo de lagunas es útil para el almacenamiento y la biodegradación de las aguas residuales. Se trata de una estructura profunda, en tierra, donde se colectan las aguas residuales y se deja descomponer bajo la acción de bacterias anaeróbicas.

En este proceso, la mayor parte de los sólidos contenidos en las aguas residuales se convierte en líquidos y gases, disminuyendo su contenido orgánico y el valor nutritivo de estas. Las lagunas están selladas para impedir filtraciones al agua subterránea.



Las entradas de las aguas residuales a las lagunas deben de ser múltiples con caudales equitativos de manera que se eviten cortos circuitos hidráulicos o zonas hidráulicas muertas.

El sistema de tratamiento, debe ser diseñado e implementado en función del: tamaño de las aguas residuales producidas, tipo de suelo y sus características, profundidad de la capa freática y determinación de la calidad de esta, superficie, topografía y geomorfología del terreno destinado a la aplicación y tratamiento de residuos, clima local (temperaturas y precipitaciones medias mensuales), costos de inversión y manutención destinados para el sistema previsto, por profesionales calificados.

La degradación anaeróbica, conocida como fermentación, es un proceso que no necesita oxígeno y que se basa en la transformación de la materia orgánica, a través de una serie de reacciones bioquí-

micas, en gas cuyos componentes principales son el CH_4 y el CO_2 que al final conforman el llamado biogás (Peralta).

En la instalación de lagunas, se debe evitar terrenos con nivel freático a una profundidad menor a 4 metros. El terreno donde se ubique una laguna debe presentar una pendiente menor al 5%, para impedir el potencial escurrimiento superficial. El diseño de la laguna deberá considerar un borde libre de al menos 50cm. Las lagunas se deben ubicar a más de 1 kilómetro de áreas residenciales y preferiblemente en una posición contraria a la dirección predominante del viento. En el caso de lagunas existentes, ubicadas a menos de 500m, se deben utilizar productos bacterianos o enzimáticos que minimizan el impacto por olor, o bien utilizar recubrimientos flexibles o filtros biológicos. Se deberá monitorear con una frecuencia mensual, la temperatura y el pH de la laguna. El pH debe ser cercano a 7 y la temperatura del líquido, superior a los 15° C para que la fermentación ocurra de la mejor forma en estos sistemas.

Los beneficios de tecnologías de tratamiento anaeróbico con recuperación de biogás son los siguientes:

- El líquido obtenido del tratamiento es menos oloroso que el de las aguas residuales.
- Transformación de residuos orgánicos en fertilizante de alta calidad y biogás. Esto puede implicar beneficios económicos a través de la sustitución de fertilizantes y energía (calor, luz, electricidad).
- Mejoramiento de las condiciones higiénicas a través de la reducción de patógenos, huevos de gusanos y moscas. Aunque el nivel de destrucción de patógeno variará de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención, se ha demostrado experimentalmente que alrededor del 85% de los patógenos no sobreviven al proceso de biodigestión.
- Ventajas ambientales a través de la protección del suelo, del agua, y del aire por la no contaminación y por la sustitución de energías convencionales por energías renovables.
- Menor producción de lodos que por degradación aerobia.
- No se requiere aeración; menores costos energéticos.
- Menor sensibilidad a cambios de concentraciones del sólido que en degradación aerobia.
- Óptimo funcionamiento con altas cargas orgánicas.

Entre sus principales limitaciones, se puede mencionar:

- Menor eficiencia en relación a la eliminación de la DBO.
- La puesta en marcha puede demorar algunos meses (1-6 meses).
- Sensible a ciertos inhibidores y compuestos tóxicos (ej.: O_2 , H_2O_2 , Cl_2 , H_2S , HCN , SO_3^-).
- A menor temperatura ambiental el proceso resulta más lento.
- Debido a las condiciones reductoras del sistema, por acción de reacciones bioquímicas en ausencia de oxígeno, se producen otros compuestos (H_2S , mercaptanos, ácidos orgánicos y aldehídos) produciendo corrosión y malos olores si no existe un eficiente manejo.

PATIOS O FOSA DE SECADO DE LODOS

El patio de secado de lodos¹⁵ es el área que sirve para el almacenamiento temporal de los sólidos, llamados también lodos, corresponden a la parte de la fracción sólida extraída de las aguas residuales, que alcanza bajos porcentajes de humedad. Las dimensiones del patio de secado de lodos deberán ser las adecuadas para deshidratar apropiadamente el volumen de lodos generado.

La zona de almacenamiento de sólidos debe ser construida por una losa de concreto de suficiente grosor (10-15 cm) para soportar el peso de las máquinas transportadoras. Además hay que prever pendientes, normalmente de 6%, para que se produzca el escurrido del líquido de las aguas lluvias por canales periféricos que desemboquen en la laguna.

Tras el cálculo de las dimensiones necesarias, y en función del dato de volumen resultante, el sistema a instalar será:

- Fosa de concreto cerrada, obligatoria cuando el volumen necesitado sea inferior a 75 m³. La fosa dispondrá de conducciones en sistemas cerrados e impermeables, que garanticen su estanqueidad.
- Para un volumen comprendido entre 75 y 500 m³, se instalará fosa de concreto, que podrá ser cerrada o abierta.
- Para el caso de las fosas de concreto abiertas, deberán establecerse medidas para evitar que se generen vertidos, molestias y peligros, observándose especialmente los siguientes aspectos: La ubicación de la fosa será tal que garantice que no se produzcan vertidos a ningún curso o punto de agua. Además se procurará que se halle a la mayor distancia posible de caminos y carreteras. Se orientará en función de los vientos dominantes, de modo que se eviten molestias por malos olores a las poblaciones más cercanas.

Características constructivas:

- Con objeto de prevenir la posibilidad de filtraciones, se habilitará la correcta impermeabilización del sistema de retención.
- La fosa contará con un talud perimetral de hormigón de 0.5 m, para impedir desbordamientos y se la dotará de una cuneta en todo su perímetro, que evite el acceso de las aguas de escorrentía.
- En el caso de ser abierta, deberá contar con cercamiento perimetral que no permita el acceso de personas y animales.
- Se considera mejor técnica disponible la aplicación de cubiertas a estas fosas de almacenamiento, pudiendo ser de tipo rígido (en forma de tapa o carpa), o bien de tipo flotante. En este último caso pueden aplicarse diferentes materiales como paja triturada, aceites o lonas flotantes.

Para un volumen superior a 500 m³, *podrá* instalarse una **balsa impermeabilizada con lámina de PE-AD (polipropileno de alta densidad)**, cuya construcción se ajustará a los siguientes criterios:

- La ubicación de la balsa, al igual que en el caso anterior, debe garantizar que no se produzcan vertidos a ningún curso o punto de agua; y habrá de hallarse a la mayor distancia posible de caminos y carreteras. Se orientará en función de los vientos dominantes, de modo que se eviten molestias por malos olores a las poblaciones más cercanas.
- Características constructivas:
 - Profundidad mínima de 2 m.

¹⁵ Estos patios de secado de lodos es preferible construirlos de concreto para obtener una mayor impermeabilidad y limpieza de los lodos

- Talud perimetral de concreto de 0.5 m, para impedir desbordamientos y cuneta en todo su perímetro, que evite el acceso de las aguas de escorrentía.
- Estructura: sistema de control de la balsa: red de recogida de filtraciones canalizadas a una arqueta de detección de fugas, ubicada en el punto más bajo del terreno; capa de drenado; lámina de Geotextil; lámina de PEAD 1.5 mm y cerramiento perimetral.
 - Compromiso de reparación y mantenimiento.
 - Certificado de calidad emitido por la empresa encargada de su construcción.
 - Estudio hidrogeológico y geomorfológico del terreno.

Respecto a la utilización de cubiertas en balsas, aunque en algunos casos sería posible instalar cubiertas completas (tipo lona), sin embargo, en la mayor parte de los casos existen limitaciones para su aplicación y mantenimiento.

El área específica para la disposición temporal de los lodos secos, deberá estar debidamente rotulada y ubicarse a una distancia mínima de 100 metros de las plantas o centros de trabajo. El transporte de estos subproductos se podrá realizar en sacos o granel con sus respectivos toldos para evitar la propagación de desperdicios. Se deberá realizar un monitoreo de la producción mensual de abono (PNUMA/IMA, 1999) (SERNA, 2008).

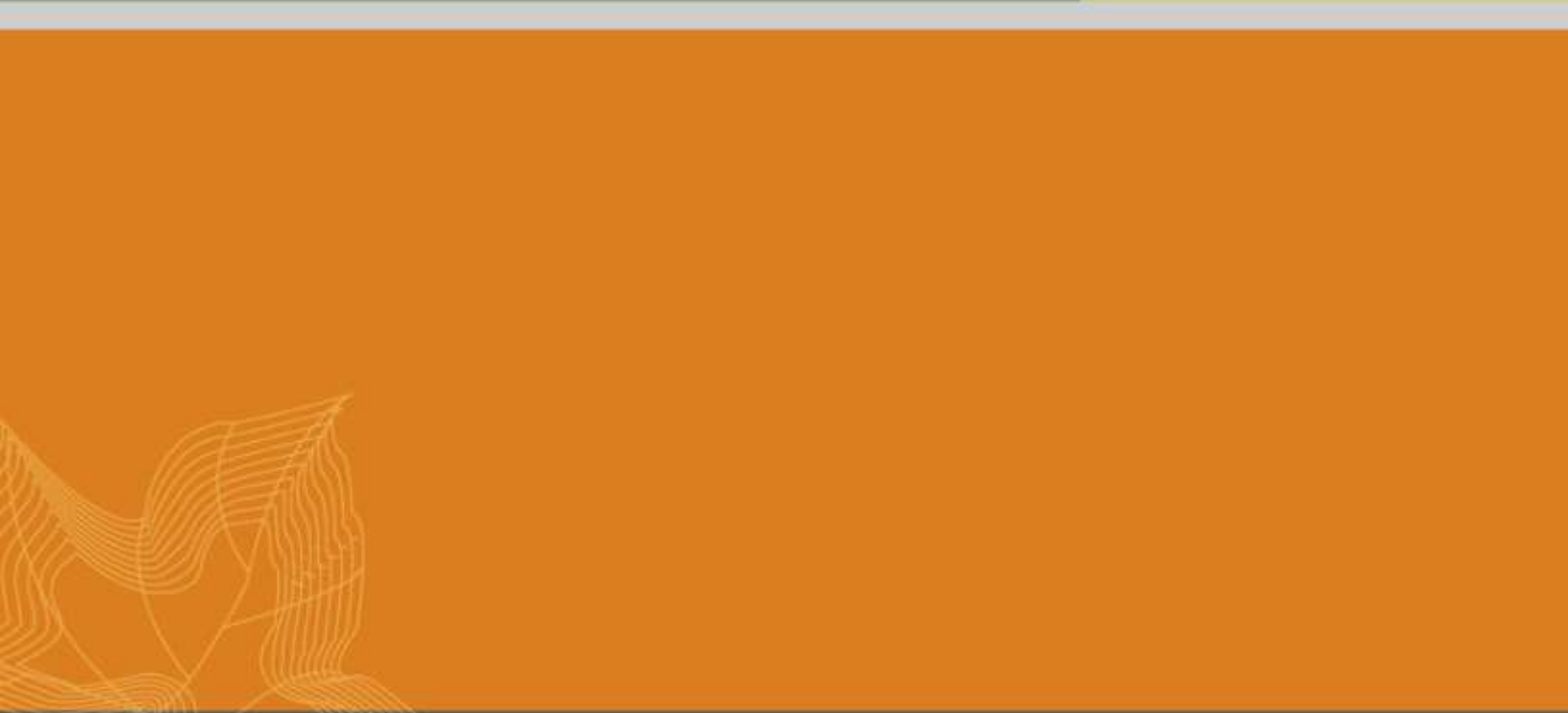
Los sistemas de almacenamiento temporal de lodos secos deben ubicarse en terrenos donde la pendiente sea menor a 10% para impedir el escurrimiento superficial de residuos hacia el exterior, especialmente cuando existan cuerpos naturales de agua o sistemas de captación de agua de consumo humano o animal. Ubicados a una distancia mínima de 30 metros de cuerpos de agua y líneas de drenaje.

La justificación técnica de los sistemas propuestos para cada residuo debe contemplar: volúmenes generados, sistema de recolección, sistema de transporte, unidades que integran los sistemas de tratamiento y disposición final, tratamiento y disposición final de lodos removidos, área que ocupan dichos sistemas, manejo o destino final del material reciclado y de residuos en caso de sólidos (Dittle, 2008).

Los sistemas de almacenamiento deben considerar un borde libre de al menos 1 metro para evitar el ingreso de agua lluvia de escurrimiento a los sistemas de almacenamiento a través de canales o zanjas de desviación de estos flujos u otros sistemas.

Para situaciones en que no se pueda aplicar directamente al suelo debido a la imposibilidad de cumplir con criterios ambientales como tasas de carga orgánica y de nitrógeno (bajas superficies de aplicación), distancia al nivel freático, distancia a cursos superficiales naturales de agua menores a 20m, entre otras, se deberá implementar sistemas de estabilización para las excretas ya sea por el mismo plantel o por terceros.

Los sistemas de almacenamiento de aguas residuales deben evitar el ingreso de agua lluvia de escurrimiento a los sistemas de almacenamiento a través de canales o zanjas de desviación de estos flujos u otro sistema. Considerar un borde libre de al menos 20 cm.



Financiado por:



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA