



Guía de
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA
para el procesamiento de caña de azúcar



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 el procesamiento de caña de azúcar” 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
Acerca de esta guía	2
¿A quien va dirigida la guía?.....	2
ii. Justificación y objetivos.....	4
Justificación	4
Objetivos	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	5
iii. Marco conceptual de Producción más Limpia	1
Producción Más Limpia (P+L)	1
Metodología para implementar un Programa de P+L	3
Primera fase: planeación y organización del programa de Producción Más Limpia	3
Segunda fase: evaluación en planta	5
Tercera fase: estudio de factibilidad	8
Cuarta fase: implementación	9
Resumen de implementación de un programa de P+L.....	9
Opciones de P+L.....	10
Indicadores	11
Indicadores de procesos	11
Indicadores ambientales	13
iv. Descripción del Proceso productivo	14
Definición	14
Procesamiento de la caña de azúcar.....	16
Área de molinos	16
Área de fabricación	17
Descripción de subprocesos	19
Impactos ambientales originados por el proceso	20
Residuos sólidos.....	20
Residuos líquidos.....	20
Emisiones atmosféricas	21
v. Buenas Prácticas para la producción más limpia	22
Buenas prácticas operativas.....	22
Capacitación de personal.....	22
Mantenimiento de equipo e instalaciones	23
Recomendaciones generales para asegurar la calidad y el desempeño óptimo del proceso	25

Buenas prácticas para el uso eficiente de agua, energía y materias primas: recomendaciones generales.....	27
Recomendaciones generales para el uso eficiente del agua.....	27
Recomendaciones generales para el uso eficiente de la energía.....	28
Recomendaciones generales para el uso eficiente de materias primas e insumos	30
Recomendaciones generales para la reducción de residuos y emisiones del rubro azúcar	31
Recomendaciones específicas para el proceso.....	33
Recomendaciones específicas para el uso eficiente del agua en el proceso	36
Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la energía en el proceso	37
Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la materia prima en el proceso	38
Recomendaciones específicas para la reutilización y reciclaje en el proceso	39
vi.Marco Legal	42
vii.Glosario	46
viii. Bibliografía.....	52
ix.Anexos.....	54
Anexo 1: Iniciativas en la región	54
Anexo 2. Proveedores de P+L.....	61
Anexo 3. Proveedores de tecnologías para el rubro de AZÚCAR a partir de caña	62
Anexo 4. Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L	63
Anexo 5. Lista de chequeo para diagnóstico rápido de P+L.....	66
Anexo 6. Guía metodológica para visitas de diagnóstico rápido	70
Anexo 7. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua.....	73
Anexo 8. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia energética.....	75
Anexo 9. Alternativas de insumos para el procesamiento de caña de AZÚCAR.....	81
Anexo 10. Diagramas de flujo	82
Anexo 11. Ejemplos de alternativas para tratamiento de aguas residuales.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación.....	2
Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L	3
Figura 3. Diagrama de entradas y salidas.....	6
Figura 4 Resumen del proceso de implementación de P+L	10
Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso.	12
Figura 6. Flujograma de producción del azúcar	15
Figura 7. Flujograma para el proceso del área de molinos y cogeneración.....	34
Figura 8. Flujograma para el proceso del área de fabricación	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Beneficios de la Producción Más Limpia.	2
Cuadro 2. Registro de miembros del equipo de P+L.....	4
Cuadro 3. Indicadores de procesos.....	12
Cuadro 4. Escala y tipos de indicadores ambientales que pueden definirse.....	13
Cuadro 5. Productos que se generan por cada 100 toneladas de caña de azúcar	19
Cuadro 5. Temas de capacitación prescriptivos en una planta de producción.	23
Cuadro 7. Equipo para el procesamiento de caña de azúcar.....	24
Cuadro 8. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente del agua en la operación.	27
Cuadro 9. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la energía en la operación	29
Cuadro 10. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima en la operación	30
Cuadro 11. Derivados del azúcar.....	32
Cuadro 12. Recomendaciones generales de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos en la operación	33
Cuadro 13. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente del agua en el proceso.....	36
Cuadro 14. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente de la energía en el proceso.....	37
Cuadro 15. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima en el proceso.....	38
Cuadro 16. Recomendaciones de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos del proceso	40
Cuadro 17. Legislación aplicable en el ciclo del proyecto.....	42
Cuadro 18. Legislación aplicable a la operación del proyecto por insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son claves para el manejo ambiental.....	43
Cuadro 19. Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones	63
Cuadro 20. Lista para el control de la implementación de buenas prácticas	63

Cuadro 21. Registro de producción mensual	63
Cuadro 22. Registro de sub-productos	63
Cuadro 23. Registro de materias primas	63
Cuadro 24. Registros de residuos líquidos	63
Cuadro 25. Registro de residuos sólidos.	64
Cuadro 26. Registros de emisiones.	64
Cuadro 27. Ficha para el control de la entrada de agua.	64
Cuadro 28. Ficha para el control de la salida de agua.....	64
Cuadro 29. Ficha para el monitoreo del uso de agua	64
Cuadro 30. Formato para la recolección de información de consumo energético.	64
Cuadro 31. Formato para el control de energía consumida vs. energía requerida.	64
Cuadro 32. Formato para el control del consumo de combustible.	65
Cuadro 33. Formato para el reporte mensual energético	65
Cuadro 34. Formato para el control de la implementación de medidas.	65
Cuadro 35. Pérdidas de agua por fugas.	73
Cuadro 36. Ahorro estimado de agua por uso de pistolas industriales.	73
Cuadro 37. Pérdidas por no recuperar condensados de vapor	74
Cuadro 38. Consumo de energía según el equipo	75
Cuadro 39. Niveles de iluminación según la actividad	77
Cuadro 40. Equivalencias entre lámparas incandescentes y fluorescentes	77
Cuadro 41. Opciones de sustitución de tecnología T-12 por T-8 y T-5	77
Cuadro 42. Cuadro de opciones de sustitución	78
Cuadro 43. Espesor en mm recomendado de aislamiento de fibra de vidrio, según el diámetro y temperatura de la tubería.....	79
Cuadro 44. Pérdidas en tuberías sin aislar	79
Cuadro 45. Eficiencias típicas para calderas industriales nuevas.	80
Cuadro 46. Sustitutos de químicos y auxiliares.....	81

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACA	Acuerdo de Cooperación Ambiental
ASTM	American Society for Testing and Materials
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CERS	Certificados de reducción de emisiones
CNPMLH	Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras
COHEP	Consejo Hondureño de la Empresa Privada
DAC	Diagnóstico Ambiental Cualitativo
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DNC	Diagnostico de Necesidades de Capacitación
DQO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DR-CAFTA	Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y los Estados Unidos
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
GAR	Gestión Ambiental Rentable
GBPA	Guía de Buenas Prácticas Ambientales.
ONG	Organismos no Gubernamentales.
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
P+L	Producción más Limpia
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
SIN	Sistema Interconectado Nacional
USAID/MIRA	Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
USAID	Agencia de los estados Unidos para el Desarrollo
WCO	World Customs Organizations

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, para garantizar un alto nivel de competencia y responsabilidad socio-ambiental en el marco de los tratados de libre comercio.

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

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

La guía contiene una breve descripción del proceso de producción de caña de azúcar, 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, mostrándose los beneficios cuantitativos y ambientales obtenidos con dicha metodología.

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

ACERCA DE ESTA GUÍA

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

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

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

El marco legal está contenido en la sexta sección que hace una recapitulación de las políticas, leyes, reglamentos, normas o disposiciones generales jurídicas relacionadas con el rubro en el área operativa. También contiene las directrices generales del licenciamiento ambiental en el país, información extraída de la “Guía de buenas prácticas ambientales para el procesamiento de caña de azúcar” (SERNA, sf). El documento incluye un glosario y una sección de bibliografía con todas las fuentes consultadas para su elaboración.

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

¿A QUIEN VA DIRIGIDA LA GUÍA?

La “Guía de Producción más Limpia para el procesamiento de caña de azúcar” está dirigida a:

- Empresarios, gerentes, ingenieros de planta, operadores y el personal técnico clave de empresas interesadas en mejorar la competitividad y desempeño ambiental de los actuales proyectos, 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 empresas procesadoras de caña de azúcar en Honduras. Siguiendo las directrices de la guía, estos actores podrán conocer el proceso de producción de azúcar y los aspectos a considerar al promover estas iniciativas.
- A las autoridades ambientales encargadas de realizar una adecuada gestión en torno al tema.

- A los estudiantes interesados en conocer detalles generales y específicos sobre la Producción más Limpia en el procesamiento de caña de azúcar. El documento permitirá conocer el proceso básico para procesar caña de azúcar.

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

II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

JUSTIFICACIÓN

La industria azucarera de Honduras comienza sus operaciones a mediados de la década de 1920, cuando se establecieron dos ingenios en la Costa Norte del país, el Ingenio Sugar Co., en las cercanías de La Lima y el Ingenio Montecristo cerca de La Ceiba. Debido a la depresión de 1929, las operaciones de estas dos fábricas finalizaron; no obstante, la industria renace a finales de la década de los treinta.

En 1938, se funda la Compañía Azucarera Hondureña, S.A. (CAHSA) en las cercanías de San Pedro Sula, su primer Ingenio, El Juguete, tenía una capacidad diaria de molienda de 150 toneladas de caña, provenientes de las 250 manzanas sembradas, logrando producir 25,000 qq en su primera zafra. En 1948, CAHSA monta el nuevo Ingenio San José, con una capacidad de molienda de 600 toneladas diarias (APAH, 2008).

En 1948, se funda la Compañía Azucarera Chumbagua, S.A., en los Valles de Quimistán y Santa Bárbara, convirtiéndose esta zona en un importante polo de desarrollo para la región. En 1968, CAHSA decide expandir sus operaciones y movió el viejo San José a Choluteca donde se establece Azucarera Choluteca, S.A. En esa misma década se instaló el ingenio San Ramón en Villanueva, Cortés. En los siguientes años la industria azucarera estableció más ingenios: Azucarera del Norte, S.A. (1974), Azucarera Yojoa, S.A., Azucarera Cantarranas, S.A., (hoy Compañía Azucarera Tres Valles, S.A.), y Azucarera Central, S.A., (hoy Azucarera La Grecia, S.A.), todas fundadas en 1976.

En el presente, la industria azucarera nacional está formada por siete ingenios; cuenta aproximadamente con 65,000 manzanas de caña de las cuales, las cuales producen más de 8 millones de quintales anualmente. Del total del área cultivada con caña, el 49 % pertenece a la industria azucarera y el 51 % pertenece a productores independientes. Este importante rubro, genera alrededor de 25,000 empleos directos y más de 100,000 indirectos. El pago por concepto de planilla supera los 300 millones de lempiras al año y se compra más de 570 millones de lempiras, de caña a productores independientes. La industria azucarera contribuye con más de 120 millones de lempiras anuales en impuestos, además realiza obras de infraestructura como: carreteras, pozos, proyectos de irrigación, terminales portuarias, tendidos eléctricos y otros.

Como se puede observar, en la actualidad esta industria es uno de los pilares de la economía del país; por lo tanto, es básico desarrollar alternativas que a largo plazo garanticen su sostenibilidad y mejoren su competitividad en los mercados internacionales. A nivel nacional, existen importantes iniciativas del sector privado y de gobierno para impulsar la producción de azúcar. Por lo tanto, es necesario brindar los lineamientos básicos que orienten su desarrollo en forma eficiente y competitiva.

La baja eficiencia en el uso del agua, la energía y la 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 el procesamiento de caña de azúcar”, que permitirá a los empresarios asumir e implementar la metodología de P+L como estrategia para hacer más eficientes sus procesos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Mejorar la competitividad y desempeño ambiental de las empresas hondureñas procesadoras de caña de azúcar, mediante la implementación de la metodología de Producción más Limpia (P+L) en sus procesos y productos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Incentivar la producción de azúcar, bajo un alto nivel de eficiencia que permita reducir los costos de producción al promover un uso eficiente de agua, energía y materia prima e insumos.
- Incrementar la competitividad del rubro productivo al proponer tecnologías limpias e innovadoras.
- Promover la mejora del desempeño ambiental del rubro al proponer prácticas amigables en todo el proceso productivo, principalmente en lo que al uso eficiente de recursos y manejo de residuos se refiere.

III. MARCO CONCEPTUAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

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 implementación de P+L basada en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para usar mejor los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas, aplicando el concepto de las 3 R's (Reducción, Reutilización y Reciclaje) (ONUDI, 1999).

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

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

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



Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación¹

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 planta. • La utilización de recursos como el agua. • La cantidad de residuos y la contaminación. • Los riesgos de accidentes laborales, lo que a su vez implica reducción de costos. • 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 planta de producción. • 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 y de los productos.

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

¹ Material de curso de entrenamiento de entrenadores en P+L, ONUDI, San Pedro Sula, junio de 2007.

METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE P+L²

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



Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L

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

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

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

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

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

² Promoción de eficiencia de recursos en pequeña y mediana empresa, ONUDI, edición revisada 2010.

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

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

Nombre de la persona	Cargo	Área del proceso donde se ubica	Fortalezas y 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.

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

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

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

Al momento de establecer las metas del programa, se debe indicar los posibles obstáculos en el proceso y proponer soluciones. En esta actividad es de suma importancia la participación activa del personal clave, conocedor de las interioridades de sus respectivas áreas de trabajo.

e. Capacitar a mandos intermedios y operarios

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

SEGUNDA FASE: EVALUACIÓN EN PLANTA

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

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

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

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

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

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

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

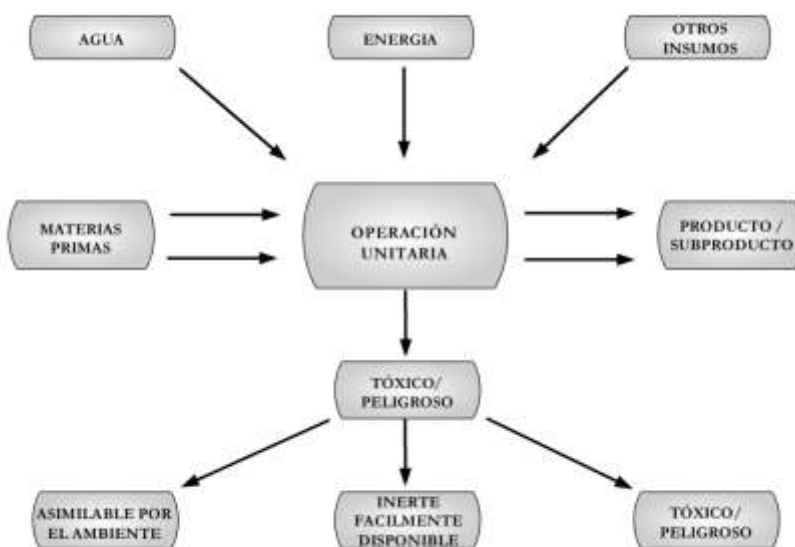


Figura 3. Diagrama de entradas y salidas

c. Planificación del recorrido para identificar la línea base

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

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

¿Cuánto debe durar el recorrido?

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

¿Qué áreas podrían ser de especial interés?

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

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

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

d. Responsabilidades y actividades del equipo evaluador

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

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

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

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

e. Establecimiento de línea base y generación de opciones

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

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

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

TERCERA FASE: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

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

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

a. Evaluación técnica, económica y ambiental

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

b. Definición de recomendaciones

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

c. Selección de las medidas a priorizar

Al momento de seleccionar las medidas a implementar, se debe analizar la relación costo- beneficio de la inversión, así como el periodo de retorno de las acciones. Teniendo en cuenta que la P+L es un proceso de mejora continua, las recomendaciones no son estáticas y dependerán de las condiciones de

cada empresa que decidirá cuales implementar en función de los beneficios económicos, del ahorro de recursos o de la prevención de problemas ambientales.

CUARTA FASE: IMPLEMENTACIÓN

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

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

a. 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.

b. Ejecución de las medidas recomendadas

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

c. Monitoreo y evaluación de las medidas implementadas

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

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

RESUMEN DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE P+L

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



Figura 4 Resumen del proceso de implementación de P+L

OPCIONES DE P+L

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

La meta principal es encontrar las medidas para abordar el problema en la fuente. Éstas incluyen modificaciones tanto del proceso de producción como del propio producto.³

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

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

³ Manual de Producción Más Limpia, ONUDI, 1999.

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

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

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

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

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

INDICADORES

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

INDICADORES DE PROCESOS

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

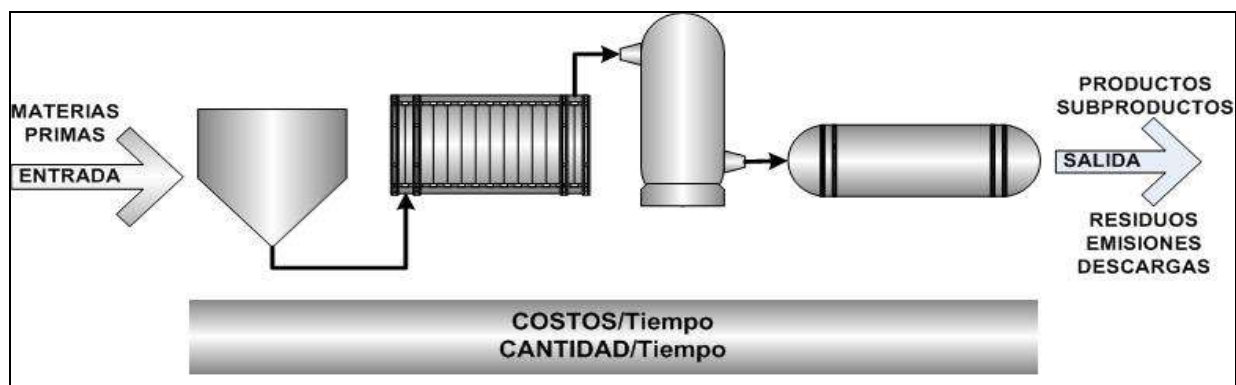


Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso.

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

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

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

ANÁLISIS DE ENTRADAS:

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

ANÁLISIS DE SALIDAS:

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

Cuadro 3. Indicadores de procesos.

Indicador	Ejemplo de unidades de medida
• Cantidad de agua consumida por unidad productiva	• gal o m ³ / ton empacada o procesada
• Cantidad de efluentes o aguas residuales por unidad productiva	• gal o m ³ / ton empacada o procesada
• Cantidad de energía consumida por unidad productiva	• kWh / ton empacada o procesada
• Cantidad de sub-productos generados por unidad productiva	• ton de subproductos./ ton empacada o procesada
• Cantidad de residuos sólidos generados por unidad productiva	• m ³ o kg / ton empacada o procesada

INDICADORES AMBIENTALES

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

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

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

Escala	Tipos de indicadores que pueden definirse
Global	- 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 azufre (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

DEFINICIÓN

El azúcar es un endulzante de origen natural, sólido, cristalizado, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, obtenidos de la caña de azúcar (*Saccharum sp*) mediante procedimientos industriales (Perafan, 2008) (APAH, 2008). La caña de azúcar contiene entre 8 y 15% de sacarosa; la caña se somete a un proceso de molienda de donde se obtiene el jugo de la caña, que se concentra y cristaliza al evaporarse el agua por calentamiento. Dependiendo del tratamiento químico al que es sometido, los cristales formados pueden ser: azúcar crudo, blanco directo o refinado.



En las refinerías el azúcar crudo y blanco sulfitado es disuelto y convertido en licor, luego es limpiado y cristalizado nuevamente para producir el azúcar refinado. Los azúcares blancos son muy puros con más del 99% de sacarosa, mientras que los azúcares crudos poseen un contenido algo menor de sacarosa con, al menos, el 96% pues conservan aún parte de la miel a partir de la cual fueron fabricados.



El azúcar se puede clasificar por el grado de refinación de éste. Normalmente, la refinación se expresa visualmente a través del color (azúcar moreno, blanco y refino), y por el porcentaje de sacarosa que contienen los cristales.

A continuación se mencionan los distintos tipos de azúcar:

- **Azúcar moreno:** el auténtico azúcar moreno o “crudo”, se obtiene del jugo de caña de azúcar y no se somete a sulfitación, sólo es cristalizado y centrifugado. Este producto integral debe su color a una película de miel que envuelve cada cristal, el cual tiene entre 96 y 98 % de sacarosa. Su contenido mineral es superior al azúcar blanco, pero muy inferior al de la melaza.
- **Azúcar blanco:** contiene 99,5% de sacarosa, y también es denominado azúcar sulfitado.
- **Azúcar refino:** es altamente puro, es decir, entre 99,8 y 99,9 % de sacarosa, se le aplican reactivos como fosfatos, carbonatos, cal para extraer la mayor cantidad de impurezas, hasta lograr su máxima pureza.

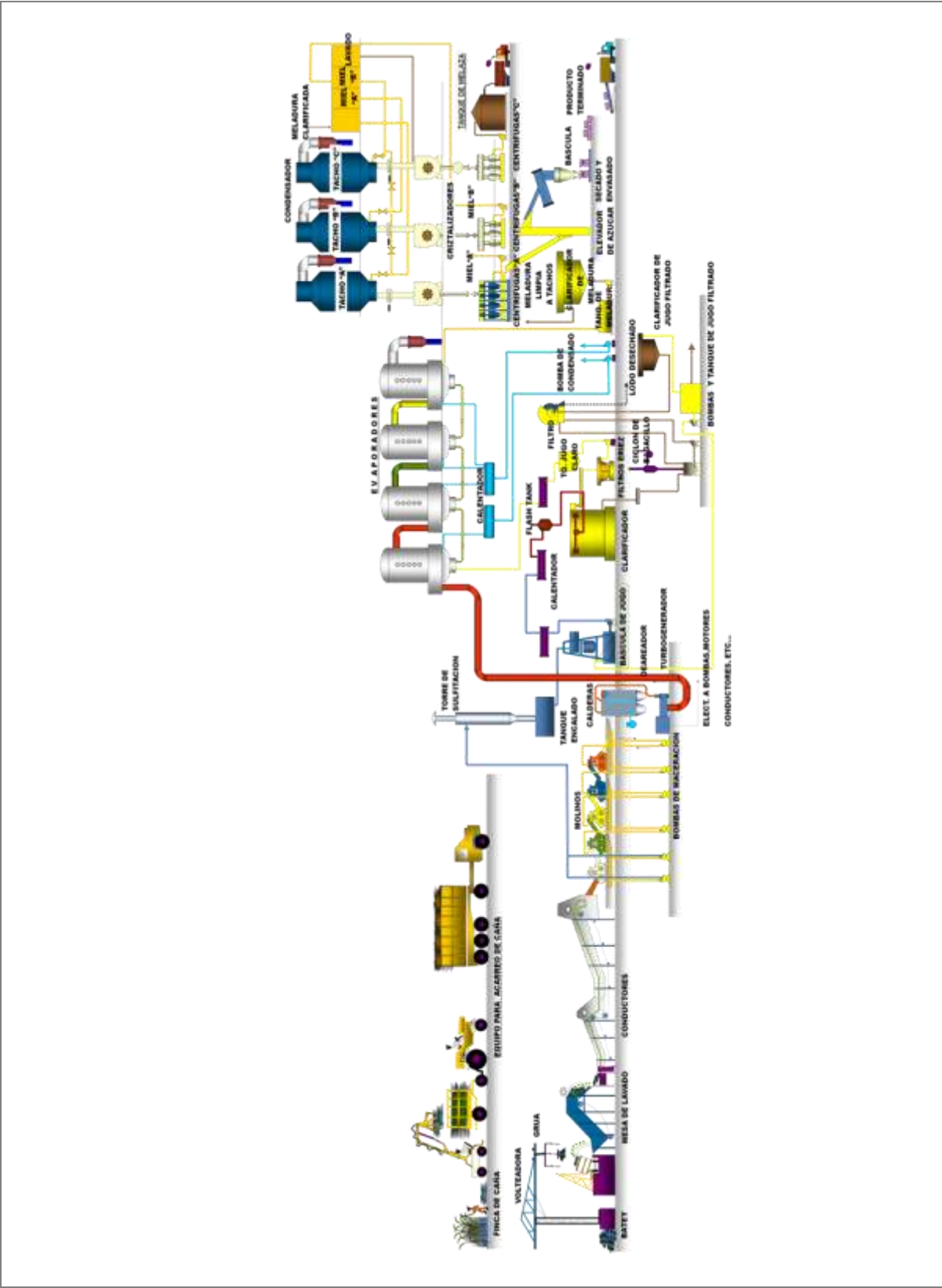


Figura 6. Flujograma de producción del azúcar
Fuente: Compañía Azucarera Hondureña (CAHSA)

PROCESAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Desde el punto de vista técnico, el procesamiento de caña de azúcar se distribuye en tres áreas: molinos, generación y fabricación (Figura 6). De esta forma, el proceso se considera secuencial hasta obtener el azúcar (moreno, blanco y refino) y sus subproductos (Zaldivar, s.f.) .

ÁREA DE MOLINOS

En el área de molinos se hace la recepción de caña de azúcar, la extracción de jugo y la obtención de bagazo. Este bagazo se utiliza como combustible para las calderas.

a. Recepción, descarga y alimentación de la caña

La caña de azúcar se transporta a través de diversos medios al ingenio (remolques, camiones, etc.); posteriormente, es pesada en básculas anexas a la fábrica y se descarga en las mesas alimentadoras por medio de grúas cañeras, grúas puente, volteadores laterales y otros equipos. Las mesas son colocadas lateralmente y en ellas se hace el lavado de la caña de azúcar, con el fin de eliminar la arena y tierra proveniente del campo; esta área recibe el nombre de Batey. De las mesas alimentadoras la caña pasa al conductor principal.

Cabe mencionar que sobre el conductor de caña y posterior a las mesas alimentadoras, muchos ingenios montan niveladores cuya función consiste en distribuir y nivelar la caña en el conductor. Sobre el conductor, la caña es picada con uno o dos juegos de cuchillas picadoras y desfibradoras con las que se obtiene una aceptable preparación de la caña. Las picadoras y las desfibradoras aseguran la alimentación a los molinos y mejoran la preparación de la caña para hacer eficiente la extracción de jugo. Las desfibradoras son poco usadas en nuestro país, pues normalmente los ingenios cuentan con dos o tres juegos de picadoras.

b. Molienda

Una vez que la caña ha pasado por las picadoras pasa al primer molino, en donde, a través de un conductor intermedio⁴ pasa a un segundo molino, y así sucesivamente hasta el último molino dependiendo del tamaño del tándem. El número de molinos utilizados generalmente oscila entre 4 y 7, y el molino consta normalmente de 4 mazas (2 inferiores, 1 superior y una cuarta maza) y su función es la extracción del jugo de la caña.

Para ayudar a la extracción del jugo se adiciona, antes del último molino, agua caliente al bagazo para extraer hasta el 94 o 95% de la azúcar contenida en la caña, esto favorece la capacidad de los molinos para transformar la caña en una masa homogénea y compacta. En los molinos anteriores, se le adiciona jugo diluido del molino al cual precede y a esto se le llama imbibición. Seguidamente el jugo se somete a uno o preferiblemente dos tamizados (uno grueso y otro fino), para eliminar la mayor cantidad de bagacillo⁵. Después de extraído el jugo debe escurrir rápidamente desde la zona donde el bagazo sufre la presión máxima.

⁴ Los conductores intermedios (de cadena de arrastre o de rastrillo, de tablilla persiana, de banda, etc.) son los encargados de llevar el bagazo de un molino a otro.

⁵ El bagacillo se define como fibra muy fina de la caña de azúcar.

El remanente de la molienda es el bagazo; este residuo es utilizado como combustible en las calderas para generar vapor y producir energía eléctrica. Esta energía es utilizada para el calentamiento de los jugos y cocimiento de las masas de jugo de la caña de azúcar.

c. Área de cogeneración de energía eléctrica

La cogeneración de energía eléctrica se define como la producción simultánea de energía térmica y energía eléctrica. En los ingenios azucareros el proceso de cogeneración es el siguiente:

El bagazo procedente del proceso de molienda es transportado en conductores hacia las calderas para ser usado como combustible en la producción de vapor de agua a diferentes presiones (14.06 Kgf/cm², 28.12 Kgf/cm², 42.18 Kgf/cm², 63.27 Kgf/cm²), dependiendo del diseño de cada ingenio. El vapor de agua es posteriormente utilizado en turbogeneradores de contrapresión o de condensación, aquí se genera la energía eléctrica utilizada en todo el proceso de fabricación de azúcar, teniendo un excedente que es entregado al Sistema Interconectado Nacional (SIN). En el caso de usar turbogeneradores de contrapresión o de escape, este vapor es utilizado en el proceso de producción de azúcar en sus diferentes etapas de calentamientos a una presión de 1.4 Kgf/cm².

La generación específica total es alrededor de 50 a 70 kilovatios hora por tonelada de caña molida (Kwh/TCM), de los cuales de 24 a 26 Kwh/TCM es consumida en el proceso de producción de azúcar y el resto es entregada al SIN (CISA, sf).

ÁREA DE FABRICACIÓN

a. Purificación

El jugo extraído de los molinos es ácido, turbio y de color verde oscuro por lo que, es necesaria su purificación, que inicia con el proceso de sulfitación. El proceso consiste en la adición de azufre bajo forma de dióxido de azufre (SO₂) en contracorriente con el jugo proveniente de molinos, con el objetivo de que reaccionen los compuestos férricos con el azufre para iniciar la reducción de color.

Al jugo sulfitado se le adiciona una lechada de cal para elevar su pH a 7.0 - 7.2, inmediatamente es pasado a dos etapas de calentamiento, para ello, se utilizan los calentadores que son intercambiadores de calor entre el jugo y el vapor de los evaporadores; el calentador es de varios pasos (tubulares o de placa) con ello se aprovecha en mejor forma el vapor que circula por fuera de los tubos que conducen el jugo.

En la primera etapa pasa a una temperatura de 45 a 85 grados Celsius, y en la segunda de 85 a 105 grados Celsius. Seguidamente, al jugo calentado se le agrega una solución de un polímero llamado flocculante, para dar inicio a la fase de clarificación.

b. Clarificación

La clarificación consiste en una separación de fases del jugo para decantarlo. La decantación se lleva a cabo en clarificadores de jugo en los cuales las impurezas, por efecto de procesos químicos, se van al fondo y el jugo clarificado se extrae por la parte superior; el sedimento, lodo o cachaza lo hace por la parte inferior o a través de bombas especiales.

El clarificador consiste de un tanque lo suficientemente grande para que la velocidad de escurrimiento y de circulación sea tan baja que no impida la realización de la decantación ni deteriore el jugo. El jugo

clarificado se hace pasar por tamices estacionarios o vibratorios para eliminar las impurezas todavía presentes.

El lodo o cachaza contiene todavía azúcar y requiere ser pasada por filtros rotativos al vacío para recuperar cierta cantidad de jugo, el cual retorna al proceso; de este proceso se retira una torta de cachaza que es devuelta al campo.

c. Evaporación

El jugo clarificado, que no es más que azúcar disuelta en agua libre de impurezas, pasa a los evaporadores en los cuales se elimina alrededor del 80% del agua. La evaporización de esta agua se hace en dos etapas: 1) la evaporación propiamente dicha, que elimina aproximadamente las dos terceras partes de agua, obteniéndose un líquido que se conoce como meladura; y 2) el cocimiento.

Los evaporadores trabajan en cuádruple o quíntuple efecto, el vapor producido por la evaporación de agua en el primer efecto es utilizado para calentar el segundo y así sucesivamente hasta llegar al último efecto que entrega sus vapores al condensador.

La importancia del sistema de múltiples efectos es que permite trabajar con temperatura menos peligrosa, la alta temperatura produce pérdidas por inversión (pérdidas de sacarosa) y coloración del jugo que afectaría la calidad de los cristales de azúcar.

d. Cristalización

En esta etapa se realiza el cocimiento, que es el proceso en el cual la meladura obtenida en la evaporación pasa a la última etapa de extracción de agua o concentración máxima; por lo que, a medida que la meladura se concentra, su viscosidad aumenta rápidamente y luego comienzan a aparecer cristales de azúcar.

Esta pérdida de fluidez del material hace necesario que se realice un manejo diferenciado del mismo, ya que no es posible circularlo en tubos angostos de un cuerpo a otro; por lo tanto, la evaporación se llevará a cabo en un solo efecto, el equipo es similar al de los evaporadores pero adaptado para manejar el producto viscoso que debe concentrar. Estos equipos reciben el nombre de tachos y de esta operación depende la calidad del azúcar final. Los tachos trabajan al vacío para efectuar la evaporación a baja temperatura y evitar así la caramelización del azúcar.

e. Centrifugación

En los tachos se obtiene una masa denominada masa cocida, que es una mezcla de cristales de azúcar y miel, la cual es enviada a la operación de centrifugación; esta operación consiste en separar los cristales de la masa para obtener el azúcar en forma comercial, también se conoce con el nombre de centrifugado o "purgado", obteniendo azúcar crudo o blanco, y miel. La miel se retorna a los tachos para dos etapas adicionales de cristalización que termina con los cocimientos.

En estos procesos se obtienen tres tipos de azúcar, productos de tres estaciones de centrifugas: 1) el azúcar de primera o azúcar comercial; 2) el azúcar de segunda utilizado para el cocimiento de primera; y, 3) el azúcar de tercera que se utiliza para la cristalización del segundo cocimiento, de este



último se extrae una miel final denominada melaza. En la actualidad, las centrifugas son completamente automáticas y dependiendo de la masa por purgar, se ajustan los tiempos de cada paso de la máquina.

f. Azúcar refino

El azúcar de primera es fundido o disuelto en agua y posteriormente es aireado en un recipiente a presión. El licor obtenido es pasado por los filtros de carbón y tierra infusoria, donde se eliminan las impurezas y es entregado a los tachos de refino. Igual que en los tachos de fábrica, se elimina el agua y se obtiene azúcar refino cristalizado, que pasa de las centrifugas a los secadores y de allí al envase. La miel obtenida, también llamada jarabe, es retornada en proporción a los tachos de refino para mezclarse con el licor fundido y continuar el ciclo de producción.

g. Secado y empaque

Después que el azúcar sale de la centrifuga pasa a ser secado y enfriado para asegurar su buena conservación en el almacén. Las secadoras y enfriadoras consisten en tambores rotativos a través de los cuales se circula aire caliente y frío respectivamente para deshumedecerlo y enfriarlo, posteriormente se envía al área de envase. En nuestro país el azúcar blanco no se almacena a granel si no que en sacos, mientras que el crudo para exportación se almacena a granel.

DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS

El azúcar no sólo se usa como componente de alimentos caseros o industriales, sino que también es el material en bruto cuya fermentación produce etanol, butanol, glicerina, ácido cítrico y ácido levulínico. El azúcar es ingrediente de algunos jabones transparentes y puede ser transformado en ésteres y éteres, algunos de los cuales producen resinas duras, infusibles e insolubles (Encarta, 2006).

Los principales subproductos del proceso de producción de azúcar son el bagazo, la cachaza, la melaza, entre otros (cuadro 5) (Akbar & Khwaja, 2006).

Cuadro 5. Productos que se generan por cada 100 toneladas de caña de azúcar

Descripción	Consumo
Azúcar (96%)	11 T
Bagazo (50% humedad)	27.5 T
Miel Final (85% sólidos)	3.5 T
Cachaza (75 % humedad)	2.5 T
Residuos agrícolas 20.0	20.0 T

Fuente: CAHSA, estos datos podrán tener variaciones leves de conformidad con las condiciones agroecológicas e industriales de la zona.

- El bagazo es el remanente de la fibra de la caña, es fibroso y pobre en sacarosa, constituye cerca del 30% del total de la caña de azúcar procesada y contiene aproximadamente 50% de humedad. El bagazo se utiliza como combustible en los ingenios, supliendo hasta el 100% de los requerimientos de combustible para las calderas; también se utiliza para la producción de pulpa y papel. Por cada 100 kg de caña procesada se generan de 25 a 30 kg de bagazo.

- La cachaza es el conjunto de precipitados sólidos que se recolectan en filtros al vacío y filtros prensa después de los procesos de clarificación. La cachaza obtenida se utiliza principalmente como fertilizante debido a su contenido de fósforo, calcio, nitrógeno y en menor proporción de potasio. Además contiene más del cincuenta por ciento de materia orgánica por lo que a menudo se utiliza para rellenar tierras bajas. Su disponibilidad es del 3 al 4% del peso de la caña. Otro posible subproducto del proceso de sulfitación del azúcar es la cera de caña de azúcar, la cual constituye alrededor del 8-10% de la cachaza obtenida.

IMPACTOS AMBIENTALES ORIGINADOS POR EL PROCESO

La industria azucarera es un sector que tiene un proceso de ciclo cerrado ya que la mayor parte de su materia prima es producida por ella misma. La restante materia prima es provista por productores independientes. La infraestructura industrial, las fuentes de abastecimiento de energía y de agua también son propios.

En el sector azucarero se han identificado algunos procesos en los que es posible que se produzcan impactos al ambiente: el lavado de la materia prima, otros lavados en la fábrica y las áreas energéticas (Escobedo, 2001).

Al hablar del área energética se hace referencia a la generación, consumo y las pérdidas energéticas, proceso que puede tener un impacto ambiental considerable. El sector azucarero, al producir su propia energía por medio de la combustión de bagazo, puede mejorar la producción energética mediante la implementación de equipo y tecnologías de alta eficiencia. Las emisiones, provenientes de los gases de combustión de calderas, también pueden constituir un problema significativo al no ser tratadas.

Existen otros procesos que presentan potencial de mejora como la utilización de agua y su relación con los residuos generados, especialmente si se tiene en cuenta que la cantidad de agua fresca que se alimenta al sistema en general resulta ser considerable comparada a otros tipos de flujos de proceso. A continuación se describen los principales efectos ambientales del procesamiento de caña de azúcar.

RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos generados durante el procesamiento de caña de azúcar son: tierra, restos de plantas, bagazo, cachaza, ceniza de los filtros lavadores de gases y lodos de filtros, entre otros. Actualmente, la industria azucarera está reutilizando los residuos sólidos resultantes de su proceso en la fabricación de azúcar, esto permite reducir el impacto ambiental. La cachaza y ceniza es incorporada al campo como fertilizante orgánico, la melaza se comercializa y el bagazo es la materia prima principal para la generación de energía.

Además, se generan residuos sólidos domésticos en oficinas, comedor, etc. (papel, cartón, restos de embalajes, plásticos, restos orgánicos, etc.) y algunos residuos sólidos peligrosos incluyendo todos los vinculados con productos químicos mal manejados (productos vencidos, dañados, etc.).

RESIDUOS LÍQUIDOS

Las aguas residuales que se generan en el ingenio azucarero provienen principalmente de procesos de lavado:

- de la caña de azúcar, con excepción de los ingenios que no realizan lavado;

- de la central de caldera (agua para la limpieza de los sólidos producto de la combustión de las calderas);
- de las estaciones de evaporación y cocción (condensado sobrante y agua de limpieza);
- de la refinación (agua de regeneración de los intercambiadores iónicos);
- de patios y pisos;

En caso de diversificación, en la elaboración de otros productos tales como: alcohol, levadura, papel o tablero aglomerado también se producen residuos líquidos y de otros tipos.

El ordenamiento de la gestión del agua en un ingenio azucarero debe tener como objetivo minimizar la cantidad de agua residual generada, que requiera el mínimo tratamiento y que se pueda reutilizar dentro del proceso de producción.

El tratamiento de aguas residuales que puede aplicarse en los ingenios depende en gran medida de las particularidades locales. Las características de los circuitos a nivel interno del ingenio, tienen una influencia determinante sobre el tamaño del sistema de tratamiento. Después de cerrar los circuitos el sistema de gestión del agua debe permitir que las aguas, con mínima contaminación y que no necesiten mayores tratamientos, puedan verterse a los canales de desagüe.

En el sector azucarero en Honduras las aguas residuales son utilizadas con frecuencia para el riego de la caña. En algunos casos las aguas residuales se descargan directamente a los cuerpos receptores, pero respetando la Norma Técnica de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario de Honduras.

EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Las emisiones atmosféricas provenientes de las calderas son vapores, humo de los procesos industriales, sustancias volátiles como hollín y ceniza (por la combustión de biomasa); además, durante la purificación del jugo y de su concentración se genera amoníaco (NH_3). En las reacciones bioquímicas de los componentes orgánicos de las aguas residuales en los estanques estratificados se emite amoníaco (NH_3) y ácido sulfúrico (H_2SO_4).

En lo referente a las emisiones atmosféricas, el sector azucarero ha instalado en las calderas, filtros de alta tecnología que tienen la función limpiar los gases producidos por la combustión de la biomasa, minimizar su impacto y cumplir con los parámetros establecidos en la normativa internacional del Banco Mundial, mientras se desarrolla el marco regulatorio nacional.



V. BUENAS PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA



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

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

BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS

CAPACITACIÓN DE PERSONAL

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

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

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

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

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

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

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

OBJETIVOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS

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

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

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

Fuente: CNP+LH.

MANTENIMIENTO DE EQUIPO E INSTALACIONES

El objetivo de la presente sección es facilitar las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o instalación que forma parte del proceso productivo. Por lo tanto, es indispensable conocer el equipo básico necesario para desarrollar cada una de las etapas del procesamiento de caña de azúcar (Cuadro 7).

Cuadro 7. Equipo para el procesamiento de caña de azúcar

Etapas del proceso	Equipo
Etapas de Recepción, descarga y alimentación	Grúas, volteo de camiones, volteo de carretas, arañas cañeras, básculas industriales de camiones, Máquina Esparcidora, Mesa de alimentación, bombas.
Etapas de Molienda, trituración y filtración	Conductor de caña, cuchillas picadoras, electroimán, esparcidor de caña conductor rápido, molino cañero conductor intermedio, equipo de filtración de jugo, bombas.
Etapas de Sulfatación y clarificación.	Torre de sulfatación, cámara de sedimentación (clarificador), filtro rotativo de cachaza, bombas de vacío, Tanque flash, equipo de medición de jugo, sistema de alcalización de jugo, bombas, dosificadores.
Etapas de Evaporación	Evaporadores industriales, bombas de vacío, bombas.
Etapas de Cocimiento y cristalización	Pilas de enfriamiento y de inyección, pila elevada, condensador barométrico, tachos, cristalizadores, semilleros, bombas de vacío, bombas.
Etapas de Centrifugación	Centrifugas, equipo mezclador, banda transportadoras, Tanques, elevador de azúcar húmedo, bombas.
Etapas de Refinación	Fundidores, filtros, tachos, centrifugas, transportadores, elevadores, bombas equipo de secado y enfriado, dosificadores.
Etapas de Secado y Empaque	Elevadores de azúcar seco, tamizado de azúcar, sistema de manejo polvillo, sistema manejo terrones, tolvas, equipo de secado y enfriado, bandas transportadoras, báscula, cosedoras, dosificadores.
Generación	Calderas, bombas, transportadores, turbogeneradores, ventiladores, dosificadores, sistemas de tratamiento de agua, sistemas de depuración de gases, sistema de captura de cenizas.

Fuente: CNP+LH (ver procedimiento de evaluación operativa azucarera en Anexo 3)

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 plantas productoras de azúcar se recomiendan los siguientes pasos:

- Nombrar a los encargados directos del mantenimiento de cada uno de los equipos que aseguren también su uso adecuado: molinos, calderas, decantadores, reactores, calentadores, tuberías de conducción, tanques de almacenamiento, entre otros; en distintas áreas del proceso. Los encargados nombrados deben poseer un conocimiento global sobre instalaciones industriales y disponer del conocimiento de las técnicas para la prevención y resolución rápida y eficaz de los desperfectos.
- Hacer un inventario de todo el equipo, accesorios, repuestos, recambios para el equipo; el cual permitirá definir compras periódicas al momento de existir desperfectos; por ejemplo, permitirá efectuar compras con el suficiente tiempo, tomando en cuenta que los fabricantes tienen semanas o meses para enviar repuestos, equipo o accesorios (filtros, sellos, válvulas de control, accesorios para las tuberías, etc.)
- 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: molinos, calderas, reactores, decantadores, calentadores, planta eléctrica, entre otros equipos de la planta; que incluya la limpieza del equipo y el 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 a lo largo del sistema de producción de azúcar y de generación eléctrica, así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.
- La elaboración de registros de control de los molinos, caldera, reactores, decantadores, calentadores, entre otros; con que cuente la planta de producción de azúcar, facilitará la recolección y compilación de la información para definir fechas de revisión y mantenimiento (ver formato de registro de mantenimiento en Anexo 4).
- 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.

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 propias del procesamiento de caña de azúcar.

Por otra parte, es necesario aplicar buenas prácticas de operación para mantener la calidad del proceso, entre ellas se enumeran las más importantes:

a. Recomendaciones para los procedimientos operacionales

- Diseñar manuales de procedimientos para el control de operación.
- Normalizar los trabajos mediante el uso de los procedimientos documentados (mediciones, registros en los puntos de entrada y de salida de los procesos, hojas de registros).
- Establecer registros que garanticen el control y monitoreo de todas las buenas prácticas implementadas en el proceso (Anexo 4: Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L).
- Establecer programas y acciones de capacitación de empleados en la aplicación de procedimientos, en manejo y uso de registros, en prácticas de limpieza y seguridad industrial (uso de equipo de limpieza, mascarillas, equipo de protección) , en buenas prácticas de manejo y Producción más Limpia
- Implementar espacios de presentación y discusión que permitan a los empleados intercambiar conocimientos técnicos y estrategias de operación para mejorar la calidad y rendimiento.

b. Recomendaciones para el control de costos

- Conocer el requerimiento de materias primas, mano de obra y energía de cada equipo y llevar un registro detallado de costo y consumo.
- Establecer estrategias de reducción de costos que tengan en cuenta costos de producción y presupuestos disponibles.

c. Recomendaciones para el control de calidad

- Establecer un sistema de gestión y control de la 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).
- Establecer 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

- Registrar y evaluar las modificaciones a los procesos.
- Registrar los resultados de los reemplazos de los equipos y motores de baja eficiencia energética.
- Realizar un registro de las mejoras en la distribución de los procesos para optimizar el flujo de materias primas y reducir su uso.
- Optimizar el flujo de materias primas y la eficiencia en su uso con base al registro de las mejoras en la distribución de los procesos
- Registrar los resultados de la automatización de la dosificación de las materias primas.

e. Recomendaciones para salud ocupacional y seguridad industrial

El manejo efectivo de los riesgos y enfermedades ocupacionales y de los accidentes de trabajo es un elemento central en la implementación de las buenas prácticas en las plantas productoras de azúcar. 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 control de ejecución de trabajos en condiciones de riesgo (alturas, espacios confinados, trabajos con energía).
- Programa de condiciones óptimas de iluminación.
- Programa de investigación y análisis de accidentes.

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

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

RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA

El proceso de producción de azúcar requiere de agua caliente para varias etapas (la imbibición, el derretimiento del azúcar crudo y varios lavados) en cantidades equivalentes al 50% por peso de la caña de azúcar molida. Una vez que la generación de vapor ha comenzado, aproximadamente el 90% de éste requerimiento se satisface a través de la recolección de condensado de los evaporadores, y sobreflujo de las calderas. El agua contenida en la caña de azúcar también entra en éste proceso. El agua sale de este ciclo a través de distintos medios (en la cachaza, la melaza, el bagazo y los vapores irrecuperables) y la mayor cantidad se va hacia los drenajes, en una cantidad aproximada equivalente al 90% del peso de la caña utilizada.

Para el proceso se puede utilizar agua proveniente de fuentes diversas como el servicio público municipal, de fuentes superficiales y subterráneas. Sin embargo, el uso correcto del agua es uno de los factores clave para obtener impactos económicos y ambientales positivos; específicamente, se obtienen buenos resultados al disminuir el consumo de agua y disminuir la cantidad de aguas residuales que requieren tratamiento.

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

A continuación, se presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente del agua (Cuadro 8), que al ser implementadas generan beneficios inmediatos para la empresa. Seguidamente se presenta la fórmula para calcular un indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado.

Como un complemento a estas recomendaciones el Anexo 7 (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 8. 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.	- Definir un instrumento para el registro de consumo de agua (ver Anexo 4: formatos para el control de buenas prácticas de P+L). - 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) (ver Anexo 7. Parámetros y alternativas de uso eficiente del agua y Anexo 2: detalle de equipo eficiente) - Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por etapa del proceso (fugas, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras) (ver Anexo 7. parámetros y alternativas de uso eficiente 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 (ver equipo eficiente en Anexo 2: 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 planta o como agua de regadío en las plantaciones cercanas. - Monitorear la efectividad del plan de ahorro.

Fuente CNP+LH.

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

RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Normalmente, el uso de la energía eléctrica representa una considerable parte de los costos de producción en cualquier rubro o sector productivo, tal es el caso de la agroindustria que produce azúcar a partir de caña. Por lo tanto, al realizar un manejo eficiente de la energía utilizada para producción de azúcar, 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 9 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 dadas. Como un complemento a estas recomendaciones en el Anexo 8 (parámetros y alternativas para obtener eficiencia energética), se presenta una serie de cuadros que le brindan 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 9. 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 Anexo 4. Formatos para el control de buenas prácticas de P+L)	Establecimiento de una línea base de consumo de energía	- Definir un instrumento para el registro de consumo de energía. - Instalar medidores de consumo de energía por área o etapa del proceso en la planta - 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 de norma, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras) (ver Anexo 8. parámetros y alternativas para obtener eficiencia energética). Esta actividad se puede basar en los resultados de una Auditoría de Eficiencia Energética del proceso. - Si la auditoría lo refleja, se recomienda instalar un banco de capacitores - 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 planta (ver Anexo 2: proveedores de tecnologías limpias y Anexo 8. parámetros y alternativas para obtener eficiencia energética) - Utilizar luz natural colocando en la medida de lo posible láminas traslúcidas. - 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. - Mantener puertas y ventanas cerradas y debidamente selladas para evitar la fuga del aire acondicionado. - Ajustar la temperatura de los aires acondicionados a un nivel de confort (25°C) en las oficinas. - Sustituir los bombillos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFC) para un mismo nivel de iluminación, y los tubos fluorescentes tradicionales por lámparas de balastro electrónico (ver sección de energía en Anexo 2; proveedores P+L; Anexo 8: parámetros y alternativas para obtener eficiencia energética) - Instalar equipos y aparatos ahorradores de energía (Por ejemplo: motores de alta eficiencia, variadores de velocidad, lámparas de tecnología LED). - Apagar y desconectar los aparatos eléctricos y equipo de oficina cuando no se están utilizando. - Monitorear y verificar la efectividad del plan de ahorro.

Fuente CNP+LH.

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

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

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 10 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 (alternativas de insumos para el procesamiento de la caña de azúcar), se brinda 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 que pueden ser útiles 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 materia prima en la operación

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Definir un plan de monitoreo del consumo de materia prima por etapa del proceso (ver Anexo 4: formatos para el control de buenas prácticas de P+L).	Establecimiento de una línea base de consumo de materia prima	- Definir un instrumento para el registro de consumo de materias primas. - Diseñar un diagrama de flujo que identifique las materias primas que entran y salen del proceso por etapa. - Registrar el consumo mensual de materias primas en las entradas y salidas de cada etapa del proceso. - Calcular el rendimiento actual de cada materia prima (caña de azúcar, cal, azufre etc.).
Implementar un control de consumo de la materia prima	Reducción de costos por el uso eficiente de materia prima en el proceso.	- Con los requerimientos de materia prima por cada etapa del proceso, elaborar manuales de procedimientos para el control del uso y manejo eficiente de estos materiales. - Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar una comparación de rendimientos de materia prima (definir porcentajes de eficiencia de uso, merma 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 los lotes de caña, cal etc., necesarios para la cantidad de caña a moler. - Adquirir y manejar las cantidades necesarias de materia prima para el manejo y control de los materiales. - Identificar e implementar tecnologías y procedimientos innovadores para el procesamiento de materiales. - Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de materia prima.

		• Monitorear y verificar la efectividad del control de consumo de la materia prima.
Establecer un programa de control de recibo y manejo de la materia prima	Reducción de pérdidas por materias primas en mal estado o que no cumpla con las especificaciones al momento de ser utilizada.	• Obtener y revisar las hojas técnicas y especificaciones de la materia prima, en especial para asegurar el adecuado almacenamiento y manejo de la soda cáustica (NaOH), del ácido sulfúrico y el metanol.⁶ • Identificar la materia prima en cada área de la planta (incluyendo la identificación si se trata de un material peligroso o contaminante, etc.). • Registrar las fechas y cantidades de compra de la materia prima. • Establecer un programa de verificación de las especificaciones de la materia prima, que permita revisar el aceite, metanol, soda cáustica etc., para verificar el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones de los mismos. • Transportar la soda cáustica, siguiendo las normas ambientales y de salud del país. • Instruir al personal sobre las medidas de manejo y uso adecuado de la caña, cal, azufre, soda cáustica, etc. para evitar el daño o contaminación de estos. • Almacenar las materias primas 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 la soda cáustica y ácido sulfúrico deben ser almacenados en zonas aisladas y que no estén expuestas a radiación solar. ○ En el caso del ácido sulfúrico se debe mantener aislado de materiales orgánicos, nitratos, carburos, cloratos y polvos metálicos; el ácido por sí mismo no es inflamable. ○ La soda cáustica (NaOH) y el ácido sulfúrico, deben mantenerse en condiciones totalmente secas cuando están en estado sólido. • 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 planta. • Identificar y priorizar los de mayor consumo y establecer controles de uso similares a los establecidos para las materias primas. • Comparar diferentes alternativas de materiales e insumos auxiliares y utilizar las de menor costo e impacto ambiental. • Monitorear y verificar los controles de materiales auxiliares y su efectividad.

Fuente CNP+LH.

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

$$\Delta \% \frac{\text{unid. de materia prima consumidos}}{\text{Unid. de producción}} = \frac{(\text{Unids de materia prima/ ton de caña molidas actual}) - (\text{Unids de materia prima/ ton de caña molidas anterior})}{(\text{Unidades de materia prima/ ton de caña molidas anterior})} \times 100$$

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES DEL RUBRO AZÚCAR

En el rubro azúcar se identifican residuos específicos que pueden controlarse para mejorar la eficiencia económica y ambiental de la empresa o proyecto de producción de azúcar. Sin embargo, es necesario realizar un profundo análisis y cuantificación de todos los residuos sólidos, emisiones líquidas que aportan a las aguas residuales, emisiones gaseosas y generación de basura. Todo esto apoyaría el estable-

⁶ Verificar si aplican reglamentaciones especiales a considerar en las recomendaciones legales en el capítulo legal de esta guía.

cimiento del proceso de separación de residuos y efluentes en forma específica para garantizar una adecuada gestión de la empresa.

a. Residuos sólidos

La significativa cantidad de residuos sólidos generada por el proceso de producción de azúcar está constituida principalmente por el bagazo y los lodos resultantes de los lavados. Existen otros residuos sólidos como las piezas usadas de la maquinaria. Sin embargo, se tiene que tener en cuenta que el bagazo, que es el residuo de mayor volumen, es aprovechado como insumo en la generación de vapor.

Un análisis de las características de los residuos sólidos permitirá distinguir entre residuos peligrosos y no peligrosos y residuos que se pueden reciclar o reutilizar, o residuos que definitivamente se deben desechar. A su vez esto permitirá establecer las posibles opciones de tratamiento así como su forma de reutilización o reciclaje. Se tiene que tener en cuenta que los 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 en distintas fases: el lavado de la caña, lavado de las distintas maquinarias que participan en la producción de azúcar, estos 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, después de lo cual pueden tener también un uso como agua para riego sobre todo en cultivos cercanos. Un manejo inadecuado de las operaciones de limpieza de la planta puede generar aguas residuales contaminadas, sobre todo si existen derrames o fugas en los equipos que puedan ser arrastrados por aguas de limpieza.

c. Reutilización y reciclaje

La reutilización y reciclaje de materiales y sub productos de la producción de azúcar, se constituyen como una oportunidad para mejorar el desempeño de la empresa, ya que estas medidas originan ingresos adicionales y reducen el volumen de residuos. En este sentido destaca la reutilización de la melaza como un subproducto y la recuperación y reutilización del bagazo. El cuadro 11 presenta una serie de recomendaciones generales para la reutilización y reciclaje de los residuos de la empresa o proyecto y cuya implementación redundará en beneficios inmediatos. A continuación del cuadro se presenta la fórmula para calcular el indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones.

Cuadro 11. Derivados del azúcar

Producto	Proceso		Utilización
	Químico	Biotechnológico	
Azúcar	X		Industria Alimentaria
Glucosa	X		Industria Alimentaria y Farmacéutica
Fructuosa	X		Industria Alimentaria y Farmacéutica
Alcohol Etilico		X	Combustibles, Bebidas e Industria Química
Levaduras		X	Piensos, Panadería y Bebidas
L-Lisina		X	Piensos y Alimentos
Ácido Cítrico		X	Industria Alimentaria y Farmacéutica

Ácido Láctico		X	Industria Química y Farmacéutica
Ácido Acético		X	Varias Industrias
Ácido Oxálico	X		Industria Química y Construcciones
Glutamato mono-Na		X	Industria Alimentaria
Acetona y Butanol		X	Industria Química
Dextrana y Xantano		X	Aglutinante y Espesante
Sorbitol y Manitol	X		Industria Alimentaria y Farmacéutica

Fuente CNP+LH (Juarez & Morín, s.f.)

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 Anexo 4: formatos para el control de P+L), para definir el tratamiento a utilizar. - Clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado (recuperación y reutilización del bagazo, utilización de la melaza) - Establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados (aguas residuales). - Determinar que material puede ser reutilizado en el proceso. - Desarrollar un plan de venta de residuos y sub-productos (melaza, etc.) (ver recicladores en Anexo 2: proveedores de P+L). - Monitorear y verificar si las medidas de re uso y reciclado son efectivas.

Fuente CNP+LH.

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

RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL PROCESO

Tomando como base el diagrama de entradas y salidas de las áreas de molino y fabricación (Figuras 7 y 8), a continuación se presentan las principales recomendaciones específicas de P+L, las cuales podrían implicar la obtención de beneficios inmediatos al ser ejecutadas. Finalmente, se debe desarrollar un indicador de impacto, el cual permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones dadas.

No obstante se debe aclarar que las operaciones difieren de una fábrica a otra según la capacidad instalada de cada una y de las especificaciones de la maquinaria utilizada en la producción. Sin embargo las recomendaciones que se exponen a continuación aplican en todos los procesos de manera específica para determinadas etapas de estos procesos o bien para los procesos en general.

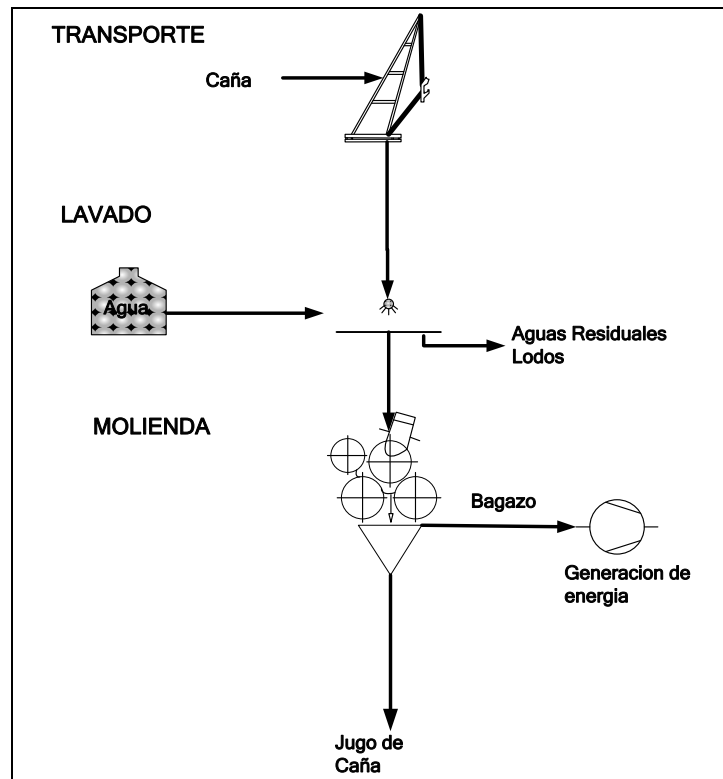


Figura 7. Flujograma para el proceso del área de molinos y cogeneración

Fuente: CNP+LH.

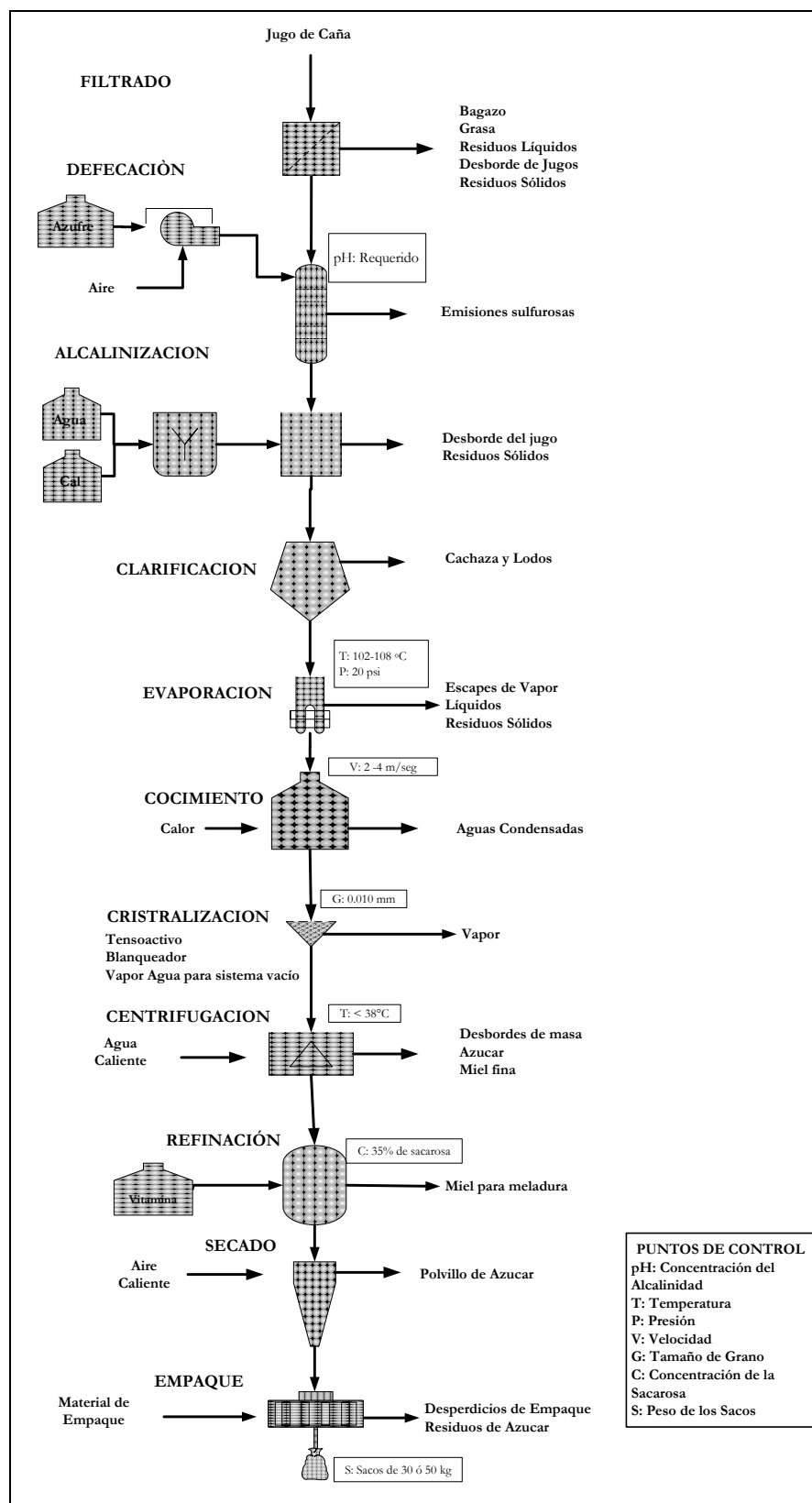


Figura 8. Flujograma para el proceso del área de fabricación
Fuente: CNP+LH

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 y enfocadas a reducir el consumo de agua (Cuadro 13), cuyo impacto debe ser evaluado en cada fase del proceso mediante el uso del indicador presentado 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 (ver ficha de monitoreo del uso del agua en el Anexo 4) en las actividades de limpieza de la planta	- Identificar las áreas del proceso en dónde se presenta el derrame de materiales, exceso de polvo, 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 (residuos y caña de azúcar, bagazo, lubricantes, combustibles, etc.) - Clasificar y disponer adecuadamente los materiales que han sido recolectados, para reutilizarlos y realizar su disposición final. - No lavar los residuos de masa y lubricantes con agua caliente, recogerlos con pala y manejarlos como residuos sólidos.
Implementar procedimientos y tecnologías eficientes de lavado (Ver Anexo 7: 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 de la planta	- 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 la efectividad de la tecnología adquirida.
Aplicar un sistema de recirculación o de reciclaje (ver Anexo 2: proveedores de P+L) de las aguas residuales que salen de los distintos procesos de lavado.	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 de lavados que se puede recircular o reciclar. - Diseñar el sistema de recirculación (revisar diagrama de flujo, elaborar planos, etc.). - Separar a través de tuberías, las aguas de lavados y las que no se pueden reutilizar. - Conducir hasta un tanque de almacenamiento las aguas de lavado para su tratamiento y posterior reutilización. - Conducir los efluentes no reutilizados hacia el sistema de tratamiento de agua residual (ver Anexo 11: alternativas para el tratamiento de aguas residuales) (lagunas de oxidación, etc.), para su tratamiento y descarga acorde a 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 de lavado.
Implementar buenas prácticas en el proceso productivo para el uso eficiente del agua.	Reducción del consumo de agua debido a la disminución en el tiempo de ejecución del proceso.	- Automatizar el proceso de limpieza de equipos, instalaciones y accesorios. - En la medida de posibilidades, analizar la reducción o eliminación el lavado de la caña (Chen, sf) - Revisar la posibilidad de establecer y mantener regímenes de molienda altos y estables. - Adoptar de forma gradual esquemas de evaporación y cocción más eficientes.

Fuente CNP+LH.

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

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

RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA 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 energía, se pueden aplicar otras recomendaciones más específicas dirigidas al proceso y enfocadas a reducir el consumo de energía (Cuadro 14). El indicador, presentado más adelante, se debe utilizar para medir el impacto de las recomendaciones en cada fase del proceso. La información derivada del indicador permitirá identificar los puntos a los cuales se debe prestar más atención.

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

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Implementar tecnologías para el uso del calor sobrante del proceso	Reducción del consumo de energía por uso del calor sobrante (ver formato para el control de implementación de uso eficiente de energía en Anexo 4)	- Con base en los resultados de la Auditoría de Eficiencia Energética, calcular el volumen de calor sobrante y los beneficios económicos en la implementación de su reducción. - Diseñar el sistema de uso de calor sobrante (revisar diagrama de flujo, elaborar planos, etc.). - Captar el calor sobrante para su conducción y uso en el secado de la azúcar procesada. - Aprovechar el calor contenido en los gases de escape para el secado del bagazo. - Revisar y dotar de su debido aislamiento a las tuberías y accesorios de vapor y / o agua caliente en las áreas que utilizan este servicio - Monitorear y verificar la efectividad de la tecnología implementada para el uso del calor sobrante
Utilizar fuentes alternas de energía (bagazo de la caña)	Reducción del consumo de energía por la utilización de fuentes alternas de energía	- Identificar y seleccionar las fuentes alternas de energía que se pueden utilizar en el proceso (bagazo de la caña, etc.). - Realizar el diseño de las instalaciones, de acuerdo a la fuente alterna seleccionada, para la generación de energía. - Construir las instalaciones requeridas para la generación de energía. - Generar energía. - Monitorear y verificar la eficiencia de la fuente alterna seleccionada
Implementar medidas de eficiencia energética en los motores y equipo.	Reducción del consumo de energía por el uso de motores y equipos de alta eficiencia y reducción de gases efecto invernadero.	- Evaluar en base en los resultados de la auditoría de eficiencia energética, el reemplazo de los motores cuyos niveles de eficiencia están por debajo del óptimo por motores de alta eficiencia. Como ejemplo: - 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 mesas de conducción - 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 planta. - 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 buenas prácticas en el proceso productivo para el uso eficiente de la energía.	Reducción del consumo de energía por el uso eficiente del equipo en el proceso.	• Establecer regímenes de molienda altos y estables. • Adoptar en la medida de las posibilidades y de forma gradual esquemas de evaporación más eficientes.
Implementar buenas prácticas en el mantenimiento del equipo que participa en el proceso productivo.	Reducción del consumo de energía por el uso eficiente del equipo en el proceso.	• Programar, durante las reparaciones, la eliminación de fugas de vapor. • Instalar un sistema de recuperación (condensador de venteos). Cuando la alimentación de bagazo en los generadores de vapor se realiza manualmente y de manera desmedida, es común encontrar que los generadores operan a presiones superiores a las de diseño, provocando que la válvula de seguridad actúe de manera automática.

Fuente CNP+LH.

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

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

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

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

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

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Implementar buenas prácticas en el proceso productivo para el uso eficiente de la materia prima.	Reducción del consumo de materia prima por el uso eficiente de los materiales en el proceso productivo. Reducción en la generación del volumen de residuos	• Revisar la opción de implantar un sistema de control para evitar las pérdidas de azúcar por la bacteria <i>Leuconostoc mesenteroides</i>, mediante la realización de un análisis de dextranas en puntos estratégicos. • Diseñar un programa para reducir las impurezas provenientes de campo mediante muestreos en patio, que indiquen la cantidad de impurezas /ton caña diarios. • Con base en los análisis del programa apoyar el establecimiento de mejoras y correcciones en campo. • Revisar la opción de instalar un sistema de monitoreo en la tubería de conducción de jugo de caña, que permita mejorar el control de flujo en toda la línea, tanto en la primera extracción como en la última • Establecer un sistema de control en línea de la humedad del bagazo, que permita valorar la posibilidad de mejorar su rendimiento como combustible. • Con el sistema de control establecido, revisar las opciones de uso del vapor excedentario o bien de los gases calientes de las chimeneas para secado del bagazo.
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 que poseen sustancias peligrosas dentro de sus ingredientes. • Clasificar los materiales identificados por nivel de contenido de sustancia y nivel de peligrosidad. • Identificar el insumo que genera mayor cantidad de residuos. • Investigar, identificar y realizar ensayos de posibles sustituciones de los mate-

		riales 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 planta para optimizar el uso de la materia prima	Reducir el uso de materia prima al utilizarla más eficientemente Reducir los costos por el reemplazo de equipo y instalaciones	• 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 donde se pueden estar suscitando pérdidas por derrames de jugo y corregir o bien prevenir que sucedan en el futuro. • Verificar y asegurar que los sistemas de conducción son resistentes a altas temperaturas(ver Anexo 3: proveedores de tecnología) • Verificar que las sustancias químicas como los ácidos sulfúricos, fosfóricos y carbónicos se almacenen en zonas aisladas y que no estén expuestas a radiación solar y al calor, que permitirá se generen pérdidas por evaporación. • Verificar que los tanques de almacenamiento de azufre y ácido fosfórico posean protección catódica, polos a tierra y detectores de fugas, de preferencia deben instalarse a 50 metros de cualquier otra instalación. • Revisar la opción de pintar el almacén de azúcar con pintura color aluminio para protección por la radiación.
Implementar buenas prácticas en el manejo del producto terminado.	Reducir los costos por producto terminado dañado o rechazado.	• Establecer un plan de control de almacenamiento y manejo que establezca al menos: ○ mapa de estibas, ○ control de producto no conforme, ○ uso de sacos de diferente color cuando el producto no cumpla con las especificaciones. ○ área destinada especialmente para azúcar 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

$$\Delta \% \frac{\text{unid. de materia prima consumidos}}{\text{Unid. de producción}} = \frac{(\text{Unids de materia prima/ ton. de caña molidas actual}) - (\text{Unids de materia prima/ ton de caña molidas anterior})}{(\text{Unidades de materia prima/ ton de caña molidas anterior})} \times 100$$

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 16). 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 de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos del proceso

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Aplicar un sistema de reutilización del metanol residual en el proceso	Reducción de costos de compra y consumo de metanol por la reutilización de los excedentes	• Con base en el plan de monitoreo, calcular la cantidad de metanol que se puede reutilizar. • Diseñar el sistema de reutilización (revisar diagrama de flujo, elaborar planos, etc.). • Separar a través de tuberías el metanol a reutilizar. • Llevar hasta un tanque de almacenamiento el metanol 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 del proceso. • Darle una pendiente adecuada al piso de la planta (1-2%) para que la evacuación de las aguas de lavado sea adecuada y evitar la retención de líquidos en la planta. • Establecer un sistema para controlar las aguas residuales a tratar, que considere entre otros: ○ Construir canales recolectores tipo vertederos (rectangulares) a la salida de cada etapa del proceso, que permitan medir fácilmente el flujo de las aguas residuales generadas. ○ Colocar bandejas de retención de derrames de grasas y aceites en las áreas que sean necesarios, para eliminar contaminaciones en las aguas que provoquen serios inconvenientes para su tratamiento o reutilización. ○ 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 (bagazo) ni aceites y grasas a los drenajes. • Revisar las características finales de las aguas residuales tratadas del proceso para aprovecharlas en el regadío de fincas de caña. • Revisar que los tanques de almacenamiento (melazas, ácidos, etc.) posean un muro de contención y que exista un control que evite que los derrames que sucedan se trasladen a las aguas residuales a tratar.
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 ceniza de la caldera para ser utilizados como parte de compostaje junto con el bagazo y la cachaza para ser usados en las fincas. ○ Reutilizar el polvillo de azúcar que se genera en la etapa de centrifugación o separación devolviéndolo al proceso. ○ Verificar el destino de la venta de melaza • Buscar alternativas para la reutilización de los sacos dañados y residuos de costura, 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 planta que al menos asegure: ○ Listar los recipientes que salen del uso de insumos en los procesos. ○ Verificar sus características y requerimientos para reutilización interna o venta a terceros. ○ Elaborar controles de almacenamiento y venta o reutilización de los mismos.

Fuente CNP+LH.

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

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

VI. MARCO LEGAL

La legislación ambiental aplicable al sector de procesamiento de caña de azúcar, está enmarcada en los siguientes grandes bloques normativos a saber:

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. De importancia especial es también el principio consignado en el artículo 340, que declara de utilidad y necesidad pública, la explotación técnica y racional de los recursos naturales de la nación. En consonancia con éste principio, el artículo 354 párrafo segundo de la Constitución insta que el Estado se reserva la potestad de establecer o modificar la demarcación de las zonas de control y protección de los recursos naturales en el territorio nacional
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 empresas industriales al procesamiento de la caña de azúcar, en el Cuadro 17 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 la producción de caña de azúcar”⁷, la cual puede ser obtenida en la Dirección de Gestión Ambiental (DGA) de la Secretaría de Recursos Naturales (SERNA).

Cuadro 17. Legislación aplicable en el ciclo del proyecto

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

⁷ Disponible en la Secretaría de Recursos Naturales (SERNA), www.serna.gob.hn

Factores Ambientales	Legislación	Factibilidad	Construcción, Operación y Cierre
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	X	Art. 10, 11, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28
	Norma Técnica para la Calidad del Agua Potable: AE 084-95	X	Considerar en su totalidad
	Norma Técnica de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado: AE 058-97	X	Considerar en su totalidad
Suelo	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 48 al 54
	Ley de Reforma Agraria: DL 170-1974	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Ordenamiento Territorial: DL 180-2003	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Propiedad: DL 82-2004	X	Considerar en su totalidad
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	X	Art. 93, 121
	Código de Salud: DL 65-91	X	Art. 119 al 128
	Reglamento la Ley General del Ambiente : AE 109-93	X	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	X	Art. 118 al 132

Fuente CNP+LH

De igual forma, en el Cuadro 18 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 procesamiento de caña de azúcar.

Cuadro 18. Legislación aplicable a la operación del proyecto por insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son claves para el manejo ambiental

Factores Ambiental	Legislación	Factibilidad	Construcción, Operación, y Cierre
Recursos Biológicos Y Paisajísticos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 35 al 47
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	X	Considerar en su totalidad
	Decreto 87-87 Decreto de Declaratoria de Áreas Protegidas	X	Considerar en su totalidad
	Normas Técnico Administrativas para el Manejo de Áreas Protegidas: Res. 132-02	X	Considerar en su totalidad
Recursos Culturales	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 70 al 73, 84, 85
	Ley del Instituto Hondureño de Turismo: DL 103-93	X	Art. 17, 18, 30, 60
	Ley Orgánica del Instituto Hondureño de Antropología e Historia: DL 118-1968	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Patrimonio Cultural de la Nación: DL 81-84	X	Art. 3, 8, 11, 14-16, 18-21, 37
Recursos Socioeconómicos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 77 al 82
	Ley de Municipalidades: DL 134-90	X	Art. 12, 13, 14, 25, 118
	Ley de Estímulo a la Producción, a la Competitividad y Apoyo al Desarrollo Humano: DL 131-98	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario: DL 81-2002	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Fortalecimiento Financiero del Sector Agropecuario: DL 68-2003	X	Considerar en su totalidad
	Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola: DL 31-92	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Inversiones: DL 80-92	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Protección al Consumidor: DL 24-2008	X	Considerar en su totalidad
	Reglamentos para la Implementación del CAFTA: AE 16-2006	X	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	X	Art. 25
	Código Tributario: DL 22-97	X	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	X	Art. 6, 7
	Reglamento de la Ley de Municipalidades : AE 18-93	X	Art. 57, 58, 75
	Reglamento de la Ley de Inversiones: AE 345-92	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento al Régimen de Importación Temporal: AE 545-87	X	Considerar en su totalidad

Factores Ambiental	Legislación	Factibilidad	Construcción, Operación, y Cierre
	Reglamento de la Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola :AE-3192	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario AE: 1022-2002	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	X	Considerar en su totalidad
Insumos especiales			
Energía	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 3, 33, 34,
	Ley Marco del Subsector Eléctrico : DL 158-94	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables: DL 70-2007	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley Marco del Subsector Eléctrico: AE 934-97	X	Considerar en su totalidad
Materiales Peligrosos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 7, 68, 69
	Código de Salud: DL 65-91	X	Art. 127 al 129
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	X	Art. 75, 76, 82
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	X	Art. 129 al 132
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento sobre el Registro, Uso y Control de Plaguicidas y Sustancias Afines: AE-642-98	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento sobre el Registro, Uso y Control de Fertilizantes y Materias Primas AM SAG 002-02	X	Considerar en su totalidad
Residuos			
Residuos Sólidos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 32, 54, 66, 67
	Código de Salud: DL 65-91	X	Art. 51 al 57
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	X	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	X	Art. 51 al 84
	Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos: AE 378-2001	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales AE STSS001-02	X	Considerar en su totalidad
Residuos Líquidos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 32, 54
	Código de Salud: DL 65-91	X	Art. 34, 35, 36, 41, 42, 43, 44, 45
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	X	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	X	Art. 25 al 50
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	X	Considerar en su totalidad
	Normas Técnicas de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario AE 058-97	X	Considerar en su totalidad
Actividades Generales			
Mantenimiento De Equipo E Instalaciones	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 33, 51 al 53
	Código de Salud: DL 65-91	X	Art. 58 al 69
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	X	Art. 81
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	X	Art. 85 al 116
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales AE STSS001-02	X	Considerar en su totalidad
Reutilización Y	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 1, 3, 84,

Factores Ambiental	Legislación	Factibilidad	Construcción, Operación, y Cierre
Reciclaje	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	X	Art. 5, 6
Factores externos y de escala			
Riesgos Y Amenazas	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Art. 83
	Ley de Contingencias Nacionales: DL 9-90	X	Considerar en su totalidad
	Ley Orgánica de la Policía Nacional: DL 156-98	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Bomberos: DL 398-1976	X	Art. 12, 16
	Ley del Tribunal Superior de Cuentas: DL 10-2002	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Creación de la Procuraduría del Ambiente y Recursos Naturales: DL 134-99	X	Considerar en su totalidad
	Ley del Ministerio Público: DL 228-93	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Protección al Consumidor: DL 24-2008	X	Considerar en su totalidad
	Ley de Expropiación Forzosa: DL 113-14	X	Considerar en su totalidad
	Código Penal: DL 144-84	X	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	X	Art. 186 al 193
	Código Tributario: DL 22-97	X	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento sobre el Registro, Uso y Control de Plaguicidas y Sustancias Afines: AE-642-98	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento sobre el Registro, Uso y Control de Fertilizantes y Materias Primas AM SAG 002-02	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales AE STSS001-02	X	Considerar en su totalidad
Efectos Acumulativos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	X	Considerar en su totalidad
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	X	Considerar en su totalidad
	Código de Salud : DL 65-91	X	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	X	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	X	Considerar en su totalidad

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

VII.GLOSARIO

Aguas residuales. Son las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

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.

Arañas cañeras. Son garras metálicas accionadas por un mecanismo hidráulico que sujetan la caña estas garras van colgando del gancho de la grúa y una vez que están sobre la mesa sueltan la caña.

Asepsia de molinos. Procedimiento para preservar la higiene de los molinos y conservarlos libre de bacterias que afecten la calidad del producto.

Azufre. Producto químico de color amarillo utilizado en la decoloración del jugo de caña.

Bagazo. Es el residuo de la azúcar, consistente en material fibroso, compuesto químicamente de celulosa, hemicelulosa y lignina, con pobre contenido de elementos minerales, que mejora la retención de humedad. En estado fresco estos bagazos contienen un 40% de agua. Suelen utilizarse como combustible de las propias azucareras.

Bomba de vacío. Equipo que sirve para producir una presión negativa (vacío).

Brix. Es la medida de sacarosa disuelta en un líquido. Los grados brix miden la concentración de azúcar en 100 ml de líquido: 25 grados brix corresponden a 25 g de sacarosa en 100 ml de líquido.

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

Cachaza. Material esponjoso, amorfo, de color oscuro que arroja el jugo de la caña de azúcar al someterlo al proceso de purificación. Generalmente rico en Fósforo (P), Calcio (Ca), Nitrógeno (N), Materia Orgánica (M.O.), y pobre en Potasio (K). Se le atribuyen cualidades como mejoradora de algunas propiedades físicas y ácidas del suelo.

Cal. Material de origen mineral (óxido de calcio), utilizado para la preparación de lechada de cal, mediante su dilución en agua.

Calandria. Parte del evaporador compuesta por dos compartimentos, uno por donde pasa el jugo a calentar y otro por donde fluye el medio de calentamiento, en este caso el vapor.

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

Caña preparada. Es la caña cortada en pequeños segmentos, libre de partículas ferro magnéticas y limpia.

Ceniza. Material rico en Carbono (C) y Potasio (K), que se descompone con facilidad y su uso es recomendado para enriquecer el compuesto.

Centrifugación. Esta operación consiste en separar los cristales en la masa para obtener el azúcar en forma comercial, también se conoce con el nombre de "purgado" o centrifugado.

Chute Donelly. Caja metálica ubicada sobre la abertura de entrada de cada molino la cual sirve para mantener una alimentación constante en el molino.

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

Clarificación del azúcar. El jugo obtenido en la etapa de molienda es de carácter ácido (pH aproximado: 5,2) éste se trata con lechada de cal, la cual eleva el pH con el objetivo de minimizar las posibles pérdidas de sacarosa, a este proceso se le llama clarificación.

Clarificación del azúcar. El jugo obtenido en la etapa de molienda es de carácter ácido (pH aproximado: 5,2), éste se trata con lechada de cal, la cual eleva el pH con el objetivo de minimizar las posibles pérdidas de sacarosa, a este proceso se le llama clarificación.

Clarificador. Equipo utilizado para el proceso de sedimentación, de los sólidos en el jugo Alcalizado.

Colmatación. Consiste en la reducción de la capacidad de las lagunas para tratamiento de aguas residuales, debido a la acumulación de residuos sólidos.

Condensado. Es el agua obtenida para la condensación del vapor en las calandrias de cada evaporador.

Condensador barométrico. Equipo que sirve para generar vacío en el último cuerpo de evaporación, haciendo uso de agua fría para la condensación.

Conductor de caña. Es un transportador de tablillas metálicas que transporta la caña entera y preparada desde la salida de las mesas alimentadoras hasta el conductor rápido.

Conductor rápido. Transportador de banda de hule que transporta la caña preparada desde la salida del conductor de caña hasta la entra del molino #1 exponiendo un colchón delgado de caña preparada al campo magnético del electroimán.

Conductores intermedios. Son transportadores que mueven la caña preparada de un molino al siguiente molino, la elevan y la dejan caer en recipiente del otro molino.

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 patógenos y parasitarios. Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto.

Control de relleno. Es un sistema controlado automáticamente que permite alimentar vapor de alta presión en una de menor presión, con el fin de mantener estable la Presión de vapor de escape.

Cristalización de la azúcar. En el procesamiento de la azúcar al seguir eliminando agua, llega un momento en el cual la azúcar disuelta en la meladura se deposita en forma de cristales de sacarosa.

Cuádruple efecto. Es el conjunto de evaporadores que trabajan en cuatro etapas, donde los vapores vegetales producto de la evaporación son aprovechados para evaporar repetidas veces el jugo.

Cuchillas picadoras. Consiste en un eje colocado transversalmente al conductor en el que van dispuestos brazos porta cuchillas cada uno de los cuales llevan 2 cuchillas las cuales cortan la caña. El movimiento rotatorio de las cuchillas es el que produce el efecto cortante en la caña.

Cuerpo receptor. Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

Defecación. Consistente en añadir cal suficiente para neutralizar los ácidos orgánicos que contiene el jugo.

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 para la degradación bioquímica de la materia orgánica en aguas contaminadas, se mide en mg/l.

Descarga. Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación

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

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.

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

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

Efluentes. 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.

Electroimán. Magneto cuya función es extraer elementos ferro-magnéticos presentes en la caña ya picada.

Emisiones atmosféricas. Cantidad de emisiones de Óxidos de Azufre (SOx), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Monóxido de Carbono (CO) y Partículas Suspensas 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.

Esparcidor. Es un nivelador de caña que mantiene uniformemente la altura del colchón de caña picada. Consiste en un eje colocado transversalmente en el conductor de caña. En el eje van brazos los cuales giran en sentido contrario a la dirección del conductor.

Evaporación. Es la acción de remover agua del jugo, mediante el incremento de temperatura hasta lograr la ebullición, de modo que el agua salga en forma de vapor.

Extracción en molinos. Es la cantidad de sacarosa extraída a la caña Por los molinos con relación a la sacarosa total presente en la caña.

Filtro. Equipo utilizado para la filtración/mediante el efecto del vacío.

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.

Gases incondensables. Son gases presentes en el vapor, que no se condensan por enfriamiento y deben ser evacuados de la calandria por otros medios.

Grúas. Equipo dedicado a Transportar la caña desde el patio de caña hasta las mesas de alimentación las grúas lleva en el extremo de su gancho una araña cañera.

Imbibición. Acción por la cual se agrega uniformemente agua o jugo pobre en azúcar del molino inmediato posterior a la caña en la entrada de cada molino.

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.

Lodo. Subproducto del proceso de decantación, el cual se forma por la concentración de sólidos, por los procesos de purificación.

Jagacillo. Partícula finas de bagazo obtenido por medio de un tamizado.

Jugo claro. Jugo de caña, al cual se le han removido la mayoría de sólidos insolubles, caracterizado por ser cristalino y brillante.

Jugo diluido. Es la mezcla entre el jugo del primer molino y el jugo del molino dos, que es el producto del proceso de molienda.

Jugo sulfitado. Jugo de caña el cual ha sido tratado con SO_2 a través del sistema de sulfitación

Lavado de caña. Consiste en exponer la caña a una cortina de chorros de agua los cuales liberan a la caña de materia extraña.

Llena de fabricación. Situación anormal, en la cual algunos de los equipos o procesos de Fabricación se encuentran al tope de su capacidad.

Mazas. Cilindros de hierro fundido con ranuras llamadas dientes entre las cuales se comprime el bagazo en cada molino.

Meladura. Jarabe previo para hacer el azúcar.

Melaza. Residuo líquido espeso, dulce y oscuro, que resulta de la cristalización del azúcar.

Molinos. Equipo dedicado a comprimir la caña para extraer el jugo contenido en la misma, cada molino está compuesto por cuatro cilindros ranurados llamados mazas a través de las cuales se comprime la caña.

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.

Patio de caña. Es el área donde se, almacena temporalmente la caña para luego ser procesada.

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

Poi – bagazo. Es la reacción porcentual del contenido de sacarosa en el bagazo de caña.

Rapadura. La panela o rapadura es un azúcar típico de países de América latina considerado el más puro ya que se obtiene de la evaporación de los jugos de la caña. La panela o rapadura no pasa por ningún tipo de refinado.

Reciclaje. El reciclaje es un 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.

Refinación de la azúcar. Es la etapa en la cual El azúcar de primera es refundida o redisuelta con agua; luego es aireado en un recipiente a presión y pasa a las clarificadoras donde las impurezas flotan y el licor clarificado es extraído por la parte inferior. El licor clarificado es pasado por los filtros de lecho profundo donde se eliminan el resto de las impurezas, y de allí el filtrado es entregado a los tachos de refino. Igual que en los tachos de crudo en estos tachos se elimina agua y se obtiene azúcar refinada cristalizada

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.

Sacarosa. Azúcar común de remolacha o de caña de azúcar formada por glucosa y fructosa.

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

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

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

Sulfitación. Es un procedimiento auxiliar de la defecación más común, no todas las fábricas de azúcar lo tienen, el procedimiento consiste en la preparación de ácido sulfuroso (SO_2) a partir del azufre.

Tableros de Bagazo. Son aglomerados y contrachapados derivados del bagazo para la fabricación de tableros que posteriormente se utilizan como base de muebles.

Tamizar. Acción de hacer pasar a través de redecillas, con el propósito de separar las partículas más pequeñas de las más grandes.

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

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

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

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

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

Vapor de escape. Es el vapor residual de las turbinas presentes en los procesos de Energía y que se utiliza en el proceso de Fabricación.

Vapor vegetal. Es el vapor producido en la evaporación del agua del jugo.

Vapor de agua. Es el vapor residual de las turbinas, presentes en los procesos de Energía y que se utiliza en el proceso de Fabricación.

Volteo de camiones. Es una plataforma que mediante accionamiento hidráulico, voltea y vierte la caña de un camión ubicado sobre la plataforma.

Volteo de carretas. Es un equipo dotado de un gancho, cables de acero, pistón hidráulico los cuales interactúan para voltear la caña que viene en carretas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Akbar, N., & Khwaja, M. (2006). *Study on Effluents from Selected Sugar Mills in Pakistan: Potential Environmental, Health, and Economic Consequences of an Excessive Pollution Load*. Islamabad: Sustainable Development Policy Institute (SDPI).
- APAH. (2008). *Historia*. Recuperado el 10 de Agosto de 2008, de Asociación de Productores de Azúcar de Honduras: www.azucar.hn
- CAHSA. (2008). *Compañía azucarera hondureña*. Obtenido de www.cisahn.com
- 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 Honduras. (2004). *Experiencia en la implementación de P+L*. San Pedro Sula, Honduras.
- Chen, J. *Manual de azúcar de caña*. México: Limusa Wiley.
- CISA. (sf). *Compañía Azucarera Hondureña*. Obtenido de Central de Ingenieros S.A.: www.cisahn.com/cisa_website/html/php/Cisa_general_esp1.html
- Compañía Azucarera Chumbagua*. (2008). Obtenido de www.cisahn.com
- Compañía Azucarera Tres Valles*. (2008). Obtenido de www.cisahn.com
- CONAM. (2003). *Guía de implementación de P+L*. Lima, Peru: CONAM; CET, Centro de Eficiencia Tecnológica; Limpia, Centro Nacional de Producción más Limpia.
- Dittle, N. (2008). *Guía ambiental para el sector porcícola de américa cenral*. San José: UICN.
- Encarta*. (2006). Recuperado el 20 de Octubre de 2008, de <http://es.encarta.msn.com/encnet/refpages/search.aspx?q=azucar>
- Escobedo, R. (2001). *Impacto ambiental, procesos de azúcar. Reporte de pre evaluación en la compañía azucarera Tres Valles, Sa de CV*. México: Centro Mexicano para la Producción más Limpia.
- 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
- GTZ. (2007). *Curso de gestión ambiental sostenible (GAR)*. San Pedro Sula.

- IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental). (2007). *Indicadores medioambientales para la empresa*.
- Iniciativas de azúcar en México*. (Agosto de 2008). Obtenido de SAGARPA: www.sagarpa.gob.mx/forma/directorio/iasg.htm
- Juarez, R., & Morín, R. (s.f.). *Caña de azúcar y sostenibilidad*.
- Marquez, R. (sf). *Definición de la política ambiental de una organización*. Medellín: Centro Nacional de Producción más Limpia.
- METHANEX. (2006). *Información técnica y guía para el manejo seguro del metanol*. Obtenido de http://www.methanex.com/products/documents/TISH_spanish.pdf
- Microsoft. (2006). *Enciclopedia Encarta*.
- 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.
- Perafan, F. (2008). *Descripción del proceso de azúcar*. Recuperado el 10 de Agosto de 2008, de Azucar de Caña: www.perafan.com/ea02azuc.html
- PESIC. (2005). *Primer curso de capacitación: sistemas de iluminación*.
- 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>
- SERNA. (sf). *Guía de buenas prácticas ambientales para la elaboración de biodiesel a partir de aceite de palma africana*. Obtenido de Secretaría de los Recursos Naturales y Ambiente: <http://www.serna.gob.hn>
- 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>
- Zaldivar, A. (s.f.). *Proceso de producción del azúcar en Honduras*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2008, de Monografías. com: <http://www.monografias.com/trabajos34/produccion-azucar/produccion-azucar.shtml>

IX.ANEXOS

ANEXO I: INICIATIVAS EN LA REGIÓN

Debido a que la experiencia Hondureña en el tema de P+L es reciente, el único caso que se puede reportar para la producción de azúcar de caña, es el del Ingenio Azucarero Tres Valles. A continuación se presentan algunos de los casos más sobresalientes de Honduras y la región.

AZUCARERA TRES VALLES

DATOS GENERALES

Ubicación: Municipio San Juan Flores, Francisco Morazán

Gerente General: Ing. Mateo Yibrin

Persona contacto P+L: Ing. Joseph Hernández.

Producto: Azúcar de Caña.



Volumen procesado: Para ciclos de Zafra, mediante proyectos específicamente diseñados para ello, tienen objetivos reales por área para mejorar la productividad. Las producciones de los últimos 10 años ha sido la siguiente:

AÑO	PRODUCCIÓN EN QUINTALES (100 lbs.)
2000-2001	902,670
2001-2002	765,844
2002-2003	901,133
2003-2004	946,070
2004-2005	695,107
2005-2006	1,004,383
2006-2007	878,458

En la Zafra 2006-2007, como resultado de la escasa lluvia en el periodo, se obtuvo una baja en la producción. La meta de producción en quintales de azúcar para el año 2008 (Zafra 2007-2008) es de **UN MILLÓN CIENTO MIL QUINTALES** de azúcar.

Capacidad instalada: un millón doscientos quintales de azúcar.

Empleados: 318 empleados por tiempo indefinido y, 1,200 empleados temporales en Zafra, con lo que aproximadamente 7,000 personas se benefician directamente de esta actividad siendo el mayor empleador de la zona.

Días de trabajo/año: 5-6 meses al año

Infraestructura:

Área de Recepción de Caña.

Edificio de maquinaria.

Edificio de fabricación.

Mercado: Mercado Nacional y Exportación a varios países, producción de azúcar blanca y morena.

ANTECEDENTES.

La empresa originalmente nació en 1975, con el nombre de “Azucarera Cantarranas (ACANSA)”, siendo propiedad del Estado de Honduras. En 1993 decidieron la venta de ACANSA al sector privado. Es así como el 05 de enero de 1994 se constituyó la Sociedad Mercantil “Compañía Azucarera Tres Valles S.A. de C.V. (CATV)”.

Área de influencia: Los Departamentos de El Paraíso y Francisco Morarán.

La producción en aumento del Ingenio Tres Valles colabora mucho con el crecimiento económico de Honduras y como parte del éxito de esta empresa, se colabora arduamente con la preservación del medio ambiente en diferentes áreas del Valle de Sula y sus alrededores, específicamente la reserva biológica “EL CHILE” siendo esta ultima motivo de muchos premios de apoyo ambiental.

RECOMENDACIONES

	Recomendaciones	Beneficio proyectado
En el Proceso	Llevar registro y hacer análisis químicos de los residuos de cada etapa Se deben llevar registros de la producción de azúcar y de los subproductos generados como parte del proceso(ver Anexo 4)	Control de la cantidad y el tipo de residuos El registro de cantidades producidas vs. consumo de materia prima e insumos generan un ahorro visible de costos de producción al poder establecer costos reales de producción
Energía	Aprovechar el calor contenido en los gases de escape para el secado del bagazo Utilizar el calor sobrante y fuentes sustentables de energía, (biogás).	Beneficios por la eliminación del agua en el combustible Reducción del consumo de energía
Materia prima	Implantar un sistema de control para evitar las pérdidas de azúcar por el <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , mediante la realización de un análisis de dextranas en puntos estratégicos Pintar el almacén de azúcar con aluminio	Reducción de pérdidas en el rendimiento, baja recuperación, la viscosidad y aumento de la pureza de las melazas, reducción de dificultades en la filtración y distorsión de los cristales, entre otros. Con el fin de protección por la radiación
Agua	Reducir el uso de agua en el lavado de la caña, optar por la molienda en seco (Chen, sf). ⁸ Regar residuales azucareros	Reducción en el consumo de agua
Ambientales		Contribuye a la preservación del Medio Ambiente (menos consumo de agua) Incrementa el rendimiento de los campos.

⁸ La ganancia de azúcar mediante limpieza en seco es de 5.3% con respecto a la limpieza en húmedo convencional.

COMPAÑÍA AZUCARERA HONDUREÑA (CAHSA)

DATOS GENERALES

Contacto: www.compasahn.com; correo electrónico : epadilla@cahsa.hn

Ubicación: Búfalo municipio de Villanueva Cortes.

Gerente : Ing. Charles Heyer

Ejecutor: Inversionistas locales en sociedad anónima.

Producto: Azúcar blanca y morena.

Capacidad : 12,000 Ton Cubicas

Objetivo: Producción de azúcar a partir de caña en el departamento de Cortés

Descripción del proyecto: CAHSA cuenta con muchas empresas como ingenios azucareros, empresas de construcción y desarrollo urbano, empresas de transporte de materiales, fincas de productos agroindustriales, parques industriales de procesamiento y de entretenimiento acuático en San Pedro Sula y el resto del país.

Mercado: Interno y de Exportación.



ANTECEDENTES

1938 se funda Cía. Azucarera Hondureña, S.A. (CAHSA) en las cercanías de San Pedro Sula, su primer ingenio "El Juguete", tenía una capacidad diaria de molienda de 150 toneladas de las 250 manzanas sembradas, logrando producir 25,000 quintales en su primera Zafra. Luego en 1948 decidieron montar un nuevo ingenio llamado "San José", con una capacidad de molienda de 600 toneladas diarias, y ampliaron el área cultivada a 400 manzanas. En la década de los sesenta CAHSA decidió expandir sus operaciones y movió el viejo "San José" a Choluteca donde se funda la Azucarera Choluteca, S.A. (1968). En esa misma década se instaló el Ingenio San Ramón en Villanueva, Cortés.

AZUCARERA YOJOA AYSA

DATOS GENERALES

Contacto: www.compasahn.com; **Correo Electrónico :** aysa@netsys.hn , mario.hernandez@ca.sabmiller.com

Ubicación: Municipio de Río Lindo Cortes.

Gerente: Ing. Marcio Valenzuela.

Capacidad de molienda diaria : 4,500 Ton Cúbicas

Producto: Cultivo de Caña, Producción de Azúcar

Objetivo: Cultivo de caña y producción de azúcar como producto derivado del cultivo.

Descripción del proyecto: Azucarera Yojoa AYSA se funda en el año de 1974, con una membresía de cinco socios, en la actualidad tienen una membresía de ochenta y tres socios. Inician sus actividades en San Pedro Sula, departamento de Cortés, donde se dedican al cultivo y producción de azúcar para ello poseen una área de 4,900 hectáreas. Mantienen enlace con organizaciones como ser la Asociación de Productores de Azúcar de Honduras APAH, Asociación de Productores y Cañeros Independientes.

Mercado: Mercado Nacional.

AZUCARERA DEL NORTE AZUNOSA

DATOS GENERALES

Contacto: www.fao-sict.un.hn/directorio/azuca_cacao.pdf; correo electrónico: azunosa@yahoo.com, mario.hernandez@ca.sabmiller.com

Ubicación: Finca No 7, Guanchias carretera a Santa Rita, El Progreso, Yoro, Honduras, C.A.

Contacto Comercial: Mario Hernández y Roberto Priday.

Objetivo: Ofrecer una alternativa en productos derivados de la caña de Azúcar.

Producción Anual : 1,197,000 Quintales

Descripción del proyecto: Azucarera del Norte AZUNOSA, se funda el 12 de noviembre de 1974, con una membresía de cinco socios, dedicados al cultivo y procesamiento de caña de azúcar, su centro de operaciones está ubicado en el municipio de El Progreso, Departamento de Yoro, posee un área cultivada de 6,300 hectáreas. Empacan sus productos en sacos de polipropileno y Lainers de polietileno.

Tienen como proyecto la Refinación de Azúcar y Producción de alcohol, son miembros de otras organizaciones como ser Cámara de Comercio e Industrias de El Progreso, la Asociación de Productores de Azúcar APAH, Asociación de Azucareros del Istmo C.A AICA.

Mercado: Mercado nacional y Centro Americano.

COMPAÑÍA AZUCARERA CHUMBAGUA, S.A.

DATOS GENERALES

Contacto: www.chumbagua.net ; Correo electrónico: yan-ke@chumbagua.hn, normajr@continental.hn

Ubicación: El ingenio se encuentra ubicado a los 85 grados Latitud N. y 40 grados longitud E., a una altura de 200 - 250 msnm, en la zona conocida como "Los Valles", Jurisdicción del Municipio de San Marcos, Santa Bárbara.

Ejecutor: Grupo Continental

Inversionistas locales en sociedad anónima.

Objetivo: Dar iniciativas de desarrollo en la zona nor-occidental del país.

Producción: El ingenio Chumbagua posee una capacidad de molienda de caña en 3,500 t.c./día, durante los meses de Enero a Junio.

Descripción del Proyecto: Azucarera Chumbagua es una empresa Agroindustrial del sector privado fundada el año 1948, es una de las principales generadoras del desarrollo de la zona nor-occidental del país. Durante los últimos años ha tenido un crecimiento constante, lográndose destacar como uno de los ingenios donde se produce la mejor azúcar del país. Actualmente alrededor de 1,500 familias constituidas por empleados, obreros, productores independientes, cortadores de caña y transportistas, son beneficiadas ya sea directa o indirectamente con la generación de empleos o por la compra de sus cosechas.

Empleados : Alrededor de 2,500 personas laboran en esta empresa incluyendo funcionarios, empleados y obreros permanentes y temporales

Mercado: Interno y de Exportación.

Proyectos Futuros: Tienen proyectado instalar una planta de etanol con capacidad de 50,000 litros diarios, para producir; a capacidad completa en la zafra con jugo y en tiempo de íter zafra de miel final o melaza. Produciendo en el año 15/18 millones de litros.



AZUCARERA CHOLUTECA. S.A. DE C.V. “ACHSA”

DATOS GENERALES

Contacto: www.fao-sict.un.hn/directorio/azuca_cacao.pdf; correo electrónico achsa@hondudata.com, bacruz@achsa.hn

Ubicación: Ingenio los mangos Marcovia Choluteca.

Contacto Comercial: Ing. Braulio Cruz

Objetivo: Desarrollar el cultivo de azúcar en la región sur del país.

Producción Anual:

Caña: 513,000 toneladas durante el año.

Azúcar: 97, 470,000 Libras de Noviembre a Abril.

Descripción del proyecto: Azucarera Choluteca ACHSA, surge como Sociedad Anónima el 11 de junio de 1966, con una membresía de 1,200 socios, en la actualidad tienen una membresía de 1,650 socios, dedicándose exclusivamente al cultivo de caña de azúcar. Inician sus operaciones en el Municipio de Marcovia, departamento de Choluteca.

Poseen un área cultivada de 2,100 hectáreas propias y 2,800 hectáreas de productores independientes que son quienes les venden caña de azúcar. La empresa a través de su comercializadora Central de Ingenios, S.A. produce azúcar bajo la marca El Cañal. Su región de mayor influencia es la región sur de Honduras. La empresa mantiene enlace con la Cámara de Comercio, la Asociación Nacional de Industriales de Honduras ANDI, Consejo Hondureño de la Empresa Privada de Honduras COHEP, la Asociación de Productores de Azúcar de Honduras APAH.

Mercado: Mercado nacional.

COMPAÑÍA AZUCARERA LA GRECIA, S.A. DE C.V.

DATOS GENERALES

Contacto: www.fao-sict.un.hn/directorio/azuca_cacao.pdf; correo electrónico greciahn@gbm.hn , scasasol@lagrecia.hn

Ubicación: Marcovia, Choluteca, Honduras, C.A.

Contacto Comercial: Cesar Gadea

Objetivo: Incrementar la producción de azúcar en el país.

Producción Anual: 324,048 Toneladas de Noviembre a Abril

Descripción del proyecto:

Compañía Azucarera La Grecia, está constituida por cinco socios, los cuales inician sus operaciones en el municipio de Marcovia, departamento de Choluteca, en Junio de 1993. Actualmente se encuentran dedicados al cultivo y producción de azúcar, poseen una región de cultivo 13,502 manzanas siendo una de las más prosperas de la zona sur.

Mercado: Mercado Nacional y de Exportación.

OTROS PROYECTOS LATINOAMERICANOS DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR

INGENIO PANTALEÓN

DATOS GENERALES

Contacto: www.azucar.com.gt/; correo electrónico azucar@pantaleon.com

Ubicación: **Oficinas:** Diagonal 6, 10-65 Zona 10 Centro Gerencial Las Margaritas Guatemala, Guatemala

Ingenio : Km 86.5 Carretera al Pacífico, Siquinalá, Escuintla, Guatemala

Capacidad: 8,000 toneladas métricas diarias.

Descripción del Proyecto: A lo largo de sus 156 años de historia, quienes han estado al frente del ingenio Pantaleón han demostrado su capacidad para convertirse de una empresa familiar a uno de los quince grupos más grandes de Latinoamérica. Asimismo, han sabido cómo diversificar sus operaciones en un mundo globalizado que supone grandes retos para el presente y el futuro.

INGENIO MADRE TIERRA

DATOS GENERALES

Contacto: www.azucar.com.gt/; correo electrónico: dalvarez@madretierra.com.gt

Ubicación:

Oficinas Centrales : 7 Avenida 6-53 zona 4 Edificio El Triángulo, piso 4 Guatemala, Guatemala

Ingenio : Km. 94.5 Carretera a Mazatenango, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla

Capacidad: 10,000 toneladas métricas diarias.

Descripción del Proyecto: En la costa geográfica del departamento de Escuintla, al sur guatemalteco, se creó en 1963 el ingenio Madre Tierra; un ingenio a la vanguardia del desarrollo de la agroindustria azucarera de Guatemala. El ingenio fue traído de Jamaica, bajo la responsabilidad del Ingeniero puertorriqueño Jesús Hernández Vallejo quien tuvo a su cargo el montaje total del mismo. La primera zafra inició el 23 de noviembre de 1963 a las 8:15 de la mañana, la primera remesa de azúcar cayó a los 7 días de haber iniciado labores. Se logra el primer despacho de azúcar de exportación el 7 de diciembre y el 13 del mismo mes se exporta hacia El Salvador miel purga, ambos movimientos se realizan en 1964.

PROYECTO: INGENIO AARÓN SÁENZ GARZA

DATOS GENERALES

Contacto: Tel. (01-832) 23-50203, 23-50378, 23-50363, Fax. (01-832) 23-50025, 23-50363; www.sagarpa.gob.mx/forma/directorio/iasg.htm

Ubicación: Domicilio Conocido, Apartado Postal No. 122, C.P. 89750, Cd. Xicoténcatl, Tamps., México

Ejecutor : Grupo Sáenz

Objetivo del Proyecto: Fabricación de azúcar a partir de caña en la zona de Tamaulipas, con el fin de desarrollar la industria de la zona.

(Iniciativas de azúcar en México, 2008)

LA COOPERATIVA AGRÍCOLA INDUSTRIAL VICTORIA R.L.

DATOS GENERALES

Contacto: www.coopevictoria.com/victoria/central.htm

Ubicación: San Isidro, Grecia, Alajuela, Costa Rica Apartado Postal: 176-4100

Teléfono: (506)4941866

Producto: Azúcar blanca refinada y Morena.

Descripción del Proyecto: COOPEVICTORIA R.L instaló en 1966 la primera refinería de azúcar del país y la única a la fecha. Esta planta produce el azúcar Refinado Victoria, el cual es exclusivo para consumo nacional, principalmente para la industria alimentaria. Desde hace 22 años, Victoria ha tenido bajo su responsabilidad la producción de edulcorantes, utilizado para la confección de refrescos, galletas y otros, cumpliendo con las necesidades de esta industria. Además se cubre el consumo doméstico, atendiendo a las familias que se interesan por utilizar un producto puro, más limpio y empacado en la misma planta de producción bajo estrictas normas de higiene. El azúcar blanco de plantación es el que normalmente se consume a nivel nacional, éste se produce en mayor cantidad en el ingenio Victoria, el cual se distribuye junto con el de otros ingenios de la zona, a las diferentes bodegas que posee LAICA en el Valle Central para ser retirado de las mismas por los comerciantes detallistas y mayoristas. Cabe recalcar que en los últimos 2 años la cooperativa ha realizado un esfuerzo adicional produciendo pequeñas cantidades de azúcar moreno que han sido empacadas directamente en la empresa y exportadas a Europa bajo condiciones especiales.

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.cnplm-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.avsderrl.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, saecofyca@yahoo.es

Químicos:

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

Recicladores Orgánicos

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

Pet

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

Plásticos diversos rígidos y flexibles.

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

Metales ferrosos y no ferrosos

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

Lámparas fluorescentes

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

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

ANEXO 3. PROVEEDORES DE TECNOLOGÍAS PARA EL RUBRO DE AZÚCAR A PARTIR DE CAÑA

- Procesos de azúcar www.educar.org/azucar.
- Energías Alternativas, www.otrasenergias.com
- Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial, Brasil, www.senai.br
- Procesos de azúcar www.monografias.com/trabajos15/cana-azucar/cana-azucar
- Procesos de azúcar apuntes.rincondelvago.com/azucar_proceso-de-produccion.html
- Química y procesamiento del azúcar www.perafan.com/ea02bibl.html
- Central de Ingenios www.cisahn.com
- Azucareros del istmo centro americano : aica@azucar.com.gt
- Asociación de Técnicos Azucareros de Honduras (ATAHON). Oficinas en Compañía Azucarera Hondureña, S.A. (CAHSA) Tel. 574-8091/94 Fax. 574-8093
- Asociación de cañeros independientes. Asociación Hondureña de Cañeros Independientes (AHCI) Oficinas San Pedro Sula Cortés, Tel.552-6035

Algunos Proyectos

- Azucarera Tres Valles : myibrin@cadelga.hn
- Azucarera Yojoa : Aysa@netsys.com
- Azucarera Chumbagua: gerenciageneral@chumbagua.net
- Azunosa : mario.hernandez@ca.sabmiller.com

Equipo y materiales para la instalación de una planta Procesadora de Caña de Azúcar

Básicamente el equipo para una planta procesadora de azúcar se compone por tanques de almacenamiento y decantadores, bombas, motores, agitadores, filtros, calderas, 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:

- Manufacturera 3M, www.manufacturera3m.com.mx
- Soler y Palau, www.soler-palau.com.mx
- Fulton Industries, USA www.fultonindoh.com
- Sugar Industry Equipment, Inc. www.sugarandpower.com
- Diebert, Bancroft & Ross www.diebertbancroft.com
- 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. ejabufefe@grupocorona.com
- IMSA / ARGO, gegral@hn2.com
- Estructuras metálicas EMECO, www.emeco.hn.com
- Jericó S. de R.L., jerico@sulanet.net

Instrumentos de control

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, rydinsud-trial@sulanet.net
- Electro Controles S. de R.L., elco@sulanet.net
- Equipos Industriales S.A., ventas@equinsa.net
- Soluciones en Energía Saisa, www.saisaca.com
- Comercial Eléctrica S. de R.L., comercel@sulanet.net
- Suministros Eléctricos, Byron@selhn.com
- Elcosa, elcosa1@elcosa.com

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

Cuadro 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 _____					Nombre de la empresa _____				
Responsable de la verificación _____					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							

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						

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 23. Registro de materias primas

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

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 (Sí 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/hr	Operación Horas/día	Consumo diario de energía Kw/hr

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 m ³	°C		Tan- que Gls.	Kwh No.Panel	Kvarh No.Panel	Kw No.Panel	KwAcum 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 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 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		/ Deposition 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 ESPE- RADOS (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 rebases, 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 re-utilizarlos o reciclarlos?
- ¿Están disponiendo adecuadamente sus residuos en apego a las leyes ambientales?

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

Cuadro 35. Pérdidas de agua por fugas.

Situación	Pérdidas ⁹
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 lts/vaciado de tanque
Gasto por fugas en inodoro	250 l/d

Elaborado por: CNP+LH

Cuadro 36. Ahorro estimado de agua por uso de pistolas industriales.

Diámetro de tubería (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/lave/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:

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

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

⁹ 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)

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

Cuadro 37. Pérdidas por no recuperar condensados de vapor

Combustible Bunker C' Litros por día	T del líquido °F/°C	Temperatura Ambiente (°F/°C)	Ahorros Gal combustible/año
100	104/40	90/32	8.69
200	104/40	90/32	17.38
300	104/40	90/32	26.08
400	104/40	90/32	34.77
500	104/40	90/32	43.46
100	122/50	90/32	19.87
200	122/50	90/32	39.73
300	122/50	90/32	59.60
400	122/50	90/32	79.47
500	122/50	90/32	99.33
100	140/60	90/32	31.04
200	140/60	90/32	62.08
300	140/60	90/32	93.13
400	140/60	90/32	124.17
500	140/60	90/32	155.21
100	158/70	90/32	42.22
200	158/70	90/32	84.43
300	158/70	90/32	126.65
400	158/70	90/32	168.87
500	158/70	90/32	211.08
100	176/80	90/32	53.39
200	176/80	90/32	106.78
300	176/80	90/32	160.18
400	176/80	90/32	213.57
500	176/80	90/32	266.96
100	194/90	90/32	64.57

200	194/90	90/32	129.13
300	194/90	90/32	193.70
400	194/90	90/32	258.27
500	194/90	90/32	322.84

(Centro de Producción más Limpia de Nicaragua, sf)

AHORROS POR REUTILIZACIÓN DE CONDENSADOS DE LAS CALDERAS

Ahorro de Combustible:

$$R_c * (T_c - T_{ar}) * C_p * K \text{ [Lps. 1 año]}$$

Donde:

R_c = Cantidad de condensado retornado por año (Kg / año)

T_c = Temperatura del condensado (°C)

T_{ar} = Temperatura del agua de reposición (°C)

C_p = Calor específico del agua (4,183 KJ/KG (°C))

- K = Precio de la energía (basado en el combustible de la caldera) [Lps. / KJ]

ANEXO 8. PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS PARA OBTENER EFICIENCIA ENERGÉTICA

Cuadro 38. 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 39. Niveles de iluminación según la actividad

Área o tipo de Actividad	Iluminación (luxes ¹⁰)	Área o tipo de Actividad	Iluminación (luxes ¹¹)
Áreas públicas con alrededores oscuros	20 - 50	Deposito	50 - 100
		Entrada	100 - 200
Orientación simple para las visitas temporales cortas	50 - 100	Escaleras	100 - 200
Área de trabajo donde las tareas visuales se realizan ocasionalmente	100 - 200	Corredores o Pasillos	100 - 200
Áreas para tareas visuales de alto contraste o de tamaño grande	200 - 500	Archivo	200 - 500
Áreas para tareas visuales de mediano contraste o de tamaño pequeño	500 - 1000	Salas de Conferencia	200 - 700
Áreas para tareas visuales de bajo contraste con objetos de tamaño muy pequeño, por períodos Prolongados	2000 - 5000	Salas de Reunión	200 - 700
Áreas para tareas visuales que requieren exactitud por períodos prolongados	5000 - 10000	Salas de Recepción	200 - 700
Áreas para tareas visuales muy especiales con contraste extremadamente bajo y objetos muy pequeños	10000 - 20000	Salas de Lectura	300 - 500
Según actividad		Salas de Computadora	200 - 500
Exigencia visual muy baja	50 - 100	Salas de Control	200 - 500
Exigencia visual baja	100 - 200	Salas de Dibujo	1000 - 2000
Exigencia visual moderada	200 - 500	Salas de Contabilidad	1000 - 2000
Distinción clara de detalles	500 - 700	Oficina Abierta	500 - 1000
Distinción fina de detalles	700 - 1000	Oficina Privada	300 - 1500
Exigencia visual alta	500 - 1000	Comedores	200 - 500
Exigencia visual muy alta	1000 - 2000	Cafetería	200 - 500
Baños o Lavabos	100 - 200	Cocina	200 - 500

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

Cuadro 40. 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 41. 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)

¹⁰ Nota: 1 lux + 1 lumen / m²

¹¹ Nota: 1 lux + 1 lumen / m²

Cuadro 42. Cuadro de opciones de sustitución¹²

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 AHORRADORES¹³

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

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

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

$Aw = 30,240 \text{ Kw h al año}$

¹² 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.

¹³ Basado en las Experiencias del CNP+LH.

Cuadro 43. 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
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 44. Pérdidas en tuberías sin aislar

Diámetro de Tubería (in)	Presión (psi/Kg/cm²)	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 45. 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 PÉRDIDA 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

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

Ahorro de Energía

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

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

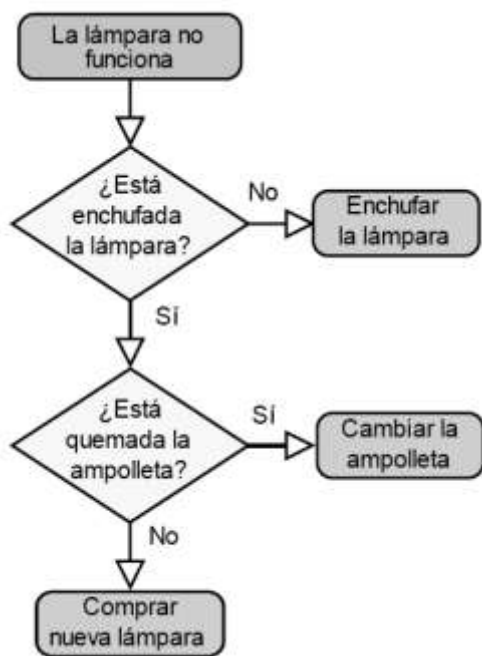
ANEXO 9. ALTERNATIVAS DE INSUMOS PARA EL PROCESAMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR

Cuadro 46. Sustitutos de químicos y auxiliares

Químico Actual	Sustituir por/ Añadir	Ventajas/Observaciones
Hipoclorito o clorito de Sodio	Peróxido de hidrógeno	Ventajas técnicas y ecológicas
Productos base solvente (limpieza de máquinas)	Productos base agua	Disminuye la carga de contaminantes en el agua residual y las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV).
Sulfato de sodio	Cloruro de sodio	Reducir la concentración de Sulfatos en las aguas residuales.

Fuente: FUNDES, 2001.

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

Al construir diagramas de flujo, es importante que 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 al presentarlo gráficamente. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto.

- Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Se identifican los pasos redundantes, los flujos de los re-procesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella, y los puntos de decisión.
- Muestran las interfaces cliente-proveedor y las transacciones que en ellas se realizan, facilitando a los empleados el análisis de las mismas.
- Son una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso.

TIPOS DE DIAGRAMAS DE FLUJO

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

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

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

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

ANEXO II. EJEMPLOS DE ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

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 contruidos 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 bioquímicas,

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 lodos¹⁴ 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 PEAD (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.

¹⁴ Estos patios de secado de lodos es preferible construirlos de concreto para obtener una mayor impermeabilidad y limpieza de los lodos

- Características constructivas:
 - Profundidad mínima de 2 m.
 - 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