



Guía de  
**BUENAS PRÁCTICAS  
AMBIENTALES**  
para el procesamiento de caña de azúcar



SBN: Pendiente número

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

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

REPÚBLICA DE HONDURAS, 2009

#### **Elaboración técnica**

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

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

#### **Supervisión técnica**

Enrique Alvarado, USAID/MIRA

Gracia Lanza, USAID/MIRA

Orlando Sierra, USAID/MIRA

Dirección de Evaluación y Control Ambiental (DECA/SERNA)

#### **Revisión legal**

Edwin N. Sánchez, USAID/MIRA

#### **Edición**

AGA & Asociados – Consultores en comunicación

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

*La elaboración de la presente “Guía de buenas prácticas ambientales para el 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

<b>SIGLAS Y ACRÓNIMOS</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>I</b>
<b>SECCIÓN I. GENERALIDADES</b>	<b>3</b>
A. ¿A quién va dirigida la guía?	3
B. ¿Por qué era necesaria esta guía?	4
C. Objetivos	4
1. Objetivo general	4
2. Objetivos específicos	4
D. Condiciones y orientación para usar esta guía	5
1. La voluntariedad y obligatoriedad de la guía	5
2. modificación de requerimientos y recomendaciones	5
<b>SECCIÓN II. CONTEXTO DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA</b>	<b>7</b>
A. Generalidades	7
B. Antecedentes de la industria azucarera	8
C. Proceso productivo	9
1. Área de molinos	11
2. Área de cogeneración de energía eléctrica	12
3. Área de fabricación	12
D. Descripción de subproductos	14
E. Materia prima e insumos	15
F. Principales impactos	16
1. Impactos negativos por etapa del proyecto	17
2. Impactos positivos por etapa del proyecto	19
<b>SECCIÓN III. BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES</b>	<b>21</b>
A. Etapa de factibilidad	21
1. Requerimientos	22
2. Buenas prácticas de prevención al diseñar el proyecto	28
B. Etapa de construcción	42
1. Buenas prácticas durante la construcción	44
2. Indicadores de gestión ambiental en la etapa de construcción	58
C. Etapa de operación	58

1. Buenas prácticas en la operación	60
2. Buenas prácticas ambientales para el sistema de tratamiento	75
3. Indicadores de desempeño ambiental	79
D. Etapa de cierre y posclausura	79
1. Buenas prácticas durante el cierre y posclausura	81
2. Indicadores de gestión ambiental en la etapa de cierre y posclausura	89
<b>SECCIÓN IV. MECANISMOS DE AUTOGESTIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL</b>	<b>91</b>
A. Monitoreo de las medidas de prevención, mitigación y corrección de los impactos ambientales	92
B. Monitoreo del consumo de agua, energía y materia prima	93
1. Agua	93
2. Energía	94
3. Materia prima	95
C. Monitoreo en la generación de residuos	96
1. Residuos sólidos	96
2. Residuos líquidos	97
D. Monitoreo del mantenimiento de equipo e instalaciones	98
E. Monitoreo de efectos acumulativos	99
<b>SECCIÓN V. MARCO LEGAL</b>	<b>101</b>
A. Marco legal por factor ambiental	102
B. Beneficios e incentivos para el procesamiento de la caña de azúcar	107
1. Beneficios e incentivos estipulados en la Ley General del Ambiente.	107
C. Delitos, infracciones y sanciones contenidas en la Ley General del Ambiente	108
1. Delitos infracciones y sanciones	108
2. Infracciones y sanciones administrativas	109
D. Delitos, infracciones y sanciones contenidas en la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre	110
1. Delitos y sanciones penales	111
2. Infracciones y sanciones administrativas	111
E. Delitos contra la salud pública según el código penal	112
F. Infracciones y sanciones estipuladas en otras leyes	113
G. Trámites administrativos ante las autoridades ambientales	113
<b>SECCION VI. REFERENCIAS</b>	<b>115</b>
A. Otros sitios de información	115
B. Glosario	117
C. Bibliografía	123

# ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Significado de los códigos de requerimientos y buenas prácticas para cada etapa	6
Cuadro 2.	Productos que se generan por cada 100 toneladas de caña de azúcar	15
Cuadro 3.	Insumos para producir una tonelada de azúcar	16
Cuadro 4.	Identificación de impactos ambientales y socioeconómicos	16
Cuadro 5.	Permisos requeridos de acuerdo a la etapa del proyecto	27
Cuadro 6.	Carga térmica por iluminación	31
Cuadro 7.	Identificación de impactos ambientales en la etapa de construcción	42
Cuadro 8.	Identificación de impactos por la falta de gestión de aspectos clave para un manejo ambiental en la etapa de construcción.	43
Cuadro 9.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de construcción	45
Cuadro 10.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de construcción	46
Cuadro 11.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de construcción	47
Cuadro 12.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de construcción	48
Cuadro 13.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos culturales en la etapa de construcción	49
Cuadro 14.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de construcción	50
Cuadro 15.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de construcción	51
Cuadro 16.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de construcción	52
Cuadro 17.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de construcción	54
Cuadro 18.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones en la etapa de construcción	54
Cuadro 19.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la reutilización y el reciclaje en la etapa de construcción	56
Cuadro 20.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las amenazas y riesgos en la etapa de construcción	56
Cuadro 21.	Indicadores de gestión ambiental en la etapa de construcción	58
Cuadro 22.	Identificación de impactos por factor ambiental en la etapa de operación del proyecto	59
Cuadro 23.	Identificación de impactos por la falta de gestión de aspectos clave para un manejo ambiental en la etapa de operación.	59
Cuadro 24.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de operación	61
Cuadro 25.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de operación	62
Cuadro 26.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de operación	63
Cuadro 27.	Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de operación	63

Cuadro 28. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de operación	64
Cuadro 29. Eficiencias típicas para calderas industriales nuevas	65
Cuadro 30. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de operación	66
Cuadro 31. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de operación	68
Cuadro 32. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de operación	69
Cuadro 33. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones en la etapa de operación	70
Cuadro 34. Medidas de mitigación y corrección para la reutilización y el reciclaje en la etapa de operación	71
Cuadro 35. Opciones de reutilización y reciclaje por tipo de residuo	72
Cuadro 36. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de riesgos y amenazas en la etapa de operación	73
Cuadro 37. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los efectos acumulativos en la etapa de operación	74
Cuadro 38. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los efectos acumulativos en la etapa de tratamiento	75
Cuadro 39. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de tratamiento	76
Cuadro 40. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de tratamiento	77
Cuadro 41. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de tratamiento	78
Cuadro 42. Medidas de mitigación y corrección para el mantenimiento de equipo e instalaciones en la etapa de tratamiento	78
Cuadro 43. Indicadores de gestión durante la etapa de operación	79
Cuadro 44. Identificación de impactos por factor ambiental en la etapa de cierre y posclausura	80
Cuadro 45. Identificación de impactos por gestión inadecuada de otros aspectos clave para un manejo ambiental en la etapa de cierre y posclausura.	80
Cuadro 46. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de cierre y posclausura	82
Cuadro 47. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de cierre y posclausura	83
Cuadro 48. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de cierre y posclausura	83
Cuadro 49. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de cierre y posclausura	84
Cuadro 50. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de cierre y posclausura	85
Cuadro 51. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de cierre y posclausura	86
Cuadro 52. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de cierre y posclausura	87
Cuadro 53. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de cierre y posclausura	88

Cuadro 54. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la reutilización y reciclaje en la etapa de cierre y posclausura	88
Cuadro 55. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de amenazas y riesgos en la etapa de cierre y posclausura	89
Cuadro 56. Indicadores de gestión ambiental en la etapa de cierre y posclausura	90
Cuadro 57. Monitoreo de la implementación de las medidas de mitigación	92
Cuadro 58. Ficha para monitorear el consumo de agua	94
Cuadro 59. Monitoreo de la eficiencia en el uso del agua en la producción	94
Cuadro 60. Ficha para monitorear el consumo de energía	95
Cuadro 61. Monitoreo de la eficiencia en el uso de energía en la producción	95
Cuadro 62. Control de materia prima	96
Cuadro 63. Generación de residuos sólidos por área dentro del proceso	96
Cuadro 64. Ficha para monitorear la descarga de agua residual	97
Cuadro 65. Comparativo de análisis de agua versus la norma técnica	97
Cuadro 66. Ficha para monitorear la implementación del plan de mantenimiento	98
Cuadro 67. Comparativo de análisis de agua a través del tiempo	99
Cuadro 68. Marco legal por factor ambiental	102
Cuadro 69. Marco legal por insumos ambientales, residuos de actividades generales y factores externos	103
Cuadro 70. Delitos forestales en los que podría incurrir un ingenio	111
Cuadro 71. Fuentes de información relacionada	116

# SIGLAS Y ACRÓNIMOS

SIGLAS Y ACRÓNIMOS	SIGNIFICADO
CAHSA	Compañía Azucarera Hondureña S.A.
DECA	Dirección de Evaluación y Control Ambiental
DEI	Dirección Ejecutiva de Ingresos
DGRH	Dirección General de Recursos Hídricos
DR-CAFTA	Siglas en inglés del Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos
OMC	Organización Mundial del Comercio
ICF	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre
SEFIN	Secretaría de Finanzas
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
SIC	Secretaría de Industria y Comercio
SOPTRAVI	Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UMA	Unidad Municipal Ambiental



# INTRODUCCIÓN



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

La presente *Guía de buenas prácticas ambientales para el procesamiento de caña de azúcar*, como las preparadas para otros rubros existentes a la fecha, está oficialmente autorizada por la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y se ha elaborado en concordancia con el nuevo proceso de licenciamiento ambiental en Honduras, el cual procura un trámite más simplificado y expedito. En este sentido, esta *Guía de buenas prácticas ambientales para el procesamiento de caña de azúcar* es un instrumento de adopción voluntaria que permite a los empresarios o proponentes de cualquier proyecto de esta industria adoptar, ante la SERNA, el compromiso de operar de una manera ambientalmente sostenible, sobre la base de las recomendaciones o buenas prácticas ambientales que ofrece esta guía y simplificar así trámites más complejos y costos. De esa manera, los empresarios podrán legalizar y agilizar el desarrollo de sus actividades productivas y contribuir al desarrollo sostenible del país.

En este sentido, para facilitar la comprensión del documento es necesario exponer las principales secciones que lo conforman. La guía está conformada por cinco secciones principales. Parte de las generalidades,

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

La sección dos ofrece antecedentes de la industria azucarera, el proceso productivo y los principales impactos ambientales y socioeconómicos que puede propiciar un proyecto productivo en este rubro.

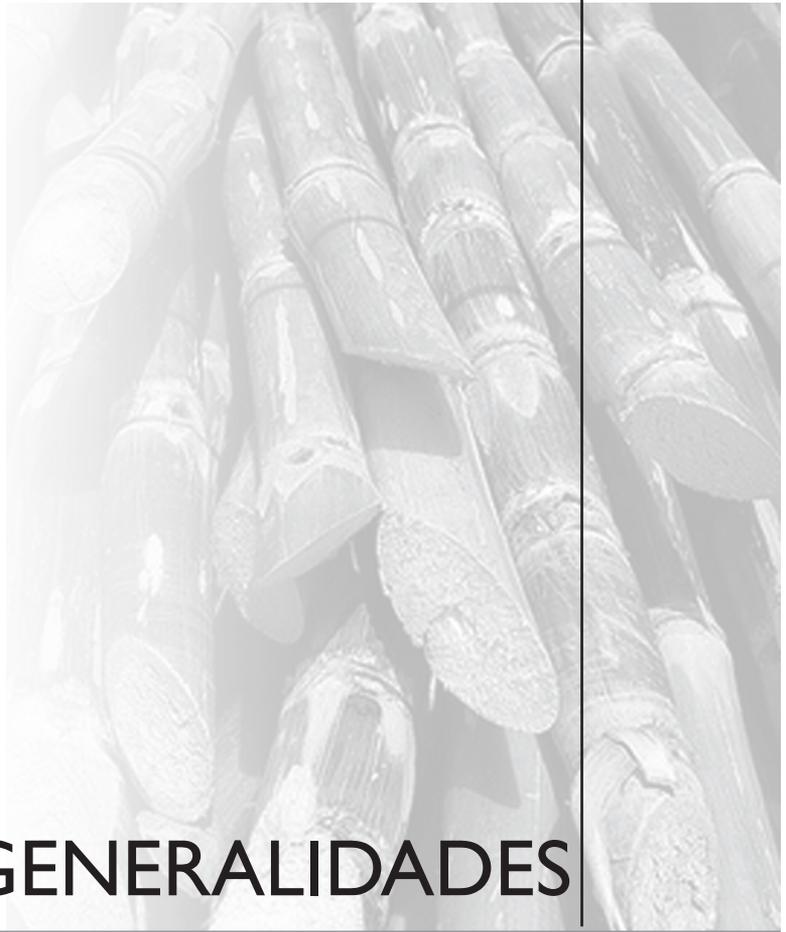
La sección tres es la parte medular de la guía y corresponde a las buenas prácticas ambientales, las cuales consisten en una serie de medidas o recomendaciones orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los principales impactos ambientales generados por la industria azucarera durante cada etapa del ciclo del proyecto; es decir, las etapas de factibilidad, construcción, operación, cierre y posclausura.

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

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

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

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



# SECCIÓN I. GENERALIDADES



## A. ¿A QUIÉN VA DIRIGIDA LA GUÍA?

La *Guía de buenas prácticas ambientales para el procesamiento de caña de azúcar* está dirigida a los siguientes involucrados:

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

## B. ¿POR QUÉ ERA NECESARIA ESTA GUÍA?

La producción de azúcar, como todas las actividades productivas, también ocasiona impactos al ambiente, los cuales deben ser prevenidos, mitigados, corregidos o compensados por el Estado y los inversionistas.

Hasta la elaboración de esta guía, en Honduras existía un vacío en cuanto a instrumentos de gestión ambiental para los empresarios de la industria azucarera que abordaran las medidas y acciones adecuadas para garantizar que sus actividades productivas se realicen generando los mínimos impactos posibles al entorno. De esta forma, la *Guía de buenas prácticas ambientales para el procesamiento de caña de azúcar* llena ese vacío y se pone a disposición de los diferentes involucrados.

La Guía permitirá desarrollar proyectos en el marco de una gestión ambiental integral, mediante la implementación de buenas prácticas para el uso y administración de los recursos que se demanden. El cumplimiento de la legislación ambiental y la implementación de buenas prácticas ambientales conlleva beneficios que mejoran la calidad de vida de la población hondureña y permite que los productores posean beneficios tangibles, como los siguientes:

- d). La oportunidad de acceder a mercados que exigen tecnologías limpias.
- e). Interactuar con consumidores dispuestos a pagar mejores precios por productos que fueron elaborados de forma amigable con el ambiente.
- f). Tener acceso a tratados de libre comercio como el DR-CAFTA.
- g). Por dichas razones, y debido a las múltiples ventajas que representa el apoyo a la producción sostenible en el país, el gobierno de Honduras incita a los productores a mejorar sus capacidades para cumplir de manera efectiva y eficiente con las normativas ambientales vigentes, siendo esto una oportunidad para ser competitivos ante el mundo globalizado al que estamos incursionando.

## C. OBJETIVOS

### I. OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la autogestión y regulación ambiental de los ingenios azucareros, a través de la promoción de buenas prácticas ambientales desde la etapa de factibilidad del proyecto, facilitando los trámites para permisos ambientales, hasta las etapas de construcción, operación, cierre y posclausura.

### 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- h). Constituirse en un instrumento técnico y de cumplimiento voluntario para facilitar los procesos de licenciamiento ambiental de los proyectos destinados al procesamiento de caña de azúcar.
- i). Ser un apoyo técnico y práctico para las empresas en su adecuación a la normativa ambiental y en la optimización de sus procesos, contribuyendo al desarrollo sostenible del país.

- j). Introducir el concepto de buenas prácticas ambientales en el sector productivo desde el diseño hasta la puesta en marcha de los proyectos.

## **D. CONDICIONES Y ORIENTACIÓN PARA USAR ESTA GUÍA**

### **I. LA VOLUNTARIEDAD Y OBLIGATORIEDAD DE LA GUÍA**

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

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

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

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

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

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

### **2. ODIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES**

En la Sección III de esta guía el lector encontrará los requerimientos y recomendaciones referentes a las buenas prácticas ambientales que se pueden o deben aplicar como mitigación o como corrección en cada una de las etapas

del proceso productivo. Cada requerimiento o recomendación está identificada por un código alfanumérico a fin de poder identificarlos separadamente, de tal modo que en el intercambio de correspondencia o documentación, un proponente o desarrollador de proyecto como un funcionario de la SERNA, puedan hacer referencia a los requerimientos o buenas prácticas recomendadas de manera fácil y específica, mediante la cita del código.

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

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

**Cuadro I. Significado de los códigos de requerimientos y buenas prácticas para cada etapa**

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

Fuente: Elaboración propia USAID/MIRA



## SECCIÓN II. CONTEXTO DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA



### A. GENERALIDADES

El azúcar es un endulzante de origen natural, sólido, cristalizado, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, obtenidos a partir de la caña de azúcar (*Saccharum* sp), mediante procedimientos industriales apropiados<sup>1</sup>. 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, el cual 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 o blanco sulfitado es disuelto y convertido en licor, luego es limpiado y cristalizado nuevamente para producir la azúcar refinada. Los azúcares blancos son alimentos 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 su grado de refinación. 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.

<sup>1</sup> SDPI (Sustainable Development Policy Institute). 2006. Study on effluents from selected sugar mills in Pakistan: potential environmental, health, and economic consequences of an excessive pollution load. Islamabad, PAK.

### DISTINTOS TIPOS DE AZÚCAR

1. 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.
2. Azúcar blanco. Contiene 99.5% de sacarosa y también es denominada azúcar sulfitada.
3. Azúcar refino. Es altamente pura, es decir, entre 99.8 y 99.9 % de sacarosa. Se le aplican reactivos como fosfatos, carbonatos y cal para extraer la mayor cantidad de impurezas, hasta lograr su máxima pureza.

## B. ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA AZUCARERA <sup>2</sup>

La industria azucarera en Honduras comienza a mediados de la década de 1920-1930, 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 quintales en su primera zafra. En 1948, CAHSA monta el nuevo Ingenio San José, con una capacidad de molienda de 600 toneladas diarias.

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.

Actualmente, la industria azucarera nacional está formada por siete ingenios. Cuenta aproximadamente con 65,000 manzanas de caña, las cuales producen más de ocho millones de quintales anualmente. Del total del área, el 49 % pertenece a la industria y el 51 % pertenece a los productores independientes.

<sup>2</sup> APAH (Asociación de Productores de Azúcar de Honduras). 2008. Historia (en línea). Consultado 10 Agosto 2008. Disponible en: [www.azucar.hn](http://www.azucar.hn)

Este importante rubro, genera alrededor de 25,000 empleos beneficiando directa e indirectamente a más de 100,000 personas. Por concepto de planilla, se paga arriba de los 300 millones de lempiras al año y, por compra de caña a los productores independientes, más de 570 millones de lempiras. La industria azucarera contribuye con más de 120 millones de lempiras anuales en impuestos. Además, realiza obras de infraestructura como ser: carreteras, pozos, proyectos de irrigación, terminales portuarias, tendidos eléctricos y otros.

## C. PROCESO PRODUCTIVO<sup>3</sup>

Desde el punto de vista técnico, el procesamiento de caña de azúcar se distribuye en tres áreas: molinos, generación y fabricación (figura 1). De esta forma, el proceso se considera secuencial hasta obtener el azúcar (morena, blanca o refino) y sus subproductos<sup>4</sup>.

---

3 Esta sección se construyó con información proporcionada por miembros de CAHSA, Tres Valles, Chumbagua, S.A. (2008) y visitas de campo a los ingenios.

4 Zaldivar, A. s.f. Proceso de producción del azúcar Honduras. Consultado 20 sept. 2008. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos34/produccion-azucar/produccion-azucar.shtml>

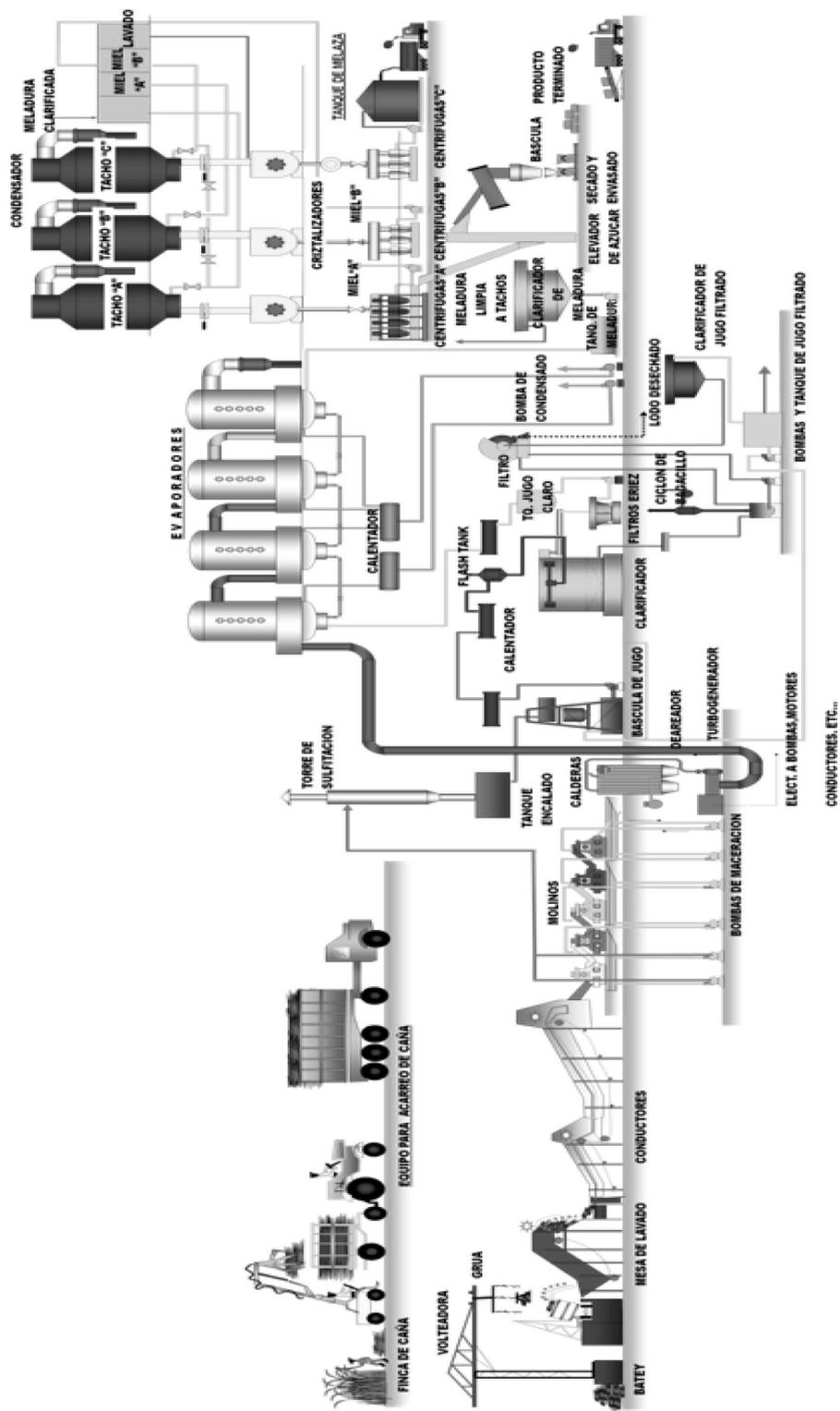


Figura 1. Diagrama de flujo típico de un ingenio azucarero

Fuente: Compañía Azucarera Hondureña (CAHSA)

## I. ÁREA DE MOLINOS

Este departamento incluye la recepción de caña de azúcar, extracción de jugo y obtención de bagazo. El 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 u 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 intermedio<sup>5</sup> 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 adopta, generalmente antes del último molino, la adición de agua caliente al bagazo para alcanzar 94 o 95% de la azúcar contenida en la caña. Esto favorece la capacidad de los molinos transformando 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 bagacillo<sup>6</sup>. El jugo al ser extraído debe escurrir rápidamente desde la zona donde el bagazo sufre la presión máxima.

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.

---

5 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.

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

## 2. ÁREA DE COGENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA<sup>7</sup>

La cogeneración de energía eléctrica está definida 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/cm<sup>2</sup>, 28.12 Kgf/cm<sup>2</sup>, 42.18 Kgf/cm<sup>2</sup>, 63.27 Kgf/cm<sup>2</sup>), 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 la 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 calentamiento a una presión de 1.4 Kgf/cm<sup>2</sup>.

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.

## 3. ÁREA DE FABRICACIÓN

### c. Purificación

El jugo extraído de los molinos es ácido, turbio y de color verde oscuro por lo que es necesaria su purificación, la cual inicia con el proceso de sulfitación. El proceso consiste en la adición de azufre como Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) 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 lo que 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 lo cual 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 pasa de 85 a 105 grados Celsius. Seguidamente, al jugo calentado se le agrega una solución de un polímero llamado floculante, para dar inicio a la fase de clarificación.

### d. 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 se extrae por la parte inferior o a través de bombas especiales.

---

<sup>7</sup> CISA (Central de Ingenios S.A. de R.L.). 2008. Cogeneración de energía eléctrica (en línea). Consultado 20 sept. 2008. Disponible en: [www.cisahn.com/cisa\\_website/html/php/Cisa\\_general\\_esp1.html](http://www.cisahn.com/cisa_website/html/php/Cisa_general_esp1.html)

El clarificador consiste en 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 barro 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.

### **e. 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, donde se evapora 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 permanece hasta los cristales de azúcar.

### **f. 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.

### **g. 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 le 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, producto de tres estaciones de centrífugas: 1) el azúcar de primera, que es la llamada azúcar comercial; 2) el azúcar de segunda, que es la utilizada para el cocimiento de primera; y 3) el azúcar de tercera, que se utiliza para la cristalización del segundo cocimiento. De esta última, se extrae una miel final denominada melaza. En la actualidad, las centrífugas son completamente automáticas y, dependiendo de la masa por purgar, se ajustan los tiempos de cada paso de la máquina.

#### **h. Azúcar refino**

El azúcar de primera es fundida o disuelta en agua y posteriormente es aireada 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 cristalizada, la cual de las centrífugas pasa 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.

#### **i. Secado y empaque**

Después que el azúcar sale de la centrífuga pasa a ser secada y enfriada. Esto es necesario ya que sirve para una buena conservación del azúcar en el almacén. Las secadoras y enfriadoras consisten en tambores rotativos a través de los cuales se circula aire caliente y frío, para deshumedecerla y enfriarla, respectivamente. 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.

### **D. DESCRIPCIÓN DE SUBPRODUCTOS**

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.<sup>8</sup>

Los principales subproductos del proceso de producción de azúcar son el bagazo, la cachaza, la melaza, entre otros (cuadro 2)<sup>9</sup>:

---

<sup>8</sup> Encarta. 2006. Azúcar (en línea). Consultado 20 oct. 2008. Microsoft. USA.

<sup>9</sup> SDPI (Sustainable Development Policy Institute). 2006. Study on effluents from selected sugar mills in Pakistan: potential environmental, health, and economic consequences of an excessive pollution load. Islamabad, PAK.

**Cuadro 2. 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.

**Bagazo.** Es el remanente de la fibra de la caña y constituye cerca del 30% del total de la caña de azúcar procesada. Además, 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. Del residuo fibroso pobre en sacarosa (bagazo) se origina una cantidad de 25 a 30 kg por cada 100 kg de caña.

**Cachaza.** Los precipitados sólidos se recolectan en filtros al vacío o 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. 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.

**Melaza.** Es el principal subproducto del procesamiento de azúcar, que constituye un 4.85% de la caña. Se puede utilizar como endulzante, alimento para ganado y para producir alcohol industrial.

## E. MATERIA PRIMA E INSUMOS

A pesar de que la sacarosa se encuentra completamente formada y presente en la caña de azúcar, el proceso de extraer la sacarosa más pura y refinada entre los otros compuestos que forman la materia prima, involucra la utilización de cierta cantidad de químicos los cuales eventualmente encuentran su camino hacia los efluentes del ingenio (cuadro 3)<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Ídem.

**Cuadro 3. Insumos para producir una tonelada de azúcar**

DESCRIPCIÓN	CONSUMO	DESCRIPCIÓN	CONSUMO
Caña de azúcar	9.09 T	Energía Eléctrica	240 kw – h
Agua de lavado de caña	50 m3	Cal	9.07 kg
Vapor	4300 kg		
Químicos			
Ácido clorhídrico	1.81 kg	Dep. oxígeno 1700	0.027 kg
Ácido fosfórico	0.27 kg	Amina 18200	0.05 kg
Amina cuaternaria	0.099 kg	Floculante	0.113 kg
Azufre	0.363 kg	Soda cáustica líquida	2.260 kg
Dietil-carbonato	0.136 kg	Floculante para meladura	0.006 kg
Polímero 22300	0.023 kg		

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

## F. PRINCIPALES IMPACTOS

Antes de establecer o expandir un ingenio azucarero (aplicable a otras materias primas) es necesario identificar los principales impactos, negativos y positivos, generados durante las diferentes etapas del proyecto.

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

Etapa	Impactos	
	Ambientales	Socioeconómicos
Factibilidad	<p><b>Negativos</b></p> <p>Debido a que esta es la etapa de planificación, no ocurren impactos directos. Pero dependiendo de la planificación que se realice, ocurrirán los impactos y su intensidad en las etapas siguientes.</p> <p><b>Positivos:</b></p> <p>Cumplimiento de los planes de ordenamiento territorial.</p>	<p><b>Positivos:</b></p> <p>Generación de empleos por la elaboración de estudios</p>
Construcción	<p><b>Negativos:</b></p> <p>Contaminación del agua, aire y suelo.</p> <p>Deterioro del hábitat para algunas especies.</p> <p>Cambio de la estructura paisajística.</p> <p><b>Positivos:</b></p> <p>Uso racional de los recursos cumpliendo las leyes y normas técnicas ambientales.</p>	<p>Negativos:</p> <p>Disminución en la disponibilidad del recurso agua para uso comunitario.</p> <p>Deterioro de los suelos.</p> <p><b>Positivos:</b></p> <p>Generación de empleos</p> <p>Incremento en los ingresos</p> <p>Desarrollo económico local</p>

Etapa	Impactos	
	Ambientales	Socioeconómicos
Operación	<p><b>Negativos:</b> Contaminación del agua, aire y suelo.</p> <p><b>Positivos:</b> Uso racional de los recursos cumpliendo las leyes y normas técnicas ambientales.</p>	<p><b>Negativos:</b> Disminución en la disponibilidad del recurso agua y suelos para uso comunitario.</p> <p><b>Positivos:</b> Generación de empleos Incremento en los ingresos Desarrollo económico local</p>
Cierre y pos-clausura	<p><b>Negativos:</b> Contaminación del agua, aire y suelo. Cambios en el ecosistema.</p> <p><b>Positivos:</b> Reducción en la presión de recursos naturales de la zona.</p>	<p><b>Negativos:</b> Pérdida de empleos Reducción en los ingresos municipales Disminución en el desarrollo local</p> <p><b>Positivos:</b> Incremento en la disponibilidad de los recursos para uso comunitario.</p>

Elaboración: CNP+LH

## I. IMPACTOS NEGATIVOS POR ETAPA DEL PROYECTO

En un ingenio azucarero, el tipo y grado de intensidad de un impacto ambiental negativo puede ser ocasionado por la inadecuada planificación de las actividades. Por lo tanto, la etapa de factibilidad de un proyecto es clave para evitar efectos adversos en el medio ambiente. En relación a esto, los planificadores de proyectos deberán concebir la construcción de las obras físicas, operación y cierre de un ingenio azucarero con los mínimos impactos en el entorno, y bajo la premisa de usar racionalmente los recursos y servicios. En definitiva, en esta etapa no existen impactos, pero representa el punto clave para prevenirlos.

Por otra parte, en la etapa de construcción sí existen impactos negativos sobre el medioambiente. El recurso perturbado con mayor intensidad específicamente es el suelo, debido a las actividades puntuales de las subetapas de acondicionamiento del terreno, cimentación y levantamiento de la infraestructura en general. Igualmente, las emisiones de la maquinaria y partículas en el ambiente tienen impactos negativos en la calidad del aire.

Sin embargo, la etapa de operación es la más crítica en cuanto a perturbación del entorno se refiere, ya que las actividades del proceso productivo son continuas en la zona. Además, se generan impactos en el recurso suelo por el manejo inadecuado de los residuos sólidos que provienen del procesamiento de la caña de azúcar y se generan emisiones atmosféricas producto de los gases emitidos por los vehículos de transportes. De igual forma, se pueden producir impactos ambientales en la etapa de cierre y posclausura, pero estos también dependerán de la planificación de las actividades del desarrollador del proyecto. Partiendo de esto, es clave poder analizar los principales residuos y emisiones de un ingenio azucarero.

### **a. Generación de residuos sólidos**

Los residuos sólidos generados durante el procesamiento de la 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 re-usando 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.). Por otro lado, se generan residuos sólidos peligrosos incluyendo todos aquellos provenientes de productos químicos y que son resultado de su mal manejo (productos vencidos, dañados, etc.).

### **b. Generación de residuos líquidos**

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

- k). El lavado de la caña de azúcar, con excepción de los ingenios que no realizan lavado.
- l). De la central de caldera (agua para la limpieza de los sólidos producto de la combustión de las calderas).
- m). De las estaciones de evaporación y cocción (condensado sobrante y agua de limpieza).
- n). De la refinación (agua de regeneración de los intercambiadores iónicos).
- o). De la limpieza de los patios y pisos.

En caso de diversificación en la elaboración de otros productos tales como alcohol, levadura, papel o tablero aglomerado provocaría otro tipo de residuos.

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 re-usar 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. Después de cerrar los circuitos, la gestión del agua debe disponerse de modo que las aguas, con mínima contaminación y que no necesiten mayores tratamientos, puedan verterse a los canales de desagüe.

El sector azucarero en Honduras utiliza las aguas residuales en sus campos o fincas para el riego de la caña de azúcar. Otros hacen la descarga directamente a los cuerpos receptores, pero bajo la Norma Técnica de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario de Honduras.

### c. Generación de emisiones atmosféricas

Las emisiones atmosféricas provenientes de las calderas son vapores, humo en 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 ( $\text{NH}_3$ ). En las reacciones bioquímicas de los componentes orgánicos de las aguas residuales en los estanques estratificados se emite amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

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

## 2. IMPACTOS POSITIVOS POR ETAPA DEL PROYECTO

Las etapas de factibilidad, construcción, operación y cierre y posclausura de un ingenio azucarero también generan impactos positivos sobre los factores ambientales y sociales de su entorno. Para tal caso, entre los impactos positivos que se generan en la etapa de factibilidad se puede mencionar el cumplimiento de los planes de ordenamiento territorial (beneficio ambiental) y la generación de empleos (beneficio socioeconómico).

En la etapa de construcción, el beneficio ambiental es el uso racional de los recursos por el cumplimiento de las leyes y normas técnicas ambientales; mientras que el beneficio socioeconómico se debe al incremento de los ingresos y el aporte al desarrollo económico local.

En la etapa de operación, los impactos positivos más evidentes son, al igual que en la etapa de construcción, el uso racional de los recursos ante el cumplimiento de las leyes y normas técnicas ambientales, además del incremento en los ingresos, desarrollo económico local y la disponibilidad de azúcar en el mercado nacional.

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





## SECCIÓN III. BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES



El objetivo de las Buenas Prácticas Ambientales es exponer y promover la implementación de medidas, pautas y acciones concretas orientadas a mejorar el rendimiento ambiental de la empresa y, por lo tanto, reducir los posibles impactos ambientales generados por el procesamiento de la caña de azúcar. Igualmente, contribuir a mejorar la calidad del producto, la competitividad y repercutir en ahorros dentro de la empresa.

De esta forma, la implementación de las buenas prácticas proporcionadas en esta guía, permite que el desarrollador del proyecto cumpla con las disposiciones establecidas por la autoridad ambiental en las diferentes etapas del proyecto, a nivel técnico y legal.

### **A. ETAPA DE FACTIBILIDAD**

Durante esta etapa, se detallan las consideraciones que se deben tomar en cuenta para la instalación del ingenio azucarero, contemplando los requerimientos de ubicación, servicios requeridos y disposiciones legales que deben cumplirse previo al inicio de la construcción y operación del ingenio.

## I. REQUERIMIENTOS

### a. Requerimientos de ubicación

El presente apartado debe ser considerado por los responsables de la selección del sitio para ubicar el ingenio azucarero de mejor forma. En este sentido, los requerimientos o recomendaciones que se exponen en esta sección tienen el objetivo de orientar el análisis de la disponibilidad y capacidad de carga de la zona, para proveer las condiciones óptimas para la operación del ingenio azucarero:

**FR-1.** Se recomienda solicitar una constancia al Instituto Nacional de Conservación Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) estableciendo que no existen restricciones de índole forestal o intervención de áreas protegidas en la zona propuesta para el desarrollo del proyecto. Por lo tanto, el proyecto no debe encontrarse dentro de un área protegida, a menos que la actividad esté de acuerdo con el plan de manejo aprobado por la autoridad competente.

**FR-2.** Aquellos proyectos que pretendan ubicarse en zonas de importancia arqueológica debidamente declaradas deberán regirse por las disposiciones del Instituto de Antropología e Historia.

**FR-3.** Seleccionar el sistema de producción a emplear. Planificar costos, capital, equipos, insumos, mano de obra y labores.

**FR-4.** Conocer la política agraria, posibles mercados para la venta del producto, su distancia, medios de transporte, demanda en volumen, calidad y precios.

**FR-5.** Analizar las vías de acceso al ingenio azucarero y dentro del mismo con el fin de mejorar o construir vías para facilitar las labores del ingenio.

**FR-6.** El sitio debe tener terreno suficiente para las obras colaterales (sistema de tratamiento de agua, oficinas, bodegas de insumos, etc.) y para la planificación de ampliaciones futuras.

**FR-7.** Se recomienda utilizar terrenos que no interfieran con otros sistemas de producción (cultivos, etc.) o zonas de bosque bajo aprovechamiento por pobladores o trabajadores de la zona.

**FR-8.** Considerar las amenazas y vulnerabilidad en la zona (inundaciones, deslizamientos, incendios, entre otros).

**FR-9.** La zona debe contar con la cantidad de agua requerida para el óptimo funcionamiento del ingenio, sin entrar en conflicto con el agua de consumo humano (remitirse a la Sección V. Marco legal de esta Guía). Prever la negociación de un acuerdo con la aldea, municipio, junta de agua o patronato en el caso que use la misma fuente de agua. Además, de la autorización auténtica del propietario del lugar donde se tomará el agua y por donde pasara la tubería o canales abiertos, en caso de ser propiedad privada. Establecer si la zona cuenta con estudio hidrológico o hidrogeológico según el caso de aprovechamiento.

**FR-10.** Al planificar las actividades, se recomienda considerar fuentes de mano de obra en la zona.

**FR-11.** Acorde a la Ley Forestal, las áreas adyacentes a los cursos de agua deberán ser sometidas a un Régimen Especial de Protección. No obstante, y en cualquier circunstancia, deberán tenerse en cuenta las regulaciones siguientes:

- a). Las de recarga hídrica o cuenca alta son zonas de protección exclusiva. Se prohíbe todo tipo de actividad en estas zonas cuando estas cuencas están declaradas legalmente como zonas abastecedoras de agua. Estas áreas estarán determinadas por el espacio de la cuenca comprendido desde cincuenta metros (50 metros) abajo del nacimiento hasta el parte aguas comprendido en la parte alta de la cuenca. Cuando exista un nacimiento en las zonas de recarga hídrica o cuenca alta dentro de un área que no tenga declaratoria legal de zona abastecedora de agua, se protegerá un área en un radio de doscientos cincuenta metros (250 metros) partiendo del centro del nacimiento o vertiente. En los ríos y quebradas permanentes se establecerán fajas de protección de ciento cincuenta metros (150 metros), medidos en proyección horizontal a partir de la línea de ribera, si la pendiente de la cuenca es igual o superior a treinta por ciento (30%) y de cincuenta metros (50 metros) si la pendiente es inferior de treinta por ciento (30%). Dentro de las áreas forestales de los perímetros urbanos se aplicarán las regulaciones de la Ley de Municipalidades. Las Zonas Forestales costeras, marítimas y lacustres estarán protegidas por una franja no menor de cien metros (100 metros) de ancho a partir de la línea de marea más alta o el nivel más alto que alcance el Lago o Laguna.
- b). En estas zonas de protección se prohíbe cortar, dañar, quemar o destruir árboles, arbustos y los bosques en general. Igualmente, se prohíbe la construcción de cualquier tipo de infraestructura, la ejecución de actividades agrícolas o pecuarias y todas aquellas otras que pongan en riesgo los fines perseguidos.
- c). Se exceptúa aquella infraestructura hídrica de manejo y gestión del agua e infraestructura vial, sin perjuicio del estudio del impacto ambiental.
- d). Las actividades agrícolas existentes a la entrada en vigencia de la presente Ley se respetarán, pero simultáneamente se fomentarán y apoyarán proyectos agroforestales orientados a la protección y el manejo apropiado de los recursos naturales y del ambiente<sup>11</sup>.

**FR-12.** Antes de seleccionar el sitio, se deberán consultar los planes de ordenamiento territorial municipal para verificar la compatibilidad de la actividad con el área del proyecto.

**FR-13.** Abocarse a la alcaldía municipal que corresponda para determinar si la zona tiene alguna restricción ambiental como ser zona de acuífero u otra regulación ambiental municipal.

## **b. Requerimientos de servicios**

Para evitar problemas con los servicios básicos y el manejo de los recursos en general, aquí se proponen acciones que permiten garantizar la disponibilidad de recursos en cantidad y calidad para la operación del ingenio. A continuación, las recomendaciones:

---

<sup>11</sup> Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. Artículo 123. Decreto No. 98-2007

**FR-14.** Se recomienda realizar un cálculo estimado de la cantidad de agua necesaria para el funcionamiento del ingenio (demanda), para compararlo con los datos de la oferta del recurso hídrico. En este sentido, se debe tomar en consideración la disponibilidad, caudal, calidad, costos y permisos, entre otros. Además, se debe analizar qué equipo es necesario para el manejo del recurso.

**FR-15.** Se deben analizar los posibles impactos ambientales por el uso del recurso agua en la zona. Igualmente, deben revisarse las leyes o regulaciones sobre el uso de este recurso. Estas medidas se deberán hacer todavía más extremas si existen estudios técnicos que indiquen la existencia de un acuífero freático (somero y abierto) bajo el área del proyecto.

**FR-16.** De acuerdo al tamaño del ingenio se deberá tomar en consideración si es necesario estar cerca de una fuente de energía eléctrica o la instalación de un sistema auxiliar de generación (planta de energía eléctrica o utilización de fuentes alternas de energía, biomasa, eólica, solar, etc.)

**FR-17.** Se recomienda que los caminos de acceso al sitio se encuentren en condiciones adecuadas para el transporte de las materias primas y envío de la producción.

**FR-18.** Como parte de la planificación, se recomienda considerar los insumos (ácido clorhídrico, ácido fosfórico, azufre, floculante etc..) que se requieren y en qué cantidades, con el fin de contar con un sitio particular dentro del área de la bodega o almacén que cumpla con las medidas básicas de seguridad respecto a derrames o manipulación indebida de las mismas.

**FR-19.** Analizar qué otros servicios públicos o privados son requeridos y cuál es su disponibilidad.

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

El diseño de las instalaciones y la selección de los equipos ofrecen oportunidades para ahorrar energía y hacer un uso óptimo de los recursos que el ingenio requiere para un buen funcionamiento. A continuación, algunos aspectos que deben ser considerados al momento del diseño del plantel:

**FR-20.** Realizar el diseño de las instalaciones eléctricas que cumpla con las disposiciones de la empresa reguladora del servicio.

**FR-21.** Diseñar el sistema de iluminación de forma sectorizada, a fin de poder encender o apagar sólo aquellas lámparas cercanas al pulsador de la luz.

**FR-22.** En la medida de lo posible, se recomienda planificar el uso de energías alternativas poco contaminantes (eólica, solar, etc.)

**FR-23.** Se recomienda seleccionar tecnología con baja demanda de energía para producir el mismo nivel de iluminación requerido para las operaciones del ingenio. Para asegurarse de ello, se debe consultar a los proveedores sobre las ventajas del producto y los consumos que demandan.

**FR-24.** Realizar el diseño del sistema de captación y distribución de agua, dependiendo de los requerimientos del ingenio.

**FR-25.** El diseño del sistema sanitario será de acuerdo a la operación máxima del ingenio azucarero.

**FR-26.** El ingenio azucarero deberá contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales y las descargas deberán cumplir con la norma técnica nacional y el reglamento.

**FR-27.** Diseñar y prever las conexiones telefónicas o cobertura de telefonía móvil.

**FR-28.** Crear cortinas vegetales en los puntos de impacto de los vientos dominantes hacia sectores poblados o viviendas aisladas, mediante la utilización de árboles y arbustos aromáticos. Las cortinas vegetales deben ser diseñadas con criterio técnico considerando, al menos, la dirección e intensidad del viento, las características del sitio y especies vegetales.

**FR-29.** Se debe diseñar un sistema de drenaje fuerte y sólido desde el cual no puedan filtrarse las aguas residuales al medio ambiente. Además, se recomienda establecer un sistema de recolección de aguas lluvias de techos y patios para impedir su incorporación al flujo de aguas residuales y disminuir su volumen.

#### **d. Requerimientos para el almacenamiento de productos**

El almacenamiento deberá ser diseñado o programado de acuerdo al volumen procesado, ciclos de entrega, comercialización del producto y cumplir los requisitos de construcción para conservar adecuadamente la materia prima e insumos como productos químicos, alimentos, agua, etc. Igualmente, se debe separar el equipo de trabajo. Los insumos que requieren de almacenamiento en un ingenio azucarero son los productos químicos, repuestos industriales y el producto final.

##### **i. Almacenamiento de productos químicos<sup>12</sup>**

**FR-30.** En las bodegas de productos químicos debe realizarse la separación de acuerdo a las características en la etiqueta de los productos. Debe prohibirse estrictamente fumar en las bodegas. No usar, por ningún motivo, velas, lámparas de petróleo o similares o cualquier otra fuente de ignición, dentro de las bodegas.

**FR-31.** No almacenar combustibles dentro de las bodegas o junto a ellas. Además de las medidas preventivas, debe disponerse de los elementos necesarios para extinguir el fuego. Debe disponer extintores de polvo químico seco o espuma multipropósito. Los extintores deben ser recargados anualmente y los que se hayan usado parcialmente deben ser recargados inmediatamente.

**FR-32.** Utilizar equipo para limpieza como ser: pala plana de plástico, escoba, estopa de algodón, detergente y soda cáustica.

**FR-33.** Los recipientes para residuos deben ser con tapa y, si se utilizan bolsas plásticas, éstas deben ser resistentes.

**FR-34.** Es importante contar con botiquín y equipo lava ojos.

12 Dittel, N. 2008. Guía ambiental centroamericana para el sector porcícola. San José, CR. UICN.

**FR-35.** Las bodegas de productos químicos debe ser de dedicación exclusiva, es decir, no deben almacenarse alimentos para el hombre o los animales, ropa, calzado, elementos de protección, artículos de uso doméstico, en general, ningún elemento cuya contaminación pueda representar un riesgo para las personas.

**FR-36.** Toda bodega de este tipo debe estar protegida contra factores de deterioro, pues los productos químicos deben protegerse de la humedad, el sol directo y el calor excesivo. Los productos químicos deben separarse de acuerdo con sus riesgos y debe establecerse una rotación de manera que salgan primero aquellos productos que presentan fecha de vencimiento más próxima.

**FR-37.** Cuando se almacenen productos parcialmente usados, los envases deben guardarse con las tapas bien apretadas. Las bolsas deben enrollarse con cuidado, de abajo hacia arriba, para sacarles la mayor cantidad posible de aire y asegurarlas con una cinta adhesiva, una banda de caucho o colocarlas dentro de una bolsa plástica. Cuando se requiera una nueva aplicación, deben utilizarse primero los envases parcialmente usados.

**FR-38.** La bodega debe permanecer ordenada y limpia. Para barrer el piso se deben usar materiales absorbentes húmedos, como arena.

**FR-39.** El volumen de almacenamiento en la bodega no debe llegar al 100% de su capacidad. Las hojas de seguridad de todos los productos químicos deben estar visibles en la bodega y ser del conocimiento de todo el personal.

### Detalles sobre el manejo de algunos productos químicos utilizados durante la producción de azúcar

**Ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).** Puede ser almacenado en tanques de acero inoxidable o barriles plásticos, diseñados y fabricados para este uso. Almacenar en lugares secos y bien ventilados lejos de cualquier material no compatible y los recipientes deberán estar bien identificados.

**Antiespumante.** Debe almacenarse en un lugar seco, aireado y a la sombra, lejos de fuentes de calor y llama viva. Es importante mantener los envases cerrados (Newbury, 2008).

**Floculante.** Este producto debe almacenarse en un lugar seco y ventilado.

**Azufre.** Es importante mantener el azufre aislado de materiales orgánicos, nitratos, carburos, cloratos y polvos metálicos. El azufre por sí mismo no es inflamable.

**Soda cáustica (NaOH), carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) y ácido clorhídrico (HCl).** Mantener el ácido clorhídrico y la soda cáustica, utilizados en la limpieza de las incrustaciones, aislados de materiales orgánicos, nitratos, carburos, cloratos y polvos metálicos. El ácido por sí mismo no es inflamable.

Para otros productos químicos utilizados en la producción de azúcar, se deberán elaborar las hojas de seguridad correspondientes.

**ii. Almacenamiento de productos finales**

**FR-40.** El área de almacenamiento para el azúcar debe ser una bodega techada, con paredes y piso de concreto, que no permita el deterioro del producto por humedad o roedores.

**FR-41.** La melaza deberá almacenarse en tanques metálicos adecuados para tal fin.

**e. Requerimientos legales- ambientales**

A fin de evitar costos innecesarios producto de multas y penalizaciones por incumplimientos legales, así como la optimización de tiempos en los procesos de licenciamiento ambiental, a continuación se ofrecen lineamientos sobre los requerimientos legales-ambientales en las diferentes etapas del ciclo de proyecto (Cuadro 5).

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

Tipo de permiso	Etapas	Legislación aplicable	Institución	Observación
<b>Permisos obligatorios</b>				
<b>Ambiental:</b> Licencia Ambiental	Factibilidad, construcción y operación	Artículo 5: Ley General del Ambiente	SERNA	Renovable cada dos años
<b>Ambiental:</b> Contrata de aprovechamiento de aguas nacionales	Construcción y operación	Artículo 17: Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales	SERNA	Aplica para pozo o cursos de agua superficial no conectados al sistema de agua potable
<b>Construcción:</b> Permiso de Construcción	Construcción	Artículo 139: Ley de Municipalidades	Alcaldía Municipal	Requerido para construcciones nuevas o ampliaciones
<b>Ambiental:</b> Auditoría de cierre etapa de construcción	Construcción	Artículo 140: Reglamento de la Ley General del Ambiente	SERNA	En cumplimiento a las obligaciones contraídas con la suscripción del contrato de medidas de mitigación.
<b>Comercial:</b> Permiso de operación	Operación	Artículo 78: Ley de Municipalidades	Alcaldía Municipal	Renovable cada año
<b>Comercial:</b> Constancia de estar inscrito en la APAH	Operación	Resolución 59-79 de la Secretaría de Gobernación y Justicia	APAH	Miembro de la Asociación de Productores de Azúcar de Honduras (APAH)
<b>Comercial:</b> Certificado de registro de uso de fertilizantes	Operación	Artículo 1: Reglamento sobre el Registro, Uso y Control de Fertilizantes y Materias Primas	SAG	El trámite se realiza ante la Subdirección Técnica de Sanidad Vegetal.
<b>Tributario:</b> Notificación de cierre, finalización de operaciones	Cierre	Artículo 120: del reglamento de la Ley de Municipalidades	Alcaldía municipal	Para efectos tributarios y ambientales
<b>Ambiental:</b> Auditoría de cierre, finalización de operaciones	Cierre	Artículo 140: Ley General del Ambiente	SERNA	En cumplimiento a las obligaciones contraídas con la suscripción del contrato de medidas de mitigación.
<b>Tributario:</b> Notificación de cierre	Cierre	Artículo 50: Código Tributario	DEI	Liquidación de deudas pendientes con el estado

Tipo de permiso	Etapa	Legislación aplicable	Institución	Observación
<b>Permisos voluntarios e incentivos</b>				
<b>Tributario:</b> Beneficios de exoneración de impuestos fiscales	Construcción, operación y cierre	Artículo 81: Ley General del Ambiente	DEI	Importación de maquinaria, equipo, materiales y demás insumos, requeridos para la protección al ambiente.
<b>Tributario:</b> Autorización para acceder a beneficios del Régimen de Importación Temporal	Operación	Artículo 7: Ley de Régimen de Importación Temporal	SIC	Para producir bienes o servicios destinados a la exportación a países no centroamericanos.
<b>Comercial:</b> Certificado de inversión	Operación	Artículo 11: Ley de Inversiones	SIC	Necesario para acceder a los beneficios establecidos en la Ley de Inversiones

## 2. BUENAS PRÁCTICAS DE PREVENCIÓN AL DISEÑAR EL PROYECTO

Para cada tamaño de ingenio<sup>13</sup> se deben satisfacer precondiciones específicas de infraestructura, dependiendo de la localización real. Adicionalmente al esquema de producción, se deben tomar en cuenta las medidas de prevención al momento de planificar las etapas de construcción, de operación y de cierre y posclausura de los ingenios azucareros.

Lo ideal es que durante la planificación o etapa de factibilidad se considere la implementación del mayor número posible de medidas de prevención de parte de los responsables del diseño y desarrollo del ingenio azucarero, a fin de evitar impactos ambientales durante el ciclo del proyecto y obtener el mayor ahorro posible de recursos.

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

Las medidas de prevención que se exponen en este apartado corresponden al diseño y ejecución de obras o actividades orientadas a anticipar y evitar los posibles impactos ambientales negativos de un ingenio azucarero en la etapa de construcción.

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

<sup>13</sup> El tamaño de la planta está determinado por la capacidad de producción estimada por el desarrollador del proyecto.

### i. Gestión del aire

**FR-42.** Se deberá planificar la provisión del equipo requerido para cubrir los camiones (lona, toldo, etc.) que transporten tierra o cualquier material particulado que pueda emitirse a la atmósfera durante su transporte.

**FR-43.** Si se prevé necesario, para evitar el exceso de polvo, se deberá programar el riego continuo en los lugares específicos que lo ameriten, pero evitando el derroche de agua. Si la fuente de agua abastece a la comunidad, el proyecto no deberá entrar en conflicto con esta.

**FR-44.** Se deberá planificar la provisión de material (plásticos, etc.) para cubrir los apilamientos temporales de tierra, previa su disposición final en los sitios acordados con la municipalidad.

**FR-45.** Se recomienda preparar un reporte inicial sobre el estado de la maquinaria y equipo (historial, sistema de combustión, etc.) y un plan de mantenimiento preventivo de los mismos (frecuencia, materiales o sustancias a utilizar, sitio del mantenimiento, etc.) que permita disminuir las emisiones y el ruido en exceso.

**FR-46.** Se recomienda prevenir la dispersión del ruido ubicando barreras naturales (de materiales o cobertura vegetal) que sirvan como cortinas de aislamiento.

### ii. Gestión del agua

**FR-47.** Se deberá diseñar una estrategia y un plan de saneamiento básico para la etapa de construcción del proyecto (instalación de letrinas, reglamento interno, manejo de residuos domésticos, control de vectores, etc.)

**FR-48.** Se deberá garantizar que ninguna de las actividades durante la construcción del proyecto afecte el o los cursos de agua cercanos al proyecto. Para ello, se deberán preparar y establecer prácticas para el buen manejo de los residuos sólidos, líquidos (prever la construcción de cunetas temporales de drenaje, etc.) y de los suelos removidos durante el acondicionamiento del terreno.

**FR-49.** Se recomienda involucrar a la alcaldía municipal y a representantes de las comunidades en la identificación de las fuentes de agua a utilizar durante la construcción del ingenio. El uso del agua será únicamente para las obras del proyecto.

**FR-50.** Se recomienda solicitar al contratista la elaboración de un plan de capacitación para los trabajadores orientado a la implementación de buenas prácticas para el ahorro de agua durante la etapa de construcción. También, es importante identificar las medidas (acciones concretas) que deben ser adoptadas para mejorar la cantidad y calidad del agua antes de la operación del ingenio azucarero.

### iii. Gestión del suelo

**FR-51.** Se deberá establecer en los planos las áreas a intervenir para evitar la compactación de zonas que no estén consideradas a construir. Así mismo, se recomienda que las instalaciones para el mantenimiento de equipo y maquinaria estén ubicadas en las áreas autorizadas de la construcción.

**FR-52.** Se deberá programar el riego continuo y el uso racionado del agua durante la construcción de las obras y hacerlo de conocimiento de los trabajadores, a fin de evitar la erosión eólica.

**FR-53.** Durante la planificación del movimiento de tierra y el desarrollo de las obras constructivas se debe tomar en cuenta el manejo de sus capas más superiores, en virtud de la condición de potencial agrícola del suelo. En particular, la capa fértil o con materia orgánica para que pueda ser separada y utilizada luego ya sea dentro del mismo proyecto o fuera de él, en labores de restauración de suelos.<sup>14</sup>

**FR-54.** Para evitar derrames de combustibles y lubricantes se deberá diseñar un plan u hoja de manejo de estos productos. Igualmente, se deberá diseñar un plan de mantenimiento de la maquinaria y equipo (revisión periódica, responsable, etc.) para evitar fugas de estos contaminantes.

**FR-55.** Se recomienda que las instalaciones para el mantenimiento de equipo y maquinaria estén ubicadas como mínimo a 50 metros de fuentes o cuerpos de agua.

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

**FR-56.** En los planos del ingenio y de la construcción se deberán establecer claramente las áreas a intervenir para evitar el fraccionamiento de zonas que no estén destinadas a la construcción y donde no es necesaria la intervención. En parte, esto evitará la pérdida de especies y la alteración del paisaje. Además, el plano se deberá socializar con los trabajadores para que no intervengan en las zonas que no están planificadas.

**FR-57.** Se recomienda preparar y brindar charlas de protección y mantenimiento de los recursos naturales a los trabajadores de la obra.

**FR-58.** Debe planificarse la adecuada gestión de los residuos de la construcción (acopio, clasificación, manejo, etc.), de forma que no exista una disposición final en la cobertura vegetal.

**FR-59.** En caso de considerar el ornato del ingenio, se recomienda utilizar las especies de flora nativas de la zona.

#### v. Gestión de recursos culturales

**FR-60.** Se deberá verificar si en la zona de construcción no existe ninguna regulación especial por estar dentro de áreas de importancia arqueológica y/o cultural.

Se deberá verificar si existe un plan de manejo de las zonas arqueológicas o territorios de grupos étnicos y considerar las disposiciones de este.

---

14 Astorga, A. 2006. Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de la infraestructura urbana. UICN. 99 pp.

## vi. Gestión de la energía

**FR-61.** Se recomienda diseñar un plan de ahorro energético (instalación de medidores en el plantel, medidas para la minimización de emisiones por el uso de la planta generadora, caldera, instalación de lámparas ahorradoras de energía, utilización de vehículos y maquinaria de bajo consumo, etc.)

**Cuadro 6. Carga térmica por iluminación**

TIPO DE LÁMPARA O BALASTRO	CONVERSIÓN EN LUZ/WATT	CONVERSIÓN EN CALOR/WATT
<b>Equipos convencionales</b>		
Fluorescente de 74 W	19	56
Fluorescente de 40 W en U	10	30
Fluorescente de 38W	10	29
Fluorescente de 20W	5	15
Balastro 2X74W	0	25
Balastro 2X40W	0	16
Balastro 2X38W	0	22
Balastro 2X20W	0	12
Dicroica de 75W	5	70
Dicroica de 50W	4	46
<b>Equipos ahorradores de energía</b>		
Fluorescente de 60W	15	45
Fluorescente de 34 W en U	9	26
Fluorescente de 34W	9	26
Fluorescente de 32 W	8	24
Fluorescente de 17W	4	13
Balastro 2X60W	0	3
Balastro electromagnético 2X34W	0	4
Balastro electrónico 2X32W	0	0
Balastro electromagnético 2X32W	0	8
Balastro electrónico 2X32W0	0	0
Fluorescente compactada SL 15W	4	11
Fluorescente compactada SL 17W	4	13

Fuente. Primer curso de capacitación sobre sistemas de iluminación. PESIC, 2005.

**FR-62.** Considerar la instalación de un solo medidor en el ingenio azucarero.

**FR-63.** Se recomienda que el diseño arquitectónico del ingenio azucarero aproveche al máximo la luz natural, siempre que sea posible, asegurando que no produzca deslumbramientos en el trabajo y que el sistema de iluminación sea uniforme para garantizar total libertad a la hora de situar la maquinaria.

#### vii. Gestión de las sustancias peligrosas

**FR-64.** Establecer la ubicación de los planteles o áreas destinadas al manejo y almacenamiento de lubricantes, combustibles y otras sustancias peligrosas dentro de las zonas de construcción. Es recomendable que el área posea un acceso libre de obstáculos, tenga rotulación y cercos de protección.

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

- a). Capacitación y concientización
- b). Buenas prácticas de manejo
- c). Hojas de seguridad
- d). Instrucciones en caso derrames y accidentes laborales.
- e). Instrucciones para enfrentar desastres naturales.

**FR-65.** Debe preverse el manejo adecuado de las sustancias peligrosas: condiciones de almacenamiento (temperatura, luminosidad, humedad, etc.), equipo de seguridad (extintores, recipientes de recolección en caso de derrames, etc.), rotación, etc.

#### viii. Gestión de residuos sólidos

**FR-66.** Se recomienda elaborar un plan de gestión de residuos (clasificación de los residuos, identificación de los gestores por tipo de residuo, responsables, transporte y sitios de disposición final, etc.)

**FR-67.** Se recomienda elaborar un plan de control de inventario para evitar la generación de residuos por materia prima vencida o dañada.

**FR-68.** Se deberá identificar el sitio para la disposición de los residuos sólidos en coordinación con la municipalidad. Además, de preparar un plan de transporte de residuos para disposición en los sitios autorizados.

### ix. Gestión de los residuos líquidos

**FR-69.** Se recomienda elaborar un plan de gestión de residuos líquidos (identificar el residuo según su origen, sistema de tratamiento, disposición final, etc.)

**FR-70.** Se recomienda diseñar la instalación de letrinas o ubicación de las mismas para el uso de los trabajadores (una por cada diez).

**FR-71.** Diseñar el drenaje temporal del lavado de maquinaria, equipo y herramientas en el área de mantenimiento.

**FR-72.** Diseñar un plan de mantenimiento periódico del equipo e instalaciones.

**FR-73.** Prever la ubicación del plantel de mantenimiento del equipo requerido durante la etapa de construcción.

**FR-74.** Prever el establecimiento de una bodega para los materiales e insumos requeridos para el desarrollo de la obra.

### x. Reúso y reciclaje

**FR-75.** Se recomienda diseñar un plan de concientización dirigido a los trabajadores para promover el re-uso y reciclaje de los insumos durante la construcción.

**FR-76.** Se recomienda diseñar un programa de re-uso y reciclaje de ciertos residuos que se generen en la etapa de construcción, y que pueden ser fuente de contaminación para el agua y suelo. Como mínimo, se deben identificar los principales residuos de la etapa de construcción que tienen potencial de reciclaje y reúso (materiales ferrosos, no ferrosos, plásticos, etc.) y establecer contactos con empresas recicladoras para gestionar su venta.

### xi. Gestión de riesgos y amenazas

**FR-77.** Diseñar un plan de capacitación que incluya aspectos de seguridad e higiene laboral y emergencias, entre otros.

**FR-78.** Planificar la adquisición y distribución del equipo de protección personal para los trabajadores, de acuerdo a los requerimientos de seguridad de la obra que se está desarrollando. Igualmente, debe preverse la colocación de extintores.

**FR-79.** Estipular el reglamento especial de higiene y seguridad que el Código de Trabajo de Honduras solicita al tener más de 10 trabajadores. El reglamento debe complementarse con un plan de contingencias para la etapa de construcción. Debe planificarse la socialización de ambos reglamentos con todo el personal.

**FR-80.** Se recomienda identificar en los planos del plantel las áreas de protección de las lagunas, ríos, quebradas y cualquier cuerpo de agua.

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

**FR-81.** Al igual que en la etapa de construcción, las medidas de prevención de esta etapa operativa equivalen al diseño o ejecución de obras o actividades orientadas a anticipar y evitar los posibles impactos ambientales negativos de un ingenio azucarero, pero durante el desarrollo del procesamiento de la caña de azúcar. Por lo tanto, el desarrollador o dueño del proyecto es el principal responsable de asegurar el cumplimiento de estas medidas y evitar los impactos ambientales de las actividades operativas.

### i. Gestión del aire

**FR-82.** Diseñar las instalaciones de modo que se reduzca el impacto por el ruido y las emisiones sobre las zonas pobladas, o zonas de protección cercanas al área del proyecto.

**FR-83.** Utilizar sistemas de depuración para partículas de polvo, emitidas en las distintas etapas de fabricación.

**FR-84.** Escoger equipo y maquinaria que produzca poco ruido al funcionar.

**FR-85.** Se recomienda diseñar un programa de control de fugas de vapor y de aislantes térmicos.<sup>15</sup>

**FR-86.** Se recomienda optimizar la alimentación de caña en los molinos para evitar pérdidas<sup>16</sup>.

### ii. Gestión del agua

**FR-87.** Se recomienda diseñar un plan de ahorro de agua que incluya el mantenimiento periódico del sistema de distribución (limpieza, identificación, reparación de fugas en tuberías, tanques de almacenamiento, sistemas de bombeo, etc.) y designar un responsable de esta gestión. Además, debe considerar el ahorro y uso eficiente de agua en actividades de aseo en planta (uso de pistolas de presión en mangueras, sistema de barrido en seco para la limpieza de residuos sólidos). Lo anterior, ayudaría a disminuir la cantidad de agua utilizada para el funcionamiento adecuado del ingenio.

**FR-88.** Se recomienda diseñar un sistema de registro de consumo diario de agua, especificando cantidades de agua durante el lavado de caña, aseo en planta, etc. y designar un responsable.

**FR-89.** Se recomienda adquirir equipo ahorrador de agua en los sistemas de distribución.

**FR-90.** Se recomienda diseñar las instalaciones del ingenio azucarero considerando el reciclaje de agua en la fabricación de azúcar.

**FR-91.** Se recomienda elaborar un programa o sistema de monitoreo de las aguas residuales que entran y salen del sistema de tratamiento secundario. Se deberán realizar análisis y registros de la calidad de agua, con el fin de verificar la efectividad del tratamiento. Además, se realizarán análisis de calidad en el cuerpo receptor de las aguas tratadas (conforme un protocolo de muestreo que incluya una muestra 50 metros antes del punto de descarga y otras dos a 10 y 100 metros aguas abajo).

<sup>15</sup> Ministerio del Medio Ambiente. 2005. Guía Ambiental para el Cultivo de Caña de Azúcar. 90 pp.

<sup>16</sup> Ídem.

### iii. Gestión del suelo

**FR-92.** Evitar la contaminación del suelo por manejo inadecuado de productos (productos químicos, combustibles, etc.). Se recomienda establecer los procedimientos para el manejo de materiales y capacitar a los empleados, de tal manera que se reduzcan las probabilidades de derrames sobre el suelo.

**FR-93.** Se recomienda planificar sistemas de drenaje de las aguas lluvias en el ingenio que permitan disminuir los excesos de agua pero que, a la vez, conserven la estabilidad de los terrenos.

**FR-94.** Referente a los residuos sólidos de origen doméstico (cartón, sacos, botes, etc.) se deberá diseñar un programa de re-uso y reciclaje, que incluya entre otros: clasificación, recolección, disposición temporal y final y comercialización. Para aquellos residuos que no se puedan re-usar o reciclar, se deberá planificar una adecuada disposición final (relleno sanitario, incineración, etc.)

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

**FR-95.** Elaborar un plan de mantenimiento de las áreas verdes, zonas donde crece flora nativa y barreras vivas del ingenio azucarero, que contribuyan al paisaje natural del área.

### v. Gestión de la energía<sup>17</sup>

**FR-96.** Se recomienda seleccionar tecnología eficiente de baja demanda de electricidad para producir el mismo nivel de iluminación requerido para las operaciones del ingenio azucarero.

**FR-97.** Se recomienda implementar un programa de eficiencia energética (mantenimiento de equipos e instalaciones capacitación, concientización a empleados, rotulación, selección de tecnología eficiente de baja demanda de electricidad, etc.)

### vi. Gestión de las sustancias peligrosas

**FR-98.** Diseñar y acondicionar una bodega para el almacenamiento de las sustancias peligrosas dentro del ingenio que contemple, entre otros, los siguientes aspectos:

- p). Condiciones ambientales (temperatura, humedad y luminosidad adecuadas).
- q). Su ubicación dentro del ingenio deberá estar retirada del lugar de almacenamiento de alimentos.
- r). Debe contar con tarimas y estantes para la colocación de los productos.
- s). Es importante que tenga un sistema contra incendios (extintores que cubran un área de 20 metros).

---

<sup>17</sup> Torres, R. 2005. 1er Curso de Capacitación Sistemas de Iluminación. San Pedro Sula, HN. PESIC.

**FR-99.** Elaborar un plan de uso y manejo de sustancias peligrosas y su equipo de aplicación. El plan deberá contener, como mínimo:

- a). Capacitación periódica de los empleados.
- b). Revisión periódica de los productos con el fin de identificar derrames, fugaz y fecha de vencimiento.
- c). Revisión de la rotación de inventarios: primero que entra – primero que sale.
- d). Procedimientos y frecuencias de limpieza y recolección de envases vacíos.
- e). Rotulación de productos y advertencias de seguridad.
- f). Elaborar las hojas de seguridad de los materiales donde se pueda obtener información sobre identificación de riesgos, primeros auxilios, peligro de fuego y explosión, medidas en caso de accidente, manejo y almacenamiento, equipo de protección, e información toxicológica entre otras más.<sup>18</sup>
- g). Cumplir con las disposiciones legales para el manejo de sustancias peligrosas (Sección V. Marco legal de la presente Guía).

#### vii. Gestión de residuos sólidos

**FR-100.** Elaborar un plan con procedimientos para el manejo de residuos sólidos del ingenio. Este plan deberá incluir, entre otros aspectos:

- a). Responsable o encargado. Asignar a una persona para su implementación.
- b). Clasificación. El plan debe considerar la clasificación de los residuos del proceso (bagazo, cachaza, melaza, etc.) y de los residuos domésticos (botes, sacos, papeles, etc.)
- c). Recolección. Para garantizar una adecuada recolección de los residuos se debe considerar la ubicación de basureros, lugares de acopio temporal, frecuencia, etc. Es importante programar la colocación de recipientes resistentes y de suficientes capacidades en todas las áreas de trabajo para la disposición temporal de los residuos sólidos de origen doméstico (de ser posible rotular para reciclaje). Los residuos sólidos de origen doméstico deberán ser colectados diariamente y trasladados al sitio de disposición final (relleno sanitario).<sup>19</sup>
- d). Transporte y disposición final. Para aquellos residuos sólidos que no son reciclables, debe procurarse utilizar tecnologías apropiadas para su disposición final. Cabe recordar, que se prohíbe la quema al aire libre y acumulación de residuos. En caso de tener previsto el traslado de lodos dentro y fuera del predio, se deberá incorporar un sistema de transporte hermético que evite derrames o escurrimientos.
- e). Comercialización. Cuando existan residuos reciclables, se deberán realizar acciones de gestión para su venta. Por ejemplo, el bagazo de la caña es utilizado en la generación de energía eléctrica.

---

18 Secretaría Sectorial de Agua y Ambiente. 2001. Guía de buenas prácticas ambientales en el sector de la construcción y demolición. Murcia, ESP.

19 SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, HN). 2008. Plantilla Granjas Avícolas.

### viii. Gestión de residuos líquidos

**FR-101.**Elaborar un plan de procedimientos para la gestión de los residuos líquidos del ingenio. Este plan debe incluir la revisión del estado de la red de canales abiertos para evitar la infiltración o el desborde de las aguas residuales.

**FR-102.**Igualmente, se deben planificar prácticas de limpieza en seco y de manejo de residuos de sustancias peligrosas para evitar su disposición en cuerpos receptores.

**FR-103.** Se debe diseñar un sistema de monitoreo y control de la calidad de las aguas residuales, con los periodos y parámetros de medición establecidos por la autoridad competente, de acuerdo a lo establecido en la norma técnica nacional.

### ix. Gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones

**FR-104.**Planificar el adecuado almacenamiento de los productos utilizados para el mantenimiento o manejo de equipo e instalaciones (lubricantes, combustibles, etc.) y sus equipos de aplicación (aceiteras, etc.). Estos productos deben almacenarse en bodegas, sobre tarimas o estantes. Igualmente, debe planificarse que las bodegas posean las condiciones adecuadas de temperatura, distancia de cuerpos de agua, rotulación, etc.

**FR-105.**Diseñar un programa de mantenimiento preventivo del equipo, maquinaria, instalaciones eléctricas e instalaciones del ingenio azucarero, con el fin de evitar fugas o derrames de sustancias contaminantes, accidentes de trabajo e inconvenientes en el proceso de procesamiento de la caña de azúcar. El programa deberá contener por lo menos:

- a). Plano de distribución de las instalaciones (galeras, tanque de agua, sistemas de tratamiento, bodegas, etc.)
- b). Inventario de equipos y maquinaria del ingenio. Es importante llevar el historial de cada equipo para conocer la vida útil y poder prever la reparación o sustitución de la maquinaria y equipo, cuando sea requerida.
- c). Capacitación a los empleados para el mantenimiento de la maquinaria y equipo.
- d). Manuales de operación y mantenimiento de cada equipo.
- e). Frecuencia de revisión, limpieza y reparación de cada equipo, maquinaria o instalación.

### x. Gestión de la reutilización y reciclaje

**FR-106.**Diseñar un programa de re-uso y reciclaje de los residuos que se generen en el ingenio con potencial de reciclaje o re-uso, y que puedan ser fuente de contaminación para el agua y suelo. El programa debe incluir los siguientes aspectos:

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

- b). Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición.
- c). Clasificar los residuos de acuerdo a si son re-usables y con posibilidad de reciclado.
- d). Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso de procesamiento de caña de azúcar.
- e). Realizar análisis de composición de los residuos, para definir el tratamiento a utilizar.
- f). Establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados.
- g). Determinar qué material puede ser re-usado en el proceso. Para aquellos residuos que no sean reciclables o reutilizables, se deberá planificar una adecuada disposición final (relleno sanitario, incineración, etc.)
- h). Desarrollar un plan de venta de residuos y subproductos.

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

**FR-I07.**Elaborar un plan de contingencias para desastres provocadas tanto por factores internos como por fenómenos meteorológicos (huracanes, inundaciones, derrumbes, deslaves, epidemias o cualquier otro evento identificado con alta probabilidad de ocurrencia.) para prevenir daños a la salud de las personas y la contaminación al agua y el suelo. Este plan debe contener como mínimo:

- a). Asignación de responsable o encargado de dirigir el plan.
- b). Establecer funciones y brigadas entre los involucrados.
- c). Capacitar a todo el personal del ingenio azucarero en la aplicación del plan.
- d). Establecer las rutas de evacuación, según el tipo de desastre.
- e). Elaborar un plan de salud y seguridad ocupacional que incluya la capacitación de los empleados en temas de riesgo laboral y hojas de seguridad (intoxicaciones, accidentes, enfermedades, etc.) y el uso de equipo de protección personal.
- f). Planificar la adquisición y distribución de equipo de protección personal necesario y adecuado para llevar a cabo las labores en el ingenio (casco, guantes, mascarillas, overoles, etc.). Además, se debe planificar el establecimiento de un botiquín de primeros auxilios.
- g). Se recomienda elaborar un plano de distribución de extintores contra incendios (según el tamaño del ingenio). Estos deberán estar distribuidos de tal manera que el alcance de cada uno sea un área de 20 metros como máximo. Además, deberán someterse a revisión periódica y se deberá capacitar al personal en su uso correcto.

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

**FR-I08.**Se recomienda diseñar un programa de gestión ambiental para la planta, que sea verificable a

través de la elaboración de un manual, procedimientos y registros. Este dependerá de las necesidades y capacidad de la empresa.

**FR-I 09.** Se recomienda realizar el chequeo médico de empleados para conocer impactos en la salud.

### **c. Buenas prácticas de prevención en la etapa de cierre y posclausura**

**FR-I 10.** Las medidas de prevención para la etapa de cierre y posclausura corresponden al diseño y ejecución de obras o actividades orientadas a anticipar y evitar los posibles impactos ambientales negativos al momento de cerrar un ingenio y retirar todos sus componentes. Es necesario establecer que el desarrollador o dueño del proyecto es el principal responsable de asegurar el cumplimiento de estas medidas y evitar la generación de impactos ambientales durante el desarrollo de las subetapas de cierre y posclausura. No obstante, si el desarrollador del proyecto subcontrata a una compañía o comerciante individual (contratista) para ejecutar las obras, éste deberá exigir al contratista el cumplimiento de las medidas de prevención.

#### **i. Gestión del aire**

**FR-I 11.** Se deberá planificar la provisión del equipo requerido para cubrir los camiones (lona, toldo, etc.) que transporten escombros, tierra o cualquier otro material particulado que pueda emitirse a la atmósfera durante su transporte.

**FR-I 12.** Si se prevé necesario, para evitar el exceso de polvo, se deberá programar el riego continuo en los lugares específicos que lo ameriten, pero evitando el derroche de agua. Si la fuente de agua abastece a la comunidad, no se deberá entrar en conflicto con esta.

**FR-I 13.** Se deberá planificar la provisión de material (plásticos, etc.) para cubrir los apilamientos temporales de escombros y tierra, previo a su disposición final en los sitios acordados con la municipalidad.

**FR-I 14.** Se deberá programar una revisión general de la maquinaria y equipo (historial, sistema de combustión, etc.) que se utilizará para el cierre del proyecto. Igualmente, se recomienda preparar un plan de mantenimiento preventivo de los mismos (frecuencia, materiales o sustancias a utilizar, sitio del mantenimiento, etc.) que permita disminuir las emisiones y el ruido en exceso.

#### **ii. Gestión del agua**

**FR-I 15.** Para evitar la contaminación de las fuentes o cursos de agua durante las subetapas de cierre y posclausura, se deberá diseñar una estrategia y plan de saneamiento básico que permita a los trabajadores evitar impactos (instalación de letrinas, reglamento interno, manejo de residuos domésticos, control de vectores, etc.).

**FR-I 16.** Se deberá diseñar un plan de ahorro y uso eficiente del agua para las subetapas de cierre. Dicho plan debe orientarse a la capacitación de los empleados en buenas prácticas para el manejo del recurso.

**FR-I 17.** Para evitar que las actividades de las subetapas de cierre del proyecto causen sedimentación en los cursos de agua, o le causen impactos generales, se deberán preparar y establecer prácticas para el buen manejo de los escombros, tierra y residuos en general.

**FR-I 18.** Prever la cancelación de los cánones acordados.

### iii. Gestión del suelo

**FR-I 19.** Para evitar derrames de combustibles y lubricantes se deberá diseñar un plan u hoja de manejo de estos productos. Igualmente, se deberá diseñar un plan de mantenimiento de la maquinaria y equipo (revisión periódica, responsable, etc.) para evitar fugas de estos contaminantes.

**FR-I 20.** Se recomienda que las instalaciones para el mantenimiento de equipo y maquinaria estén ubicadas como mínimo a 50 metros de fuentes o cuerpos de agua.

**FR-I 21.** Previo al cierre, se deberán establecer claramente las áreas a intervenir, para evitar la compactación de zonas aledañas.

**FR-I 22.** Se recomienda programar el riego continuo y el uso racionado del agua durante la construcción de las obras, y hacerlo de conocimiento de los trabajadores a fin de evitar la erosión eólica.

**FR-I 23.** Planificar acciones para evitar erosión del suelo.

### iv. Gestión de recursos biológicos y paisajísticos

**FR-I 24.** Establecer claramente las áreas a intervenir, para evitar el fraccionamiento de zonas aledañas a donde estuvo el proyecto debido al paso de la maquinaria y actividades generales de cierre. En parte, esto evitará la pérdida de especies y la alteración del paisaje.

**FR-I 25.** Se recomienda preparar y brindar charlas de protección y mantenimiento de los recursos naturales a los trabajadores que realizarán las actividades de cierre y posclausura.

**FR-I 26.** Debe planificarse la adecuada gestión de los residuos de la etapa de cierre (acopio, clasificación, manejo, etc.), de forma que no exista una disposición final en la cobertura vegetal.

**FR-I 27.** Diseñar un plan de reforestación.

### v. Gestión de la energía

**FR-I 28.** Se deben definir medidas clave de ahorro y eficiencia energética para aplicar en esta etapa (concientización, labores solamente en el día, uso eficiente de plantas y maquinaria, etc.)

**FR-I29.**Prever la cancelación del servicio de energía eléctrica si fuere requerido.

#### **vi. Gestión de las sustancias peligrosas**

**FR-I30.**Planificar la ubicación de las áreas destinadas al manejo y almacenamiento de lubricantes, combustibles y otras sustancias peligrosas dentro de la zona.

**FR-I31.**Prever el uso de un plan de contingencias (hojas de seguridad, instrucciones, etc.)

**FR-I32.**Debe preverse el manejo adecuado de las sustancias peligrosas: condiciones de almacenamiento (temperatura, luminosidad, humedad, etc.); equipo de seguridad (extintores, recipientes de recolección en caso de derrames, etc.); rotación; etc.

#### **vii. Gestión de residuos sólidos**

**FR-I33.**Se recomienda elaborar un plan de gestión de residuos sólidos (clasificación de los residuos, identificación de los gestores por tipo de residuo, responsables, plan de transporte y sitios de disposición final, etc.)

**FR-I34.**La disposición de los residuos sólidos será acordada con la municipalidad.

#### **viii. Gestión de residuos líquidos**

**FR-I35.**Se recomienda elaborar un plan de gestión de residuos líquidos (identificar el residuo según su origen, establecer disposición final, etc.)

**FR-I36.**Diseñar un plan de cierre del sistema de tratamiento.

#### **ix. Reutilización y reciclaje**

**FR-I37.**Se recomienda diseñar un plan de concientización dirigido a los trabajadores para promover el re-uso y reciclaje durante la etapa de cierre y posclausura.

**FR-I38.**Se recomienda diseñar un programa de re-úso y reciclaje de ciertos residuos que se generen en la etapa de cierre y posclausura, y que pueden ser fuente de contaminación para el agua y suelo. Como mínimo, se deben identificar los principales residuos que tienen potencial de re-uso y reciclaje (materiales ferrosos, no ferrosos, plásticos, etc.) y establecer contactos con empresas recicladoras para gestionar su venta.

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

**FR-I39.**Diseñar un plan de capacitación que incluya los aspectos de seguridad e higiene laboral y emergencias, entre otros.

**FR-I40.** Planificar la adquisición y distribución del equipo de protección personal para los trabajadores, de acuerdo a los requerimientos de seguridad de la obra que se está desarrollando.

**FR-I41.** Diseñar un plan de contingencias básico que sea funcional durante el cierre del proyecto.

**FR-I42.** Se recomienda identificar en los planos del plantel las áreas de protección de las lagunas, ríos, quebradas y cualquier cuerpo de agua que pueda representar una amenaza.

### xi. Buenas prácticas de compensación

**FR-I43.** Parte de la sostenibilidad de los proyectos productivos depende de las relaciones que se establezcan con las poblaciones vecinas. Por ello, se recomienda que el desarrollador del proyecto lo socialice con las comunidades cercanas. Cabe resaltar que el desarrollo de las medidas compensatorias es voluntario por parte del desarrollador del proyecto y serán orientadas a desarrollar actividades de índole ambiental, que serán implementadas durante la operación del proyecto y establecidas mediante una resolución administrativa por la autoridad ambiental.

## B. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

La etapa de construcción de un ingenio azucarero incluye las actividades o subetapas de acondicionamiento del terreno, desarrollo de obras físicas y las instalaciones en general. Estas subetapas provocan impactos negativos al ambiente. Por lo tanto, el objetivo de la presente sección es identificar y exponer los principales impactos ambientales negativos generados por estas subetapas de construcción en cada factor o componente ambiental.

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

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

FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN			
		ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	CIMENTACIÓN	DESARROLLO DE OBRAS FÍSICAS	INSTALACIONES EN GENERAL
Suelo	Contaminación por derrames de combustibles o lubricantes	▲	▲	▲	
	Compactación	▲	▲		
	Pérdida de la capa orgánica	▲			
Recursos biológicos y paisajísticos	Pérdida de los recursos biológicos y alteración de los recursos paisajísticos	▲	▲	▲	
Recursos culturales	Daños o pérdidas al patrimonio cultural	▲	▲	▲	

Fuente: Elaboración CNP+LH.

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

**Cuadro 8. Identificación de impactos por la falta de gestión de aspectos clave para un manejo ambiental en la etapa de construcción.**

DESCRIPCIÓN	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN			
		ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	CIMENTACIÓN	LEVANTAMIENTO DE OBRAS FÍSICAS	INSTALACIONES EN GENERAL
<b>Insumos especiales</b>					
Energía	Emisiones al ambiente por el consumo de energía	▲	▲	▲	▲
Sustancias peligrosas	Contaminación de agua y suelo por derrames	▲	▲	▲	
<b>Residuos</b>					
Residuos sólidos	Contaminación de agua y suelo por acumulación o manejo inadecuado de los residuos	▲	▲	▲	▲
Residuos líquidos	Contaminación de agua y suelo por acumulación y/o manejo inadecuado de los residuos	▲	▲	▲	▲

DESCRIPCIÓN	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN			
		ACONDICIONA- MIENTO DEL TERRENO	CIMENTA- CIÓN	LEVANTAMIENTO DE OBRAS FÍSICAS	INSTALACIO- NES EN GENERAL
<b>Actividades generales</b>					
Mantenimiento de equipo e instalaciones	Contaminación de agua y suelo por derrames o la disposición inadecuada de residuos.	▲	▲	▲	▲
Reutilización y reciclaje	Contaminación de aire, agua y suelo por la gestión inadecuada de los residuos.	▲	▲	▲	▲
	Disminución en la capacidad de los botaderos locales.			▲	▲
<b>Factores externos y de escala</b>					
Amenazas y riesgos	Efectos en la salud de las personas por accidentes laborales o eventos naturales	▲	▲	▲	▲
	Contaminación de agua y suelo	▲	▲	▲	▲
Efectos acumulativos	Contaminación de todos los factores ambientales por elementos residuales	▲	▲	▲	▲

Elaboración: CNP+LH

## I. BUENAS PRÁCTICAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

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

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

### a. Para la gestión del aire

Los principales impactos producidos al aire durante las actividades de construcción son la contaminación por emisiones atmosféricas, de fuentes fijas y móviles, y el incremento en los niveles de ruido. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas de mitigación<sup>20</sup>:

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

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-1.</b> Durante el transporte de material en camiones, la carga será recubierta con una carpa debidamente instalada y no exceder su capacidad de carga.</p> <p><b>CM-2.</b> Con el fin de evitar que se levanten nubes de polvo desde las zonas de trabajo, durante los periodos de época seca o de ausencia de lluvias en la zona y que existan corrientes de viento fuerte, se procederá a humedecer con agua las superficies de trabajo y de rodamiento de la maquinaria y equipo en la etapa de construcción de obras y se regulará la velocidad del tránsito. Cabe mencionar que en las regiones donde se presente escasez de agua no debe realizarse esta práctica.</p> <p><b>CM-3.</b> Los apilamientos temporales de tierra serán protegidos de la erosión eólica, con el fin de evitar que los mismos sirvan de fuente de contaminación del aire del área del proyecto y su área de influencia directa. Esa protección se hará de acuerdo con las condiciones del sitio de apilamiento y su vulnerabilidad a la erosión eólica. El límite del volumen de almacenamiento de estos materiales lo determinará la capacidad que se tiene para cubrir los mismos con plásticos u otros materiales similares, que permitan su protección. En caso de que el volumen sea mayor, se evitará o limitará su almacenamiento temporal y se llevarán hasta los sitios de disposición final.</p> <p><b>CM-4.</b> Como parte de las cláusulas contractuales con las empresas constructoras subcontratistas del proyecto, se exigirá que toda la maquinaria que se utilice se encuentre en óptimas condiciones y que cuente con un eficiente y periódico mantenimiento. De tal manera, que se garantice el mínimo impacto ambiental al aire proveniente de emisiones y ruido, como consecuencia de desajustes y problemas mecánicos previsibles en dicha maquinaria.</p>	<p><b>CC-1.</b> Ante fuerte vientos, se deberán detener temporalmente las actividades relacionadas al movimiento de tierra.</p> <p><b>CC-2.</b> Si ocurren derrames de tierra, u otro material durante su transporte, se deberán revisar los medios de transporte así como las lonas, toldos, etc. Si presentan daños deberán ser sustituidos. Además, deberán mantenerse las rutas establecidas.</p> <p><b>CC-3.</b> En el caso de observarse emisiones anormales de la maquinaria y equipo, deberá detenerse de forma inmediata la actividad que se esté realizando. Posteriormente, se deberán aplicar las cláusulas contractuales para exigir cambio o el mantenimiento eficiente del mismo.</p> <p><b>CC-4.</b> En el caso que, producto de la operación de la maquinaria, en el área del proyecto se produzcan ruidos y vibraciones que generen quejas por parte de las personas que residen en las cercanías del proyecto, se establecerá un mecanismo de diálogo y búsqueda de soluciones apropiadas que generen la menor perturbación posible, siguiendo un principio de “buen vecino”<sup>21</sup>.</p>

<sup>21</sup> Ídem.

## b. Para la gestión del agua

Los principales impactos producidos al agua, en las actividades de construcción, son la disminución del recurso por consumo de agua en las actividades generales de la obra, la contaminación del agua por falta de saneamiento básico en el área de construcción, y la sedimentación de los cursos de agua. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-5.</b> Implementar un plan de saneamiento básico para los planteles donde se desarrolla la construcción (instalación de letrinas, reglamento interno, manejo de residuos domésticos, control de vectores, etc.), lo cual reducirá la contaminación del recurso hídrico.</p> <p><b>CM-6.</b> Concientizar a los trabajadores para la implementación de buenas prácticas sobre el uso racional del agua.</p> <p><b>CM-7.</b> Debe realizarse un adecuado manejo de los residuos sólidos, líquidos y del suelo removido (establecer sitios de acopio, manejo, disposición final, etc.) En ningún momento debe depositarse el suelo removido o restos de la construcción en los cuerpos de agua.</p> <p><b>CM-8.</b> Recubrir, cuando se requiera, las paredes y el fondo de las cunetas temporales de drenaje con materiales granulares estables, con el fin de prevenir la erosión y por ende la sedimentación de los cursos de agua; se recomienda orientar el flujo a zonas de vegetación<sup>22</sup>.</p>	<p><b>CC-5.</b> Si existe contaminación del agua por la disposición inadecuada de las excretas, debe identificarse el punto de infección (fugas, derrames, erosión, malas prácticas humanas, etc.) y realizar las correcciones pertinentes al sistema de saneamiento o exigir a los trabajadores el cumplimiento de las medidas básicas de higiene. Posteriormente, se deberá replantear la estrategia y plan de saneamiento básico.</p> <p><b>CC-6.</b> Cuando se observen consumos de agua excesivos, fugas y cualquier otra anomalía que contribuya al desperdicio de este recurso, durante las subetapas de construcción, se recomienda asignar un responsable del cumplimiento de las actividades del plan de ahorro y uso eficiente de agua, para que dé seguimiento a las labores de detección de fugas de agua, malas prácticas y para que implemente registros de consumo. Además, se recomienda analizar los puntos críticos de uso del agua en la construcción.</p> <p><b>CC-7.</b> Si se observa arrastre de sedimentos en las cunetas, éstas deberán ser compactadas nuevamente y se debe asegurar que los materiales utilizados en las paredes y fondo han sido estabilizados.</p>

## c. Para la gestión del suelo

Durante las actividades de construcción, el principal impacto causado en el suelo es su contaminación por el derrame de químicos y combustibles, así como la pérdida de la capa orgánica. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas:

<sup>22</sup> Ídem.

**Cuadro II. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-9.</b> Evitar que la maquinaria circule libremente por toda el área del ingenio. Solo debe circular por los caminos autorizados por el desarrollador del proyecto, que no sean áreas verdes o áreas con presencia de suelos fértiles.</p> <p><b>CM-10.</b> En la medida de lo posible, y para evitar la erosión eólica, se recomienda realizar el riego continuo en el área de construcción realizando un uso racional del agua durante todas las actividades de esta etapa. Esta disposición debe ser del conocimiento de todos los trabajadores.</p> <p><b>CM-11.</b> La remoción de la capa de suelo orgánico debe ser realizada de manera que se evite su contaminación. Se recomienda realizar el apilamiento temporal de la capa orgánica tomando en cuenta las siguientes consideraciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Limpiar el área de todos los materiales y residuos que ahí se encuentren.</li> <li>Reducir la inclinación de las pendientes, si es necesario, de manera que estas se encuentren dentro del rango de 2-5%.</li> <li>Apilar temporalmente el suelo orgánico fuera de las fajas de protección de lagunas, ríos y quebradas. Colocarlas por lo menos a una distancia de 50 metros de cualquier cuerpo de agua.</li> <li>Una vez finalizado el movimiento de tierra, e identificadas las áreas de desarrollo de obras y aquellas que se destinarán como áreas verdes, se deberá proceder a cubrir el área con suelos orgánicos con el fin de promover una rápida y efectiva restauración del terreno y de la capa de cobertura vegetal en las zonas verdes, así como mejorar la protección del subsuelo expuesto<sup>23</sup>.</li> </ol>	<p><b>CC-8.</b> En caso de contaminación del suelo por el derrame de combustible o lubricantes, se deberá promover la estabilización del área que sufrió el impacto (usando aserrín o cal).</p> <p><b>CC-9.</b> Cuando el lugar destinado para áreas verdes tenga un alto grado de compactación por el paso de la maquinaria y equipo de construcción, se recomienda remover la capa de suelo con arados u otros implementos que permitan la aireación del recurso.</p> <p><b>CC-10.</b> Cuando exista pérdida evidente de la capa orgánica de ciertas áreas en el ingenio, en la medida de lo posible, se recomienda aplicar tierra fértil, compost o abono orgánico, lo cual permitirá contrarrestar el impacto.</p>

23 Ídem.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
f). Para evitar fugas o derrames de sustancias contaminantes, se recomienda realizar un mantenimiento planificado en la maquinaria y el equipo de construcción (ubicación, revisión periódica, responsable, etc.). Igualmente, deben socializarse y ubicar de forma visible a los trabajadores, las hojas de manejo de los combustibles y lubricantes.	

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

Durante las actividades de construcción, el principal impacto que se produce es la pérdida directa de los recursos biológicos, producto de la intervención del proyecto en el ecosistema (se da una pérdida del hábitat, de las especies endógenas, etc.) También, se alteran los recursos paisajísticos por la fracción del entorno o por la disposición de los residuos de la construcción. Por lo tanto, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas<sup>24</sup>:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-12.</b> No se debe intervenir la cobertura vegetal fuera de los planos y zona de construcción. Estas áreas deben permanecer ilesas. Debe brindarse protección a los árboles ubicados en la zona del proyecto y deben reponerse los afectados.</p> <p><b>CM-13.</b> Para el manejo y protección de la cobertura vegetal, dentro del área del proyecto que no será directamente impactada, se aplicarán las siguientes medidas:</p> <p>a). Delimitar de forma estricta las áreas de trabajo y las áreas de cobertura vegetal que permanecerán intactas, de forma tal que se respeten dichos límites y no se generen alteraciones y afectaciones innecesarias.</p> <p>b). Evitar que la maquinaria circule libremente por toda el área del ingenio. Solo debe circular por los caminos autorizados por el desarrollador del proyecto y donde no sean áreas verdes o zonas sin intervención.</p>	<p><b>CC-11.</b> Si se ha perturbado la cobertura vegetal de zonas fuera de los linderos de la construcción, incluyendo árboles, se deberá proceder a suspender las labores que ocasionan dicho impacto. Además, se deberán corregir las malas prácticas que ocasionan esta perturbación (falta de orden en el manejo de la maquinaria, poca referencia de los planos, etc.) Ahora bien, para contribuir a la corrección del impacto se deberá programar la recuperación del área afectada (uso de suelo fértil o compost, siembra de vegetación nativa, etc.)</p> <p><b>CC-12.</b> Si se ha hecho una disposición inadecuada de los residuos de la construcción, de forma que se afecte el paisaje, se deberá proceder al retiro o remoción de los residuos y disponer adecuadamente de los mismos (acopio, clasificación, re-uso, disposición final etc.). Ahora bien, para contrarrestar el impacto en el medio natural, se deberá estabilizar el área (si es necesario) y programar la siembra de vegetación (grama, árboles, etc.)</p>

<sup>24</sup> Ídem.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>c). Proteger adecuadamente los árboles que puedan verse dañados por los movimientos de la maquinaria, y trasplantar aquellos que designe la autoridad competente.</p> <p>d). Evitar la disposición de residuos (sólidos y líquidos) o el drenaje de aguas residuales hacia las áreas de cobertura vegetal.</p> <p>e). No se deberán extraer especies de flora y fauna, por el contrario, se velará por su protección y resguardo.</p> <p>f). Se recomienda capacitar a los trabajadores del proyecto en la protección y mantenimiento de la cobertura vegetal.</p> <p>g). Cuando sea necesario, y las condiciones del área de cobertura vegetal lo permitan, se podrán sembrar nuevas especies autóctonas de la zona. No se deberán introducir especies exóticas, con el fin de preservar la calidad biológica del área.</p>	

### e. Para la gestión de recursos culturales

El principal impacto producido en los recursos culturales durante las actividades de construcción es el daño o pérdida del patrimonio cultural incluyendo los vestigios arqueológicos. Para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes medidas<sup>25</sup>:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-14.</b> En el caso de que aplique, se deberán implementar las recomendaciones establecidas en el plan de manejo de las zonas arqueológicas o territorios de grupos étnicos o afro-hondureños.</p>	<p>En el caso de que se encuentren vestigios arqueológicos o culturales de cualquier tipo se deberán parar los trabajos y comunicar el hallazgo a las autoridades pertinentes, a la mayor brevedad posible, evitando las sanciones que amerita tal infracción.</p>

<sup>25</sup> Ídem.

**f. Para la gestión de la energía**

Debido a que en Honduras la mayor parte de la energía es producida por combustibles fósiles, el principal impacto es el aumento de emisiones al ambiente por el incremento de la demanda del recurso. Por lo tanto, a mayor consumo de energía – combustibles, se producen mayores emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero (Dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>). Para contribuir a mitigar este impacto, se deberán implementar las siguientes medidas:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-15.</b> Implementar un plan de ahorro energético, que considere, como mínimo, lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Concientizar, mediante charlas, a los trabajadores sobre la importancia de implementar el plan de ahorro energético y explicarles cómo realizarlo.</li> <li>b). En caso de que se utilice una planta generadora, planificar las actividades que conllevan el uso de equipo eléctrico como soldadoras, taladros, compactadoras, para maximizar el rendimiento de la planta y reducir las emisiones.</li> <li>c). Aprovechar la luz natural y evitar la iluminación artificial innecesaria. Verificar que el diseño arquitectónico aproveche al máximo la luz natural y que el sistema de iluminación sea uniforme para garantizar total libertad a la hora de situar la maquinaria.</li> <li>d). Utilizar vehículos y maquinaria de bajo consumo así como tener la maquinaria, vehículos, etc. sólo el tiempo imprescindible en funcionamiento (apagar el motor en tiempos de espera).</li> <li>e). En la medida de lo posible, implementar registros de consumo lo cual servirá para comparar datos e implementar medidas que permitan alcanzar la eficiencia.</li> <li>f). Monitorear el plan de ahorro energético y realizar los ajustes necesarios.</li> </ul>	<p><b>CC-13.</b> Cuando se observen consumos excesivos de energía eléctrica durante las actividades de la construcción, se deberá asignar un responsable del cumplimiento de las actividades del plan de ahorro y eficiencia energética, para que dé seguimiento a las labores del plan y gestione el uso de equipos ahorrrativos. Además, en la medida de lo posible, se recomienda realizar un diagnóstico energético que ayude a redefinir los procedimientos de operación, lo que ayudará a disminuir la demanda del recurso.</p> <p><b>CC-14.</b> Revisar y realizar las modificaciones pertinentes al plan de ahorro energético.</p>

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

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de las sustancias peligrosas (combustibles, lubricantes, etc.) en las actividades de construcción es la contaminación del agua y el suelo que estos pueden provocar debido a derrames. De esta forma, para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-16.</b> Desarrollar las actividades de mantenimiento solamente en los lugares asignados para tal fin. En la medida de lo posible, el o los lugares deben contar con accesos libres de obstáculos, tener rotulación y cercos de protección.</p> <p><b>CM-17.</b> En caso de que aplique, debe asegurarse el cumplimiento y socialización del reglamento de higiene y seguridad que establece el Código de Trabajo de Honduras. Ante la ausencia del reglamento, como mínimo, debe implementarse un plan de contingencia que contemple capacitación y concientización del personal, buenas prácticas de manejo de sustancias peligrosas, elaboración de hojas de seguridad, instrucciones ante derrames, accidentes y desastres naturales.</p> <p><b>CM-18.</b> Almacenar las sustancias peligrosas, especialmente los combustibles, disolventes y otros líquidos sobre cubetas o superficies impermeabilizadas que permitan recuperar posibles vertidos accidentales y evitar la contaminación del suelo o la red de alcantarillado, atendiendo las indicaciones de las hojas de seguridad (tiempos límite de almacenamiento, etc.)</p> <p><b>CM-19.</b> Tapar los productos líquidos una vez finalizado su uso para evitar su evaporación y vertidos por vuelcos accidentales.</p> <p><b>CM-20.</b> Adquirir las sustancias peligrosas de acuerdo a las necesidades de la etapa de construcción a fin de evitar el almacenamiento innecesario de estas y posibles accidentes.</p>	<p><b>CC-15.</b> Ante la ocurrencia de derrames o accidentes por la gestión inadecuada de las sustancias peligrosas, se deberá remitir a las indicaciones que emite el reglamento de higiene y seguridad o se deberán implementar las acciones del plan de contingencia.</p> <p><b>CC-16.</b> Es necesario recalcar que al ocurrir derrames de sustancias peligrosas al suelo, se deberá proceder a limpiar el lugar en seco utilizando material absorbente (aserrín, por ejemplo) y recipientes de recolección. Posteriormente, los residuos deberán disponerse adecuadamente en rellenos especiales. Igualmente, se podrán seguir las indicaciones de las hojas de seguridad y, en el caso que las medidas implementadas no controlen la situación, se debe notificar a la autoridad competente.</p> <p><b>CC-17.</b> Si el reglamento o el plan de contingencias no es funcional, debe rediseñarse e implementarse un procedimiento más riguroso que permita evitar daños por la gestión inadecuada de estos productos.</p>

## h. Para la gestión de residuos sólidos

El principal impacto producido por la falta de gestión de los residuos sólidos en las actividades de construcción es la contaminación del agua y el suelo, por la acumulación o manejo inadecuado de los residuos. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas<sup>26</sup>:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-21.</b> Implementar un plan de gestión de residuos sólidos que permita su manejo, de tal forma, que se eviten daños al ambiente y a la salud de las personas. Dicho plan deberá considerar, como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Realizar las compras de material de acuerdo a las necesidades de la obra y sin excedentes, para optimizar la cantidad de material que llega a la obra y evitar que terminen convirtiéndose en residuo como consecuencia del “no uso” o de “bodegas” saturadas.</li> <li>b). Procurar consumir, en primer lugar, las materias primas más antiguas para evitar generar materias primas obsoletas y, por lo tanto, residuos. Implementar plan de rotación del inventario.</li> <li>c). Ubicar contenedores de pequeñas dimensiones distribuidos por las zonas de trabajo para almacenar los materiales a utilizar, a fin de minimizar posibles pérdidas y deterioro.</li> <li>d). Realizar la disposición final de los residuos sólidos con base en un plan de transporte. El plan de transporte estará definido por los volúmenes generados. Los sitios de disposición deberán ser autorizados por la autoridad competente.</li> </ul>	<p><b>CC-18.</b> Si el agua o el suelo sufrieron impactos por la gestión inadecuada de los residuos de la construcción, se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente (rellenos, etc.). Igualmente, se deberá rediseñar el plan o procedimiento de manejo definiendo recomendaciones ambientales más estrictas. En este sentido, se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos sólidos.</p> <p><b>CC-19.</b> Si los residuos sólidos fueron dispuestos en sitios no autorizados, se deberá abocar de inmediato a la municipalidad y acordar el sitio para su disposición. Posteriormente, se deben limpiar y estabilizar los sitios no autorizados.</p>

<sup>26</sup> Secretaría Sectorial de Agua y Ambiente. 2001. Guía de buenas prácticas ambientales en el sector de la construcción y demolición. Murcia, ESP.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>e). Proteger de la lluvia y de la humedad a los elementos metálicos para evitar su corrosión y daños que imposibilite su uso en la construcción. En caso de generarse residuos metálicos no recuperables para la obra, se recomienda enviarlos a un gestor de metales autorizado.</p> <p>f). Ajustar los volúmenes de residuos a transportar, de acuerdo a la capacidad del vehículo a utilizar, y manejar los residuos en recipientes resistentes y de adecuada capacidad para su transporte.</p> <p>g). Los residuos peligrosos como los envases y materiales contaminados (trapos, papeles, ropas) deben ser entregados para ser tratados por gestores autorizados. En caso de no contar con gestores autorizados, se recomienda evitar el almacenamiento de envases y de residuos peligrosos incompatibles entre sí y realizar su disposición de acuerdo a la legislación vigente (ver marco legal de esta guía).</p> <p>h). Se deberán tomar las medidas que garanticen el buen manejo de los residuos sólidos, ya sea capacitando a los trabajadores o contratando a un tercero para el manejo y disposición final de los mismos.</p> <p>i). Se debe evitar la incineración de residuos en la construcción y el vertimiento de sustancias contaminantes en las redes de saneamiento y cauces públicos. Los residuos deberán disponerse solamente en sitios autorizados por la municipalidad.</p>	

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

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de los residuos líquidos en las actividades de construcción es la contaminación al agua y el suelo por la acumulación o mal manejo de los mismos. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-22.</b> Implementar un plan de gestión de residuos líquidos que considere, como mínimo, lo siguiente:</p> <p>a). Construir fosas sépticas o hacer uso de sanitarios portátiles, los cuales deben recibir un mantenimiento apropiado<sup>27</sup>.</p> <p>b). Destinar un área de lavado de equipo y herramientas conectada a las cunetas temporales de drenaje que, a su vez, se viertan en depósitos debidamente impermeabilizados para su tratamiento o disposición final.</p> <p>c). Siempre que se disponga de suficiente espacio en la obra, minimizar el consumo de agua utilizada para la limpieza de las máquinas, almacenándola en un contenedor y re-usándola mediante bombeo para la limpieza de otros medios auxiliares.</p>	<p><b>CC-20.</b> Si el agua y suelo sufrieron impactos por la gestión inadecuada de los residuos líquidos de la construcción, en la medida de lo posible, se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente. Igualmente, se deberá rediseñar el plan o procedimiento de manejo definiendo recomendaciones ambientales más estrictas. En este sentido, se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos líquidos.</p> <p><b>CC-21.</b> Si el sistema sanitario seleccionado no funciona, se deberá implementar otra alternativa de tratamiento que evite la contaminación del agua y del suelo.</p>

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

El principal impacto producido por la falta de gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones durante la etapa de construcción, es la contaminación del agua o el suelo a causa de derrames de lubricantes y combustibles, y por la disposición inadecuada de residuos en general (piezas de tela con grasas, etc.). De esta forma, para mitigar o corregir este impacto, es necesario implementar las siguientes recomendaciones:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-23.</b> Implementar el plan de mantenimiento periódico del equipo y maquinaria, y designar responsables.</p>	<p><b>CC-22.</b> Ante la contaminación del suelo por derrames de lubricantes y combustibles, se deberá cubrir la zona afectada con material absorbente (aserrín, tierra, etc.) y, posteriormente, remover la capa de suelo y trasladarla a un sitio autorizado por la autoridad competente para su disposición final.</p>

<sup>27</sup> Astorga, A. 2006. Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de la infraestructura urbana. San José, CR. UICN. 99 pp.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-24.</b> El plantel para el mantenimiento del equipo debe estar debidamente acondicionado, de forma que no represente riesgos e impactos al agua, aire y suelo. En caso que ocurran incidentes por la ausencia de un sitio adecuado para el mantenimiento del equipo éste deberá habilitarse de carácter urgente.</p> <p><b>CM-25.</b> Cuando no sea posible realizar las operaciones de mantenimiento de vehículos y maquinaria en un plantel específico, se debe impermeabilizar la superficie de trabajo con plásticos o lonas para impedir la contaminación del suelo. Gestionar el material de protección contaminado como residuo peligroso.</p> <p><b>CM-26.</b> No se deben verter lubricantes, combustibles y otros productos en la red de saneamiento (alcantarillado) o en cuerpos de agua.</p> <p><b>CM-27.</b> Las bodegas temporales deben poseer las condiciones adecuadas de temperatura y deben estar retiradas de cuerpos receptores de agua. Igualmente, dentro de la bodega deben rotularse los productos, colocar advertencias de manejo (temperatura de almacenamiento, inflamabilidad, etc.) y ubicar equipo que permita controlar fugas (recipientes, aserrín, etc.) e incendios (extintores, etc.)</p>	<p><b>CC-23.</b> En la medida de lo posible, el agua contaminada por derrames de lubricante o combustible, se deberá tratar con agentes dispersantes o floculantes (autorizados por la autoridad competente) o deberá ser colectada por otro medio mecánico (materiales absorbentes, bombas de succión, etc.) para brindarle un tratamiento final.</p> <p><b>CC-24.</b> Si el programa de mantenimiento preventivo no es funcional, debe rediseñarse e implementarse un procedimiento más riguroso que permita evitar daños por la gestión inadecuada de lubricantes, combustibles, etc.</p>

### k. Para la reutilización y reciclaje

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

**Cuadro 19. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la reutilización y el reciclaje en la etapa de construcción**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-28.</b> Desarrollar charlas de concientización para promover el re-uso y reciclaje de los insumos durante la construcción.</p> <p><b>CM-29.</b> En la medida de lo posible se promoverá la clasificación de los residuos con el fin de que se favorezca su re-uso, reciclaje, manejo y disposición diferencial en función de su naturaleza y grado de peligrosidad para realizar una adecuada disposición final.</p> <p><b>CM-30.</b> Se recomienda reusar, en lo posible, los materiales en la propia obra y en cualquier caso gestionar los residuos de forma que se garantice su reciclado o recolección<sup>28</sup>. Podrían reciclarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Materiales pétreos como hormigón en masa, armado o pre comprimido, obra de fábrica cerámica o de otros materiales, piedra natural, gravas, arenas y vidrio.</li> <li>b). Materiales metálicos como plomo, cobre, hierro, acero, fundición, cinc, aluminio, etc.</li> <li>c). Plásticos, madera, cauchos entre otros.</li> </ul>	<p><b>CC-25.</b> Si se han realizado impactos al agua y suelo por la gestión inadecuada de los residuos de la etapa de construcción, en la medida de lo posible se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente. Igualmente, se deberá rediseñar el programa de re-uso y reciclaje definiendo parámetros técnicos adicionales. En este sentido, se puede considerar capacitar e incentivar a los trabajadores y contratar a un experto en reciclaje y re-uso de residuos de la construcción.</p>

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

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

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-31.</b> Si el plan de contingencia no contempla el reglamento de higiene y seguridad para el contratista, se recomienda su elaboración. Además, si la obra de construcción requiere más de 10 trabajadores, se debe conformar un Comisión de Salud Ocupacional tal y como lo establece el Código de Trabajo<sup>29</sup>.</p>	<p><b>CC-26.</b> En los casos en que se afecte la salud de las personas debido a un accidente laboral, se deberán brindar los primeros auxilios pertinentes o trasladar al empleado a una clínica o centro hospitalario para contrarrestar el daño.</p>

<sup>28</sup> Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra. 2006. Guía de buenas prácticas ambientales: construcción de Edificios.

<sup>29</sup> Código del Trabajo. Decreto No. 189 edición actualizada.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CM-32.</b> Si el plan de contingencia no contempla el reglamento de higiene y seguridad para el contratista, se recomienda su elaboración. Además, si la obra de construcción requiere más de 10 trabajadores, se debe conformar un Comisión de Salud Ocupacional tal y como lo establece el Código de Trabajo<sup>6</sup>.</p> <p><b>CM-33.</b> Dotar a los trabajadores con el equipo de protección personal (cascos, guantes, mascarillas, botas, etc.) de acuerdo a los requerimientos de seguridad de la obra que se está desarrollando (soldadura, electricidad, etc.) El uso del equipo será obligatorio y la empresa será la responsable de hacer cumplir esta disposición. Además, la empresa deberá instalar y dar mantenimiento a un botiquín de primeros auxilios en el área de construcción.</p> <p><b>CM-34.</b> Capacitar a los trabajadores en el uso correcto de la maquinaria y equipo requerido en la construcción así como en temas de riesgo laboral, hojas de seguridad (intoxicaciones, accidentes, enfermedades, etc.) y el uso de equipo de protección personal.</p> <p><b>CM-35.</b> Se recomienda colocar extintores en las áreas susceptibles a incendios (bodega, plantel de mantenimiento, vehículos, maquinaria y equipo). Estos extintores deberán someterse a revisión periódica y se deberá capacitar al personal en su uso correcto.</p> <p><b>CM-36.</b> Se debe evitar la intervención en las áreas de protección de las lagunas, ríos y quebradas, o a menos de 50 metros de cualquier cuerpo de agua.</p> <p><b>CM-37.</b> Para evitar daños a la salud de las personas y la contaminación al agua y el suelo por eventos naturales (huracanes, inundaciones, etc.) que dispersen los residuos y sustancias peligrosas del plantel, se deberá contar con un plan de contingencia para desastres y capacitar al personal en su uso (asignar responsable, establecer funciones y brigadas, definir rutas de evacuación, etc.)</p>	<p><b>CC-27.</b> En los casos en que se afecte la salud de las personas debido a un accidente laboral, se deberán brindar los primeros auxilios pertinentes o trasladar al empleado a una clínica o centro hospitalario para contrarrestar el daño.</p> <p><b>CC-28.</b> El plan de contingencias deberá rediseñarse estableciendo medidas de prevención más rigurosas.</p> <p><b>CC-29.</b> Ante la ocurrencia de eventos naturales en el área de construcción (inundaciones, huracanes, deslaves, etc.) se deberá realizar una limpieza general del predio, recolectando en la medida de lo posible los residuos y sustancias peligrosas.</p> <p><b>CC-30.</b> Reportar los impactos a las autoridades pertinentes (Comité Permanente de Contingencias, etc.)</p>

## 2. INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Los indicadores de gestión ambiental permiten estimar el esfuerzo realizado para reducir los impactos ambientales generados por las actividades de la etapa de construcción. Concretamente, sus objetivos son:

- d). Medir hasta qué punto están integrados los aspectos ambientales durante la construcción del ingenio azucarero.
- e). Mostrar conexiones entre los impactos ambientales y las actividades de la gestión ambiental.
- f). Evaluar el estado en la implementación de las medidas de mitigación o corrección del impacto ambiental.

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

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

Fuente: Elaboración: CNP+LH.

## C. ETAPA DE OPERACIÓN

La presente sección establece las acciones que deben ser implementadas en la etapa de operación del proyecto para mitigar o corregir los impactos generados en cada una de sus subetapas. Cabe mencionar que las subetapas de operación corresponden a las fases para el procesamiento de la caña de azúcar.

Igualmente, se exponen las principales recomendaciones que deben implementarse para corregir o mitigar los impactos ambientales generados por la inadecuada gestión del sistema de tratamiento de los residuos del ingenio.

Sin embargo, antes de presentar las recomendaciones, o buenas prácticas ambientales, es necesario exponer los impactos específicos que cada subetapa de operación puede ocasionar en los factores o componentes ambientales (aire, agua, suelo, recursos biológicos y paisajísticos).

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

FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE OPERACIÓN EN UN INGENIO		OPERACIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO
		ÁREA DE MOLIENDA	ÁREA DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR	
AIRE	Contaminación por emisiones atmosféricas interiores producto del inadecuado manejo de sustancias peligrosas	▲	▲	
	Incremento en el ruido	▲	▲	
	Generación de malos olores			▲
AGUA	Contaminación del agua por residuos sólidos	▲	▲	▲
	Disminución del recurso por consumo de agua industrial y usos generales en cantidad y calidad	▲	▲	
SUELO	Contaminación por derrames de productos químicos, combustibles y lubricantes	▲	▲	
RECURSOS BIOLÓGICOS Y PAISAJÍSTICOS	Pérdida o alteración de los recursos paisajísticos y biológicos.		▲	

Elaboración: CNP+LH

Además de exponer los principales impactos ambientales ocasionados a cada factor o componente ambiental, es fundamental analizar y presentar los impactos ambientales específicos que pueden ocurrir por la falta de gestión de ciertos insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son clave para un adecuado manejo ambiental de todo el proceso productivo, y del sistema de tratamiento de los residuos por el procesamiento de la caña de azúcar. (Cuadro 23).

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

DESCRIPCIÓN	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE OPERACIÓN		OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO
		ÁREA DE MOLIENDA	ÁREA DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR DE CAÑA	
Energía l	Emisiones al ambiente por incremento en la demanda del recurso		x	

DESCRIPCIÓN	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE OPERACIÓN		OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO
		ÁREA DE MOLIENDA	ÁREA DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR DE CAÑA	
ENERGÍA	Emisiones al ambiente por incremento en la demanda del recurso		▲	
SUSTANCIAS PELIGROSAS	Contaminación del agua y el suelo por derrames		▲	
RESIDUOS SÓLIDOS	Contaminación de agua y suelo por acumulación o inadecuado manejo de los residuos	▲	▲	▲
RESIDUOS LÍQUIDOS	Contaminación de agua y suelo por la gestión inadecuada de los residuos	▲	▲	▲
MANTENIMIENTO DE EQUIPO E INSTALACIONES	Contaminación del agua y el suelo por fugas en maquinaria, derrames e inadecuada disposición de residuos		▲	
REÚSO Y RECICLAJE	Contaminación del agua y suelo por gestión inadecuada de los residuos.	▲	▲	▲
	Disminución en la disponibilidad de los recursos	▲	▲	
RIESGOS Y AMENAZAS	Contaminación de suelos y agua	▲	▲	▲
	Daño a la salud de las personas	▲	▲	▲
EFFECTOS ACUMULATIVOS	Contaminación de todos los factores ambientales por elementos residuales y daños a la salud			▲

Elaboración: CNP+LH

## I. BUENAS PRÁCTICAS EN LA OPERACIÓN

La etapa de operación consta de las subetapas de molienda y fabricación del azúcar. Dentro de la etapa de molienda, se incluye la recepción, pesaje de la caña, lavado, preparación y molienda. Por otro lado, en la etapa de fabricación se incluye la clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación, refinación, secado y empaque del azúcar. Las actividades de ambas etapas ocasionan impactos a diferentes factores ambientales por la emisión de contaminantes, escorrentía, pisoteo de la caña, lavado del área, emisiones de material particulado y la contaminación de suelos por los lodos generados del lavado y por derrames de combustibles o sustancias químicas, que deben ser controlados.

A continuación, se presentan las principales recomendaciones para mitigar o corregir los impactos generados por dichas actividades.

**a. Para la gestión del aire**

Los principales impactos producidos en el aire durante el procesamiento de la caña de azúcar son la contaminación por emisiones de gases sulfurosos; vapor y material particulado al exterior del ingenio; la contaminación del aire al interior del ingenio por emisiones propias de la combustión de las calderas, utilizadas para la generación de energía; y el incremento en los niveles de ruido. Para mitigar o corregir estos impactos se deberán implementar las siguientes medidas<sup>30</sup>:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-1.</b> Optimizar la alimentación de la caña.</p> <p><b>OM-2.</b> Implementar programas de control de fugas de vapor y estado de aislantes térmicos.</p> <p><b>OM-3.</b> Se recomienda verificar fugas de vapor y el estado de los aislantes térmicos en las calderas, de acuerdo al programa de mantenimiento de equipo e instalaciones del ingenio.</p> <p><b>OM-4.</b> Utilizar la cantidad necesaria de bagazo y realizar una adecuada disposición del excedente.</p> <p><b>OM-5.</b> Se recomienda utilizar la cantidad óptima de azufre que absorbe el jugo.</p> <p><b>OM-6.</b> Realizar la adecuada manipulación de los sacos que contienen productos químicos.</p> <p><b>OM-7.</b> Revisar periódicamente los elevadores de azúcar para corregir fugas de polvillo reduciendo las emisiones de partículas suspendidas.</p> <p><b>OM-8.</b> Se recomienda utilizar sistemas de control de emisiones de material particulado en calderas.</p> <p><b>OM-9.</b> Instalar filtros de alta tecnología en las calderas, cuya función es lavar los gases producidos por la combustión de la biomasa ayudando a minimizar el impacto y cumplir con los parámetros establecidos en la normativa internacional del Banco Mundial, mientras se desarrolla el marco regulatorio nacional.</p> <p><b>OM-10.</b> Para reducir la generación de ruido se recomienda utilizar sistemas aisladores de ruido en la maquinaria, en la medida de lo posible. Además, se recomienda verificar periódicamente el buen funcionamiento de la maquinaria para evitar la generación de ruidos por funcionamiento incorrecto.</p>	<p><b>OC-1.</b> En el caso que las emisiones de gases, olores y vapores generadas durante el proceso superen los niveles permisibles, se deben indentificar las áreas de la planta en donde se están incrementando estas emisiones para realizar las acciones necesarias para reducir estos niveles. Asimismo, se debe aumentar la frecuencia de la medición de emisiones hasta que estas queden controladas. Mientras las emisiones superen los límites permisibles, se proporcionará equipo de protección adecuado.</p> <p><b>OC-2.</b> En el caso de afectar a los empleados por la absorción de gases sulfurosos se debe proporcionar de inmediato los primeros auxilios, ventilar la zona y evitar el ingreso de empleados.</p> <p><b>OC-3.</b> Realizar mediciones periódicas de las emisiones a la atmósfera generadas por la fábrica con el fin de tomar las acciones necesarias para mantener estas emisiones dentro de los niveles permitidos.</p> <p><b>OC-4.</b> Cuando los ruidos superen los niveles aceptados para este tipo de industria, se deberán analizar las causas del incremento y elaborar un plan de acción para reducirlos.</p>

30 Ministerio del Ambiente. 2005. Guía ambiental para el subsector de caña de azúcar. Colombia. 90 pp.

## b. Para la gestión del agua

El principal impacto en el agua es su contaminación por el derrame de floculante, desbordes de material dulce, lubricantes, entre otros. La disminución en la disponibilidad del recurso es otro importante impacto. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-11.</b> Se recomienda implementar un plan de ahorro y uso eficiente de agua, asignar un responsable para su implementación, darle seguimiento y revisarlo oportunamente. En el plan se debe considerar el uso de pistolas de presión en mangueras, el uso de carteles de cocientización etc.) También, el uso eficiente del agua para el lavado, estableciendo volúmenes de agua requeridos y tiempos de acuerdo a los volúmenes de caña a procesar. Igualmente, se recomienda implementar un registro general de consumo de agua.</p> <p><b>OM-12.</b> Se deberán controlar los niveles de llenado para evitar los desbordes de material.</p> <p><b>OM-13.</b> Realizar revisiones periódicas del sistema de conducción de agua para evitar pérdidas por fugas.</p> <p><b>OM-14.</b> Se recomienda instalar equipo económico para el ahorro de agua como delimitadores de flujo, si el lavado de la caña es con agua y no con vibradores. Además, se recomienda instalar sistemas sanitarios diseñados para el ahorro del agua.</p> <p><b>OM-15.</b> Utilizar los sistemas de enfriamiento de circuito cerrado de los equipos durante la evaporación y clarificación, de manera óptima.</p> <p><b>OM-16.</b> Verificar periódicamente el óptimo funcionamiento del sistema de reciclaje del agua durante la evaporación y cristalización, para evitar pérdidas.</p>	<p><b>OC-5.</b> Cuando se observen consumos de agua excesivos, fugas y cualquier otra anomalía que contribuya al desperdicio de este recurso durante las actividades del proceso productivo, se deberá asignar un responsable del cumplimiento de las actividades del plan de ahorro y uso eficiente de agua, para que dé seguimiento a las labores de detección de fugas de agua en tuberías y accesorios, bebederos y otros equipos. Además, para que implemente registros de consumo. Se recomienda redefinir los procedimientos de operación en el aseo (forma eficiente de lavado, etc.) Esto corregirá la disminución del recurso por las actividades del ingenio azucarero.</p> <p><b>OC-6.</b> Cuando ocurran derrames y fugas en el proceso productivo, ya sea por fugas del sistema de conducción (tuberías) o incorrecto manejo del mismo (falta de limpieza, mantenimiento general, etc.), se deberá realizar su corrección de inmediato.</p>

## c. Para la gestión del suelo

El principal impacto en el suelo por la operación del ingenio es su contaminación, como resultado de derrames de productos químicos, combustibles y lubricantes. Por lo tanto, para mitigar y corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes medidas:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-17.</b> Durante la etapa de molienda se recomienda analizar la probabilidad de mejorar los sistemas de alimentación de caña, para evitar derrames<sup>31</sup>.</p> <p><b>OM-18.</b> Capacitar a los empleados en el manejo de productos químicos, para reducir las probabilidades de derrame en el suelo de estos insumos.</p> <p><b>OM-19.</b> Se recomienda realizar un buen manejo de los lubricantes o productos químicos para evitar la contaminación del suelo (almacenar adecuadamente en bodegas, control de derrames en transporte interno y aplicación, etc.)</p> <p><b>OM-20.</b> Realizar las actividades de mantenimiento de los sistemas de drenaje del ingenio que permita disminuir los excesos de agua pero que, a la vez, conserve la estabilidad de los terrenos.</p> <p><b>OM-21.</b> Se recomienda implementar un plan de reforestación en el área del ingenio azucarero para mejorar las condiciones del suelo y asignar un responsable.</p>	<p><b>OC-7.</b> Ante la contaminación por el derrame de productos químicos, se deberá recolectar el producto y se deberá promover la estabilización del área que sufrió el impacto (usar aserrín, arena o cal).</p>

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

Los principales impactos ocasionados a los recursos biológicos y paisajísticos son su pérdida o alteración. Por lo tanto, para mitigar y corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-22.</b> En caso de que se presente cobertura vegetal dentro del área del proyecto y en las cercanías de sus linderos, planificar la obra de forma tal que la misma sirva de barrera amortiguadora de los impactos paisajísticos del proyecto.</p>	<p><b>OC-8.</b> Si se ha dañado la flora nativa que contribuye al paisaje dentro de la zona del proyecto, se deberá proceder a rehabilitarla (reforestación, mantenimiento, etc.). Además, si las barreras vivas no cumplen la función de aislar el ingenio azucarero, éstas se deberán fortalecer a través de resiembras o cambio de especie.</p>

31 Ídem.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-23.</b> Mantener un programa de reforestación y mantenimiento de la zona con especies nativas o especies adaptadas.</p> <p><b>OM-24.</b> No se deben disponer los residuos sólidos (barriles) y domésticos (botes, sacos, etc.) sobre laderas, drenajes o cualquier otro lugar donde se pueda alterar la calidad del paisaje, obstaculizar el libre tránsito por la zona y alterar el flujo natural de las corrientes de agua.</p>	<p><b>OC-9.</b> Si se ha hecho una inadecuada disposición de los residuos sólidos productivos o domésticos de forma que se afecte el paisaje, se deberá proceder al retiro o remoción de los residuos y disponer adecuadamente de los mismos (rellenos sanitarios, etc.). Ahora bien, para contrarrestar el impacto en el medio natural, se deberá estabilizar el área (si es necesario) y programar la siembra de vegetación (grama, árboles, etc.)</p>

### e. Para la gestión de la energía

Debido a que, como se ha dicho anteriormente, en Honduras la mayor parte de la energía que se produce es generada por combustibles fósiles, el principal impacto en la gestión de este recurso es el aumento de las emisiones al ambiente, por el incremento en la demanda. A mayor consumo de energía-combustibles, se producen mayores emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero (dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>). Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes medidas:

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-25.</b> Se recomienda implementar un plan de mantenimiento de equipo e instalaciones eléctricas (incluir el aislamiento de circuitos eléctricos de forma adecuada y revisar con regularidad que no presenten corrosión ni posibilidad de corto circuito) y asignar un responsable.</p> <p><b>OM-26.</b> Se recomienda implementar un programa de eficiencia energética (capacitación, rotulación, selección de equipo etc.) en el uso eficiente de la energía.</p> <p><b>OM-27.</b> Se recomienda instalar un medidor de consumo de energía en cada una de las diferentes áreas del proceso.</p> <p><b>OM-28.</b> Se recomienda realizar una revisión de la tarifa mensual y establecer un registro de la energía consumida por tonelada de azúcar producida.</p>	<p><b>OC-10.</b> Cuando se observen consumos excesivos de energía eléctrica durante las actividades productivas, se deberá asignar un responsable del cumplimiento de las actividades del plan de ahorro y uso eficiente de energía, para que de seguimiento a las labores de mantenimiento del sistema eléctrico e implemente los registros de consumo. Además, se recomienda realizar un diagnóstico energético que ayude a redefinir los procedimientos de operación, lo que ayudará a disminuir la demanda del recurso.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-29.</b> Se recomienda que en las instalaciones de calderas para la generación de vapor, durante el procesamiento de la caña de azúcar<sup>32</sup>, se realice lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Verificación periódica de la eficiencia de la combustión, una vez la planta se encuentre en operación.</li> <li>b). Monitoreo de los gases de combustión para comprobar la eficiencia de la combustión.</li> <li>c). Observar la acumulación de hollín en el área donde pasan los humos negros, ya que esto impide el intercambio eficiente de calor al convertirse en aislante, por lo que debe limpiarse periódicamente.</li> <li>d). Se recomienda revisar el cuadro 29, sobre eficiencias típicas para calderas industriales nuevas.</li> </ul>	

**Cuadro 29. Eficiencias típicas para calderas industriales nuevas**

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

Fuente: PESIC, 2006.

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

El principal impacto causado por el inadecuado uso y manejo de las sustancias peligrosas durante el procesamiento de la caña de azúcar es la contaminación del agua, aire y suelo por derrames de productos durante el proceso de producción. De esta forma, para mitigar y corregir los impactos se deben implementar las siguientes medidas:

<sup>32</sup> CMP+L (Centro Mexicano de Producción más Limpia). 2004.

**Cuadro 30. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-30.</b> Las sustancias peligrosas serán adquiridas de acuerdo a las necesidades<sup>33</sup>. Se debe realizar una rotación rápida.</p> <p><b>OM-31.</b> Los productos deberán contar con etiquetas, panfletos y hojas de seguridad en español, donde se pueda obtener información sobre identificación de riesgos, primeros auxilios, peligro de fuego y explosión, medidas en caso de accidente, manejo y almacenamiento, equipo de protección, e información toxicológica, entre otros datos<sup>34</sup>. Además, las hojas de seguridad deben ser de conocimiento de los empleados que las manejan y deben tomar en consideración las disposiciones legales para el manejo de cada una de las sustancias<sup>35</sup>.</p> <p><b>OM-32.</b> Brindar fácil acceso a las hojas de seguridad del azufre, soda cáustica, ácido clorhídrico, ácido fosfórico y cualquier otro insumo almacenado que se califique como peligroso.</p> <p><b>OM-33.</b> Implementar un plan de contingencias para el manejo de sustancias peligrosas y designar un responsable de su revisión, implementación y actualización. El plan de contingencias deberá establecer procedimientos ante la contaminación de ríos y quebradas.</p> <p><b>OM-34.</b> Además, los procedimientos de prevención, control y actuación de los operarios en caso de vertidos y fugas accidentales, deben incluir la preferencia de recoger en seco el material vertido, siempre que sea posible, antes de limpiar con agua. Todas estas acciones deben ser acordes a la hoja técnica y de seguridad del químico vertido.</p> <p><b>OM-35.</b> Programar capacitaciones para el personal que maneja residuos peligrosos y definir protocolos de actuación ante contingencias, de acuerdo al plan diseñado<sup>36</sup>.</p> <p><b>OM-36.</b> Mantener el azufre aislado de materiales orgánicos, nitratos, carburos, cloratos y polvos metálicos. El azufre por sí mismo no es inflamable.</p>	<p><b>OC-11.</b> En los casos en que se afecte la salud de las personas debido a un accidente laboral, se deberán brindar los primeros auxilios pertinentes o trasladar al empleado a una clínica o centro hospitalario para contrarrestar el daño.</p> <p><b>OC-12.</b> En caso de que ocurran derrames y fugas de los materiales almacenados, ya sea por averías en el sistema de conducción o mal estado de los tanques de almacenamiento, se deberá recolectar el material de inmediato antes que sus efectos se propaguen; además, el personal que realice esta labor debe contar con el equipo de seguridad necesario para su protección. Siempre que sea posible, el producto recogido deberá reusarse. En caso contrario, se gestionará como residuo de forma adecuada.</p> <p><b>OC-13.</b> Cuando ocurran derrames de sustancias peligrosas al suelo se deberá proceder a limpiar de acuerdo a las instrucciones de las hojas técnicas y de seguridad; posteriormente, los residuos deberán disponerse adecuadamente (rellenos especiales, etc.), y, en la medida de lo posible, se deberá estabilizar el área impactada y evitar que las sustancias derramadas lleguen a cuerpos receptores de aguas superficiales o subterráneas. En el caso que las medidas implementadas no controlen la situación, se debe notificar a la autoridad competente.</p> <p><b>OC-14.</b> En caso de que las sustancias peligrosas y sus equipos de aplicación se mantengan almacenados sin las especificaciones técnicas recomendadas (temperatura, luminosidad, humedad, etc.), se debe proceder a colocarlos bajo las condiciones adecuadas.</p> <p><b>OC-15.</b> En el caso que los tanques de almacenamiento de soda cáustica, azufre o ácido fosfórico, presenten fugas, se deberá implementar los procedimientos establecidos en las fichas de seguridad de dichos productos para controlar el derrame.</p>

33 Secretaría Sectorial de Agua y Ambiente. 2001. Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Sector de la Construcción y Demolición. Murcia, ESP.

34 Ídem.

35 Ministerio del Ambiente. 2005. Guía ambiental para el subsector de caña de azúcar. Colombia. 90 pp.

36 Larrosa, R. 2006. Proceso para la Producción de Biodiesel.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-37.</b> Para evitar la evaporación de la soda cáustica, no debe almacenarse en contenedores de aluminio ni utilizar accesorios ni líneas de transferencia de aluminio, ya que se puede generar hidrógeno inflamable.</p> <p><b>OM-38.</b> Se debe rotular todo recipiente (tubería, tanque, etc.) que contenga azufre.</p> <p><b>OM-39.</b> Capacitar al personal que está directamente relacionado con el manejo de sustancias peligrosas, respecto a la aplicación de protocolos de emergencia, cuando ocurran derrames. De forma tal, que puedan manejar y controlar un derrame para evitar la contaminación a fuentes de agua superficiales o subterráneas.</p> <p><b>OM-40.</b> Controlar el uso de todas las sustancias peligrosas que se manipulen en la actividad y prevenir el desperdicio o el uso indebido por parte de los trabajadores.</p> <p><b>OM-41.</b> El sitio de almacenamiento debe cumplir con la legislación que regula la gestión integral de sustancias químicas peligrosas. Se deberán seguir los lineamientos de segregación de productos químicos.</p> <p><b>OM-42.</b> Se deberá disponer de drones de salvamento y kit de reparaciones de barriles en el área de almacenamiento. Es importante evitar la acumulación de residuos o subproductos evacuándolos del sitio, una vez terminado su contenido.</p> <p><b>OM-43.</b> Se deberá disponer un área específica para el almacenamiento de barriles que serán devueltos a los proveedores. El área de almacenamiento de los insumos debe contar con drenajes conectados a una pila de recolección en caso de derrames.</p>	<p><b>OC-16.</b> Para evitar la contaminación a cuerpos receptores, por derrame de sustancias químicas almacenadas, se deberán establecer puntos de control en las áreas de almacenamiento para la comprobación del buen estado de los recipientes.</p> <p><b>OC-17.</b> Elaborar un informe de emergencias ambientales ante la ocurrencia de derrames y replantear el plan de contingencia y prevención de recurrencia si es necesario <sup>37</sup>.</p>

### g. Para la gestión de residuos sólidos

Los principales impactos de la generación de residuos sólidos son la contaminación del suelo y el agua, debido a la acumulación y el inadecuado manejo de los mismos. Por lo que, para mitigar y corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas<sup>38</sup>:

<sup>37</sup> Centro de Actividad Regional de Europa para la Producción más Limpia. 2002. Barcelona, España.

<sup>38</sup> Ídem.

**Cuadro 3 I. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-44.</b> Implementar un plan de gestión de residuos sólidos que permita manejar los residuos de forma que se eviten daños al ambiente y a la salud de las personas. El plan debe considerar, como mínimo, lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Durante la molienda, se recomienda recoger los residuos en seco antes de realizar las actividades de lavado.</li> <li>b). En la medida de lo posible, hay que clasificar y separar los residuos.</li> <li>c). Los residuos sólidos deben retirarse periódicamente y deben disponerse en los sitios indicados y autorizados por la autoridad competente.</li> <li>d). Realizar la disposición final de los residuos sólidos con base en el plan de transporte. El plan de transporte estará definido por los volúmenes generados, y los sitios de disposición deberán ser autorizados por la autoridad competente.</li> <li>e). Proteger de la lluvia y de la humedad los elementos metálicos para evitar su corrosión y daños que imposibiliten su re-uso. En caso de generarse residuos metálicos no recuperables, se recomienda enviarlos a un gestor de metales autorizado.</li> <li>f). Ajustar los volúmenes de residuos a transportar, de acuerdo a la capacidad del vehículo que se utilizará, y manejar los residuos en recipientes resistentes y de adecuada capacidad para su transporte.</li> <li>g). No deben mezclarse los residuos peligrosos. Los residuos peligrosos como los envases y materiales contaminados (trapos, papeles, ropas) deben ser entregados para ser tratados por gestores autorizados. En caso de no contar con gestores autorizados se recomienda evitar el almacenamiento de envases y de residuos peligrosos incompatibles entre sí, y realizar su disposición de acuerdo a la legislación vigente (ver marco legal de la presente guía).</li> </ul>	<p><b>OC-18.</b> Si el agua y el suelo sufrieron impactos por la inadecuada gestión de los residuos sólidos domésticos y del proceso productivo mismo se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente. Igualmente, se deberá rediseñar el plan o procedimiento de manejo definiendo recomendaciones ambientales más estrictas. En este sentido, se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos sólidos.</p> <p><b>OC-19.</b> De no existir un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos domésticos, se deberán realizar las gestiones requeridas ante la autoridad competente para que indique el lugar y la forma adecuada para su disposición.</p> <p><b>OC-20.</b> Cuando los empleados no estén realizando las limpiezas en seco, se les deberá capacitar en estos aspectos.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>h). Se deberán tomar las medidas que garanticen el buen manejo de los residuos sólidos, ya sea capacitando a los trabajadores o contratando a un tercero para el manejo y disposición final de los mismos.</p> <p>i). Si los residuos sólidos son manejados por un gestor, éste deberá tener el permiso municipal para poder brindar el servicio al ingenio.</p>	

### h. Para la gestión de residuos líquidos

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de los residuos líquidos es la contaminación del agua y el suelo por la acumulación o el inadecuado manejo de los mismos durante el proceso de producción. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, es necesario implementar las siguientes recomendaciones<sup>39</sup>:

**Cuadro 32. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-45.</b> Implementar un plan de gestión de residuos líquidos (identificar residuos, definir áreas de lavado de maquinaria y equipo, manejo de las aguas residuales, etc.)</p> <p><b>OM-46.</b> Se recomienda lavar la caña cuando sea estrictamente necesario.</p> <p><b>OM-47.</b> Se recomienda evaluar y optimizar el sistema de lavado de caña, analizando las áreas de oportunidad para la instalación de equipo ahorrador de agua, o bien, la implementación de sistemas de limpieza de caña en seco (vibradores).</p> <p><b>OM-48.</b> El agua residual, producto del agua del lavado, con presencia de azúcares, azufre, soda cáustica, etc. debe ser enviada a la planta de tratamiento y cumplir con la norma técnica nacional.</p> <p><b>OM-49.</b> En caso de existir traslado de residuos líquidos, dentro y fuera del predio, se deberá utilizar un sistema de transporte hermético que evite derrames o escurrimientos.</p> <p><b>OM-50.</b> Se prohíbe realizar el vertido directo de residuos líquidos con contenidos de sustancias peligrosas (lubricantes, químicos, etc.) a cuerpos receptores.</p>	<p><b>OC-21.</b> Si el agua y el suelo sufrieron impactos por la gestión inadecuada de los residuos líquidos del proceso, en la medida de lo posible, se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente. Igualmente, se deberá rediseñar el plan o procedimiento de manejo definiendo recomendaciones ambientales más estrictas. En este sentido, se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos líquidos.</p>

<sup>39</sup> Ídem.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-51.</b> Se recomienda utilizar sistemas de enfriamiento en circuito cerrado para los equipos.</p> <p><b>OM-52.</b> Otra medida puede ser recolectar las grasas en trampas de grasas.</p> <p><b>OM-53.</b> También, canalizar derrames y realizar su posterior recuperación para introducirlos nuevamente al proceso.</p> <p><b>OM-54.</b> Se deberá verificar periódicamente el óptimo funcionamiento de los sistemas de drenaje de las aguas residuales, verificando que no existan fugas.</p>	

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

El principal impacto producido por el inadecuado mantenimiento del equipo e instalaciones durante el procesamiento de la caña de azúcar es la contaminación originada por derrames, piezas de tela contaminadas, inadecuada disposición de los residuos, entre otros. Para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes:

**Cuadro 33. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del mantenimiento de equipo e instalaciones en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-55.</b> Se recomienda implementar un programa de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, en el que se deberán considerar, entre otras, las siguientes acciones:</p> <p>a). De existir manuales de uso y mantenimiento original del equipo, éstos deben estar en manos del responsable de mantenimiento y tener el pleno conocimiento de los mismos.</p> <p>b). Establecer un manual mínimo de buen uso para los operarios de la maquinaria, que incluya la limpieza del equipo y el área de trabajo. Los operarios deberán ser capacitados en su uso.</p> <p>c). Se recomienda crear un registro de averías e incidencias, que será de constante uso por parte de los responsables del mantenimiento. Esto le sirve de guía al operador para el óptimo mantenimiento del equipo.</p> <p>d). Establecer un registro de puntos de comprobación tales como niveles de lubricante, presión, temperatura, voltaje, peso, etc. así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.</p>	<p><b>OC-22.</b> En el caso de que el programa de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de la maquinaria no sea funcional, debe rediseñarse e implementarse un procedimiento más riguroso que permita evitar fugas repetitivas en la maquinaria. Se recomienda que cada seis meses se revisen los procedimientos y se realicen correcciones.</p> <p><b>OC-23.</b> En caso de que los productos utilizados para el mantenimiento o manejo de equipo e instalaciones se mantengan almacenados sin las especificaciones técnicas recomendadas (temperatura, etc.) o cerca de cuerpos de agua, se deberá proceder a colocarlos bajo las condiciones adecuadas. No obstante, cuando ocurran derrames de estos productos al suelo se procederá a limpiar el lugar en seco, utilizando material absorbente (por ejemplo, aserrín) y recipientes de recolección.p Posteriormente, los residuos deberán disponerse adecuadamente (rellenos especiales, etc.)</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>e). El departamento o el responsable del mantenimiento deberá establecer un plan o programa de lubricación de la misma forma, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.</p> <p>f). En cuanto a transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, etc. los fabricantes suelen facilitar un número de horas aproximado o máximo de funcionamiento, pero que dependerá mucho de las condiciones de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc. Por lo tanto, no tomar esos plazos máximos como los normales para su sustitución, sino calcular esa sustitución en función del comentario de los operarios, la experiencia de los técnicos de mantenimiento, incidencias anteriores, etc.</p> <p>g). Se recomienda crear un listado de accesorios, repuestos, recambios para el equipo, procurando disponer siempre de un stock mínimo para un plazo temporal 2 veces el plazo de entrega del fabricante, sin olvidar épocas especiales como vacaciones, etc.</p> <p>h). En el caso que ocurran incidentes por la ausencia de un sitio adecuado para el mantenimiento del equipo, éste deberá habilitarse de carácter urgente.</p>	

### j. Para la reutilización y el reciclaje

Los principales impactos producidos por no realizar la reutilización y reciclaje de materiales, como el bagazo de caña, la melaza, ceniza etc. durante el procesamiento de la caña de azúcar, es la contaminación del agua y el suelo por la gestión inadecuada de los residuos y la disminución en la disponibilidad de los recursos. Para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes:

**Cuadro 34. Medidas de mitigación y corrección para la reutilización y el reciclaje en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-56.</b> Implementar un programa de re-uso y reciclaje de ciertos residuos que se generen en la planta, y que puedan ser fuente de contaminación para el agua y el suelo. El programa debe incluir los siguientes aspectos:</p>	<p><b>OC-24.</b> Si han ocurrido impactos en el agua y el suelo por la gestión inadecuada de los residuos del proceso, en la medida de lo posible, se deberá proceder a realizar una limpieza del</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>a). Determinar las áreas o etapas del proceso en las que se produce cada residuo.</p> <p>b). Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos. Es importante clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado. Se recomienda identificar los principales residuos de la etapa de operación que tienen potencial de reutilización y reciclaje (ej. glucosa, alcohol etílico, levaduras, ácidos cítricos, lácticos, acéticos, entre otros) y establecer contactos con empresas que los pueden utilizar como materia prima.</p> <p>c). Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso productivo.</p> <p>d). Realizar análisis de composición de los residuos para definir el tratamiento a utilizar.</p> <p>e). Establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados.</p> <p>f). Determinar qué material puede ser re-usado en el proceso.</p> <p>g). Desarrollar un plan de venta de residuos y subproductos.</p>	<p>medio afectado y disponer los residuos adecuadamente (rellenos sanitarios, etc.) Igualmente, se deberá rediseñar el programa de reutilización y reciclaje definiendo parámetros técnicos adicionales. En este sentido, se puede considerar capacitar e incentivar a los trabajadores y buscar los métodos de reutilización y reciclaje más adecuado para los residuos.</p>

En el cuadro siguiente, se detallan los materiales que pueden ser reciclados o reutilizados del procesamiento de la caña de azúcar.

**Cuadro 35. Opciones de reutilización y reciclaje por tipo de residuo**

	RESIDUO	ORIGEN DEL RESIDUO	ACTIVIDAD PARA SU REUTILIZACIÓN O RECICLAJE	BENEFICIOS AMBIENTALES
REUTILIZACIÓN	Polvillo de azúcar	Centrifugación y separación.	Incorporación	Reducción en la generación de residuos.
RECICLAJE	Cachaza y ceniza	Molienda de caña de azúcar.	Incorporación de la cachaza a los campos de cultivo como fertilizante orgánico.	Reducción en el uso de fertilizantes químicos en los campos de cultivo.
	Melaza	A partir de la centrifugación.	Utilizar la melaza para alimentar al ganado vacuno o para la producción de etanol.	Venta como insumo a otras industrias.
	Bagazo	Molienda de la caña de azúcar	Utilización del bagazo para la generación de energía como combustible alternativo.	Reducción en las emisiones producidas por combustibles fósiles .

Elaboración: CNP+LH

### k. Para la gestión de riesgos y amenazas

Los principales impactos producidos por las amenazas y riesgos durante las actividades de producción de caña de azúcar son la contaminación del suelo y el agua, así como afectar directamente a las personas. Para mitigar o prevenir estos impactos, se deberán implementar las siguientes:

**Cuadro 36. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de riesgos y amenazas en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-57.</b> Se recomienda implementar un programa de riesgos y de seguridad industrial, en los que se deberán considerar, entre otras, las siguientes acciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Instruir a los operarios para que no desvíen los interbloques ni las alarmas y no alteren los puntos de ajuste de la maquinaria sin autorización.</li> <li>Aislar del proceso al equipo que tenga fugas o que se encuentre fuera de servicio.</li> <li>Documentar todos los derrames ocurridos en un mismo punto y su frecuencia. Esta es una medida de detección y corrección de anomalías.</li> <li>Instalar un sistema de válvulas de seguridad que incluya sistemas de cierre. Este sistema impide el escape del producto y la contaminación por vertido. Lo más usual es utilizar cierres mecánicos con dispositivos de alarmas y fugas en caso de avería de la llave principal.</li> <li>Programar capacitación para el personal que maneje residuos peligrosos y sobre el plan de respuesta a accidentes.</li> <li>Proveer a los trabajadores el equipo requerido, de acuerdo a las actividades que desarrollen.</li> <li>Se recomienda la existencia de un plan de contingencia de emergencia ambiental, con el fin de que la empresa y su personal este preparado en caso de un incidente. Asimismo, este plan debe ser revisado y adecuado periódicamente.</li> <li>Se deberá proveer de las fichas técnicas de información de los químicos peligrosos a las áreas donde se manipulan estas sustancias, con el fin de que las personas que las manejan tengan toda la información necesaria acerca de su manipulación y las acciones a tomar en caso de derrames o cualquier accidente. Estas fichas técnicas deben encontrarse en todas los lugares de uso, no únicamente en las áreas de almacenamiento.</li> </ol>	<p><b>OC-25.</b> En caso de algún accidente laboral, se deben hacer inmediatamente las investigaciones de las causas del mismo y, en el menor tiempo posible, tomar las acciones correctivas del caso, con el fin de prevenir situaciones similares en el futuro.</p> <p><b>OC-26.</b> Si ocurre algún impacto en la salud de las personas por accidentes laborales, se deberán brindar los primeros auxilios pertinentes o trasladar al empleado a un centro hospitalario para contrarrestar el daño. Posteriormente, el plan de salud y seguridad ocupacional deberá rediseñarse, estableciendo medidas de prevención más rigurosas.</p> <p><b>OC-27.</b> Si ocurriese el derrame de cualquier material peligroso, deberán seguirse las indicaciones de seguridad establecidas en la ficha técnica y hoja de seguridad de la sustancia derramada. En el caso que las medidas implementadas no controlen la situación, se debe notificar a la autoridad competente y recurrir a un experto.</p> <p><b>OC-28.</b> Se recomienda implementar o actualizar un plan de emergencias o contingencias.</p> <p><b>OC-29.</b> Si el sistema de tratamiento no remueve los contaminantes, de acuerdo a lo establecido en la norma, se deberán implementar las medidas necesarias para cumplir con los parámetros establecidos.</p> <p><b>OC-30.</b> Ante la ocurrencia de eventos naturales en el área del ingenio (inundaciones, por ejemplo), se deberá realizar una limpieza general del predio, recolectando en la medida de lo posible los residuos y sustancias peligrosas. Ahora bien, en caso de propagación de enfermedades a los humanos por los eventos naturales, se deberá proporcionar en la medida de lo posible el apoyo médico a todos los empleados del ingenio.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>i). Se recomienda hacer revisiones periódicas de la infraestructura del ingenio para identificar posibles zonas de riesgos y tomar las medidas preventivas pertinentes.</p> <p><b>OM-58.</b> Para evitar daños a la salud de las personas y la contaminación al agua y el suelo por eventos naturales (huracanes, inundaciones, etc.) que dispersen los residuos y sustancias peligrosas del ingenio, se deberá contar con un plan de contingencia para desastres y capacitar al personal en su uso (asignar responsable, establecer funciones y brigadas, definir rutas de evacuación, etc.)</p>	<p><b>OC-31.</b> Implementar o actualizar un plan de emergencias o contingencias.</p>

### I. Para la gestión de los efectos acumulativos

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

**Cuadro 37. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los efectos acumulativos en la etapa de operación**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-59.</b> En la medida de lo posible, implementar sistemas de gestión ambiental.</p> <p><b>OM-60.</b> Se prohíbe la acumulación de cualquier residuo (líquido o sólido) del ingenio sin ningún tratamiento de gestión. Esto evitará la contaminación del agua por lixiviados, la saturación de los poros del suelo por el exceso de residuos y el deterioro general del hábitat, entre otras consecuencias.</p> <p><b>OM-61.</b> Aunque se implementen sistemas de tratamiento para las aguas residuales (excretas, desinfectantes, etc.) y se realice una adecuada disposición de los residuos sólidos, se deberá desarrollar un sistema de monitoreo que constantemente analice y corrija las fugas de contaminantes al medio natural (lixiviados, etc.)</p> <p><b>OM-62.</b> De forma periódica, se recomienda realizar chequeos médicos a los empleados.</p>	<p><b>OC-32.</b> Si a través de estudios se comprueba el desarrollo de efectos acumulativos en cualquier factor ambiental (agua, suelo, etc.) por la presencia de elementos residuales, se deberá realizar un análisis del proceso para identificar todas las entradas y salidas del sistema, sus puntos críticos, y definir acciones más rigurosas de control y gestión. Igualmente, se recomienda informar a la autoridad competente de los impactos acumulativos identificados.</p>

## 2. BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El sistema de tratamiento de las aguas residuales de un ingenio azucarero representa un proceso independiente de las etapas de procesamiento de la caña. Por lo tanto, es necesario exponer las buenas prácticas ambientales que permitirán mitigar y controlar los impactos que ocasiona en ciertos factores ambientales (aire y agua) u otros aspectos clave para el adecuado manejo ambiental del ingenio (residuos y actividades generales).

### a. Para la gestión del aire

Los principales impactos ocasionados al aire por la operación del sistema de tratamiento es el mal olor y la contaminación por sustancias químicas. Por lo que, para mitigar y corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas:

**Cuadro 38. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los efectos acumulativos en la etapa de tratamiento**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-63.</b> De forma periódica, se debe realizar el aseo y desinfección del equipo e instalaciones del sistema de tratamiento.</p> <p><b>OM-64.</b> Para contrarrestar los malos olores, en la medida de lo posible, se recomienda aplicar productos biológicos (bacterias y enzimas) en el sistema de tratamiento.</p> <p><b>OM-65.</b> Implementar un plan de manejo del sistema de tratamiento, de acuerdo a las indicaciones establecidas por el proveedor de la tecnología.</p> <p><b>OM-66.</b> Para reducir las molestias por olores en el entorno, se deberá sembrar una barrera viva alrededor del sistema de tratamiento.</p>	<p><b>OC-33.</b> Ante la ocurrencia de quejas, se deberá verificar la buena operación del sistema de tratamiento y tomar las medidas pertinentes de acuerdo al sistema implementado y al plan de manejo establecido.</p>

### b. Para la gestión del agua

El principal impacto en el agua por las operaciones del sistema de tratamiento es la contaminación por la descarga de sus aguas residuales, que contienen exceso de materia orgánica y otros elementos dañinos. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes medidas:

**Cuadro 39. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de tratamiento**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-67.</b> Las aguas residuales que provienen del proceso y que han pasado por un tratamiento primario y secundario deben descargarse de forma gradual en el medio receptor, pero deberán cumplir con los parámetros establecidos en la Norma Técnica de descargas de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores y Alcantarillados Sanitarios.</p> <p><b>OM-68.</b> Se deben realizar análisis y registros de la calidad de agua en la entrada y salida del sistema de tratamiento de las aguas residuales, con el fin de verificar la efectividad del tratamiento y realizar las medidas correctivas que eviten la contaminación del medio natural. Además, se realizarán análisis de calidad en el cuerpo receptor de las aguas tratadas (una muestra 50 metros antes del punto de descarga y otras dos a 10 y 100 metros aguas abajo, respectivamente).</p> <p><b>OM-69.</b> Si los análisis de calidad del agua tratada demuestran que el recurso cumple con la Norma Técnica Nacional para Descarga en Cuerpos Receptores, se recomienda establecer procedimientos de recirculación para usar el agua en el riego para cultivos.</p>	<p><b>OC-34.</b> Cuando se identifique que las aguas que salen del sistema de tratamiento no cumplen con los parámetros de la Norma Técnica de Descargas de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores y Alcantarillados Sanitarios, de forma inmediata se deberá detener esta actividad. Seguidamente, se deberá proceder a revisar y mejorar el funcionamiento del sistema de tratamiento (circuitos hidráulicos, tiempos de residencia, etc.)</p> <p><b>OC-35.</b> Cuando de forma accidental ocurran derrames de aguas residuales del sistema de tratamiento al medio natural, ya sea por fugas del sistema, por eventos naturales (rebalse por lluvias) o por el mal manejo del mismo (falla de válvulas de salida, etc.), se deberá realizar su corrección de inmediato y evitar, en la medida de lo posible, las descargas en cuerpos receptores de agua natural.</p>

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

Los principales impactos producidos por los residuos sólidos del sistema de tratamiento, son la contaminación del agua y el suelo. Por lo que, para mitigar y corregir los impactos, se deberán implementar las siguientes medidas<sup>40</sup>:

40 CEPIS.1999. Manejo ambientalmente adecuado de lodos provenientes de plantas de tratamiento

**Cuadro 40. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de tratamiento**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-70.</b> El sistema de manejo de este tipo de residuos (lodos) debe ser organizado, documentado y controlado, para lo cual se debe implementar una serie de regulaciones que definan la clasificación del lodo, valores límite para contaminantes tóxicos y lixiviados, procedimientos para la caracterización de lodos, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final, etc. que permitan realizar un manejo ambientalmente adecuado y seguro, que no cause afectaciones a la salud de la población ni al medio ambiente.</p> <p><b>OM-71.</b> Los sitios para disposición final de lodos deben ser cuidadosamente seleccionados, diseñados técnicamente, tomando en cuenta criterios geológicos satisfactorios, hidrología, uso actual y futuro del agua subterránea, geotecnia, estabilidad de pendientes, protección de la erosión, provisión de servicios, factores socioeconómicos, etc.</p> <p><b>OM-72.</b> Se debe capacitar y entrenar a los responsables y empleados para desarrollar, implantar y operar un programa de manejo ambientalmente adecuado de lodos del sistema de tratamiento, que permita dar soluciones al problema de la generación de lodos y cumplir con la normativa correspondiente.</p>	<p><b>OC-36.</b> Si existe contaminación del suelo por un inadecuado manejo ambiental de los lodos (ubicados en zonas no aptas para el acopio), se deberá detener la actividad de inmediato e implementar las recomendaciones técnicas de buen manejo. Ahora bien, para corregir el impacto se deberá aislar completamente la zona que sufrió la descarga (evitar que salgan las aguas y suelos contaminados) y se deberá proceder a estabilizarla (se recomienda utilizar cal y dejar en reposo la zona por varios meses).</p>

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

El principal impacto asociado a la generación de residuos líquidos del sistema de tratamiento es la contaminación del agua por vertimiento de aguas residuales industriales y domésticas. Por lo que, se deberán implementar las siguientes medidas:

**Cuadro 41. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de tratamiento**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-73.</b> Implementar y designar un responsable del sistema de monitoreo y control de la calidad de las aguas residuales, con los periodos y parámetros de medición establecidos por la autoridad competente, de acuerdo a lo establecido en la norma técnica nacional.</p> <p><b>OM-74.</b> Implementar un programa de mantenimiento del sistema de tratamiento donde se incluya la revisión del estado de la red de canales abiertos (si los hay) para evitar la infiltración o el desborde de las aguas residuales.</p> <p><b>OM-75.</b> Realizar análisis de agua al cauce donde se vierten las aguas tratadas, de acuerdo a lo establecido por la legislación.</p> <p><b>OM-76.</b> Comparar los resultados de los análisis de agua contra la norma técnica correspondiente.</p>	<p><b>OC-37.</b> En el caso que las aguas vertidas no cumplan con la norma técnica, se deberá realizar el análisis del sistema de tratamiento y detectar las fallas. De ser necesario, se deberá implementar otro sistema que remueva los contaminantes del efluente hasta alcanzar los parámetros permisibles de acuerdo a lo establecido en la norma técnica nacional.</p>

**e. Para el mantenimiento de equipo e instalaciones**

El principal impacto asociado al mantenimiento del equipo e instalaciones del sistema de tratamiento es la contaminación del agua y el suelo. Para mitigar y corregir este impacto, es viable implementar las medidas del cuadro 42.

**Cuadro 42. Medidas de mitigación y corrección para el mantenimiento de equipo e instalaciones en la etapa de tratamiento**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>OM-77.</b> Para garantizar el eficiente funcionamiento del sistema de tratamiento y evitar la contaminación por aguas residuales, se deberá implementar un plan de mantenimiento para las instalaciones y equipos que componen el sistema. Se recomienda que el plan incluya la aplicación de registros, elaboración y socialización de manuales de equipo y operación del sistema, capacitación a los empleados, etc.</p>	<p><b>OC-38.</b> Si existen impactos al agua y el suelo por el mal funcionamiento del sistema de tratamiento, se deberá parar la operación del sistema hasta encontrar la causa del problema. Posteriormente, se deberán realizar las labores de mantenimiento que permitan corregir el impacto y rediseñar un procedimiento más riguroso que permita evitar daños por la mala gestión del sistema. Se recomienda que cada seis meses se revisen los procedimientos y se realicen correcciones.</p>

### 3. INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

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

- j). Medir hasta qué punto están integrados los aspectos ambientales durante la operación del ingenio azucarero.
- k). Mostrar conexiones entre los impactos ambientales y las actividades de la gestión ambiental.
- l). Evaluar el estado de su implementación de las medidas de mitigación.
- m). Controlar y supervisar las políticas medioambientales<sup>41</sup>

**Cuadro 43. Indicadores de gestión durante la etapa de operación**

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

Elaboración: CNP+LH

### D. ETAPA DE CIERRE Y POSCLAUSURA

La etapa de cierre y posclausura incluye las subetapas de desmonte y traslado de la maquinaria, demolición de infraestructura y retiro de residuos. Estas subetapas provocan impactos negativos al ambiente. Por lo tanto, el objetivo de la presente sección es identificar y exponer los principales impactos ambientales negativos generados por estas subetapas de cierre y posclausura en cada factor o componente ambiental.

41 IHOBE. 2007. Indicadores Medio Ambientales para la Empresa.

**Cuadro 44. Identificación de impactos por factor ambiental en la etapa de cierre y posclausura**

FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE OPERACIÓN		
		DESMONTAJE, TRASLADO DE MAQUINARIA	DEMOLICIÓN	RETIRO DE RESIDUOS
AIRE	Contaminación por emisiones atmosféricas	▲	▲	▲
AGUA	Reducción en su disponibilidad	▲	▲	▲
	Contaminación por la falta de saneamiento básico	▲	▲	
	Sedimentación de los cursos de agua			▲
SUELO	Compactación del suelo producto del movimiento de la maquinaria	▲		
	Sedimentación de las fuentes de agua	▲	▲	
RECURSOS BIOLÓGICOS Y PAISAJÍSTICOS	Cambio en la estructura paisajística por la inadecuada gestión de residuos.		▲	▲

Elaboración: CNP+LH

En el cuadro anterior se expusieron los principales impactos ambientales por factor o componente ambiental y las recomendaciones generales para mitigarlos o corregirlos. Adicionalmente, es fundamental analizar y presentar los impactos ambientales específicos que pueden ocurrir por la falta de gestión de ciertos insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son claves para un adecuado manejo ambiental del desmontaje, traslado de maquinaria, demolición y retiro de residuos durante la etapa de cierre y posclausura.

**Cuadro 45. Identificación de impactos por gestión inadecuada de otros aspectos clave para un manejo ambiental en la etapa de cierre y posclausura.**

GESTIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE CIERRE Y POSCLAUSURA		
		DESMONTAJE, TRASLADO DE MAQUINARIA	DEMOLICIÓN	RETIRO DE RESIDUOS
<b>Insumos especiales</b>				
Energía	Emisiones al ambiente por el consumo de energía	▲		
Sustancias peligrosas	Contaminación de agua y suelos por derrames	▲		▲

GESTIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	IMPACTOS	SUB ETAPAS DE CIERRE Y POSCLAUSURA		
		DESMONTAJE, TRASLADO DE MAQUINARIA	DEMOLICIÓN	RETIRO DE RESIDUOS
<b>Residuos</b>				
Residuos sólidos	Contaminación de agua y suelo por acumulación o manejo inadecuado de los residuos	▲	▲	▲
Residuos líquidos	Contaminación de agua y suelo por acumulación o manejo inadecuado de los residuos	▲	▲	▲
<b>Actividades generales</b>				
Reutilización y reciclaje	Contaminación del aire, agua y suelo por la gestión inadecuada de los residuos	▲	▲	
	Disminución en la capacidad de los botaderos locales	▲	▲	
<b>Factores externos y de escala</b>				
Amenazas y riesgos	Efectos en la salud de las personas por accidentes laborales o eventos naturales	▲	▲	▲
Efectos acumulativos	Contaminación de todos los factores ambientales y daños a la salud por elementos residuales	▲	▲	▲

Fuente: CNP+LH.

## I. BUENAS PRÁCTICAS DURANTE EL CIERRE Y POSCLAUSURA

Las buenas prácticas que se detallan, a continuación, deben ser implementadas durante las actividades de desmontaje, traslado de maquinaria, demolición y retiro de residuos, durante la etapa de cierre y posclusura. Seguidamente, se detallan las buenas prácticas a seguir para su almacenamiento.

### a. Para la gestión del aire

Durante las actividades de cierre y posclusura, la contaminación del aire por emisiones atmosféricas es el principal impacto a este recurso. Para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes medidas<sup>42</sup>:

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

**Cuadro 46. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del aire en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-1.</b> Durante el transporte de escombros, tierra u otro material particulado en camiones, la carga será recubierta con una carpa debidamente instalada y no se deberá exceder la capacidad de carga.</p> <p><b>CIM-2.</b> Con el fin de evitar que se levanten nubes de polvo desde las zonas de trabajo durante los períodos de época seca o de ausencia de lluvias en la zona, y que existan corrientes de viento fuerte, se procederá a humedecer con agua las superficies de trabajo y de rodamiento de la maquinaria y se regulará la velocidad del tránsito. Cabe mencionar que en las regiones donde se presente escasez de agua no debe realizarse esta práctica.</p> <p><b>CIM-3.</b> Los apilamientos temporales de escombros, tierra u otro material particulado serán protegidos de la erosión eólica, con el fin de evitar que los mismos sirvan de fuente de contaminación del aire en el área donde se encontraba el proyecto. Esa protección se hará de acuerdo con las condiciones del sitio de apilamiento y su vulnerabilidad. El límite del volumen de almacenamiento de estos materiales lo determinará la capacidad que se tiene para cubrir los mismos con plásticos u otros materiales similares, que permitan su protección. En caso de que el volumen sea mayor, se evitará o limitará su almacenamiento temporal y se llevarán hasta los sitios de disposición final.</p> <p><b>CIM-4.</b> La maquinaria utilizada debe estar en óptimas condiciones, por lo cual se deberá implementar periódicamente un plan de mantenimiento, de manera que se garantice el mínimo impacto ambiental al aire, por emisiones y ruido, como consecuencia de desajustes y problemas mecánicos previsible en dicha maquinaria.</p>	<p><b>CIC-1.</b> Ante fuerte vientos, se deberán detener temporalmente las actividades relacionadas al movimiento de tierra o escombros.</p> <p><b>CIC-2.</b> Cuando por traslado de materiales o movimientos de tierra se levanten nubes de polvo se deberán regular las velocidades de tránsito.</p> <p><b>CIC-3.</b> Si ocurren derrames de tierra u otro material durante su transporte, se deberán revisar los medios de transporte así como las lonas, toldos, etc. Si estos medios presentan daños, deberán ser sustituidos y mantener las rutas establecidas.</p> <p><b>CIC-4.</b> En el caso de observarse emisiones anormales de la maquinaria o el equipo, se deberán aplicar las cláusulas contractuales para exigir cambio o el mantenimiento eficiente del mismo.</p> <p><b>CIC-5.</b> En el caso que, como producto de la operación de la maquinaria, en el área del proyecto se produzcan ruidos y vibraciones que generen quejas por parte de las personas que residen en las cercanías del proyecto, se establecerá un mecanismo de diálogo y búsqueda de soluciones apropiadas que generen la menor perturbación posible, siguiendo un principio de "buen vecino"<sup>43</sup>.</p> <p><b>CIC-6.</b> Cuando los niveles de ruido no puedan reducirse con el mantenimiento de la maquinaria y equipo, se recomienda colocar silenciadores o utilizar equipos silenciosos.</p>

## b. Para la gestión del agua

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

43 Ídem.

**Cuadro 47. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del agua en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-5.</b> Implementar un plan de saneamiento básico en la zona de cierre del proyecto (instalación de letrinas, reglamento interno para los trabajadores, manejo de residuos domésticos, control de vectores, etc.), lo cual reducirá la contaminación de las fuentes o cursos de agua.</p> <p><b>CIM-6.</b> Concientizar a los trabajadores para que implementen buenas prácticas para el ahorro y uso eficiente del agua.</p> <p><b>CIM-7.</b> Debe realizarse un adecuado manejo de los escombros, tierra y residuos en general. Establecer sitios de acopio, manejo, disposición final, etc. En ningún momento debe depositarse el suelo removido o escombros en los cuerpos de agua.</p> <p><b>CIM-8.</b> Realizar la cancelación del servicio: a) Si el servicio es provisto por la municipalidad, se deberá notificar el cierre del ingenio para que se realice el respectivo corte en el sistema de abastecimiento de agua. Igualmente, se deberán cancelar los cánones acordados; b) Si el agua proviene de un pozo dentro de la propiedad, deberá sellarse.</p>	<p><b>CIC-7.</b> Si existe contaminación del agua por la disposición inadecuada de las excretas, debe identificarse el punto de infección (fugas, derrames, erosión, malas prácticas humanas, etc.) y realizar las correcciones pertinentes al sistema de saneamiento o exigir a los trabajadores el cumplimiento de las medidas básicas de higiene.</p> <p><b>CIC-8.</b> Cuando se observen consumos de agua excesivos, fugas y cualquier otra anomalía que contribuya al desperdicio de este recurso, se recomienda asignar un responsable del cumplimiento de las actividades del plan de ahorro y uso eficiente de agua, para que dé seguimiento a las labores de detección de fugas de agua y malas prácticas de uso.</p> <p><b>CIC-9.</b> Cuando los escombros, tierra o residuos en general se estén disponiendo directamente sobre los cuerpos de agua, de forma inmediata se deberá detener la actividad. Seguidamente, se deberá definir un plan de gestión de los residuos y un sitio de acopio temporal para los mismos.</p>

### c. Para la gestión del suelo

Los principales impactos producidos al suelo en las actividades de cierre y posclausura son su compactación por el movimiento de agua y la sedimentación de las fuentes de agua. Para mitigar o prevenir este impacto, se deberán implementar las siguientes medidas:

**Cuadro 48. Medidas de mitigación y corrección para la gestión del suelo en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-9.</b> Para evitar fugas o derrames de sustancias contaminantes, se recomienda realizar un mantenimiento planificado en la maquinaria y el equipo (ubicación, revisión periódica, responsable, etc.). Igualmente, deben socializarse y ubicarse de forma visible a los trabajadores las hojas de manejo de los combustibles y lubricantes.</p>	<p><b>CIC-10.</b> Ante la contaminación del suelo por derrames de combustibles o lubricantes, se deberá recolectar el producto y se deberá promover la estabilización del área que sufrió el impacto (usar aserrín o cal).</p> <p><b>CIC-11.</b> Cuando el lugar destinado para áreas verdes tenga un alto grado de compactación por el paso de la maquinaria y equipo de cierre, se recomienda remover la capa de suelo con arados u otros implementos que permitan la aireación del recurso.</p>

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-10.</b> Evitar que la maquinaria circule libremente por toda el área. Solo debe circular por los caminos autorizados por el desarrollador del proyecto y donde no sean áreas verdes o donde no haya presencia de suelos fértiles.</p> <p><b>CIM-11.</b> Mantener la maquinaria de transporte el menor tiempo posible en el plantel para reducir la compactación del suelo. Igualmente, el equipo y maquinaria del proyecto no debe ubicarse por tiempo prolongado sobre el suelo.</p> <p><b>CIM-12.</b> En la medida de lo posible, y para evitar la erosión eólica, se recomienda realizar el riego continuo en el área de cierre realizando un uso racional del agua durante todas las actividades de esta etapa. Esta disposición debe ser del conocimiento de todos los trabajadores.</p>	<p><b>CIC-12.</b> Cuando el lugar destinado para áreas verdes tenga un alto grado de compactación por el paso de la maquinaria y equipo de cierre, se recomienda remover la capa de suelo con arados u otros implementos que permitan la aireación del recurso.</p> <p><b>CIC-13.</b> Cuando exista pérdida evidente de la capa orgánica de ciertas áreas donde estuvo el ingenio, en la medida de lo posible, se recomienda aplicar tierra fértil, compost o abono orgánico, lo cual permitirá contrarrestar el impacto.</p>

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

El principal impacto producido a los recursos biológicos es su pérdida directa al intervenir en el ecosistema (pérdida del hábitat, especies endógenas, etc.). Mientras que el principal impacto en los recursos paisajísticos, es su alteración por la fracción del entorno y por la disposición inadecuada de los residuos. Por lo tanto, para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las siguientes medidas<sup>44</sup>:

**Cuadro 49. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los recursos biológicos y paisajísticos en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-13.</b> Durante el desarrollo de las obras de cierre, se deben evitar impactos sobre la cobertura vegetal por movimientos de tierra o remoción de escombros y, además, en el tema del manejo y protección de la cobertura vegetal que no será directamente impactada se aplicarán las siguientes medidas:</p>	

44 Ídem.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p>a). Delimitar de forma estricta las áreas de trabajo y las áreas de cobertura vegetal que permanecerán intactas. De tal forma que se respeten dichos límites y no se generen alteraciones y afectaciones innecesarias.</p> <p>b). Evitar la disposición de residuos o el drenaje de aguas residuales hacia las áreas de cobertura vegetal.</p> <p>c). Cuando sea necesario, y las condiciones del área de cobertura vegetal lo permitan, se podrán plantar nuevas especies nativas de la zona. No se deberán introducir especies exóticas, con el fin de preservar la calidad biológica de los biotopos naturales.</p>	

### e. Para la gestión de la energía

El principal impacto por la falta de gestión de la energía es el aumento de las emisiones al ambiente por incremento en la demanda del recurso. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las medidas del cuadro 50.

**Cuadro 50. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la energía en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-14.</b> Algunas medidas de ahorro y eficiencia energética que pueden implementarse son: a) concientizar, mediante charlas, a los trabajadores sobre la importancia de ahorrar la energía eléctrica y sobre las medidas para lograrlo; b) aprovechar la luz natural y evitar la iluminación artificial innecesaria; c) en el caso de que se utilice una planta generadora para algunas acciones del cierre, se deben planificar las actividades que utilicen energía eléctrica como soldadoras, taladros, compactadoras para maximizar el rendimiento de la planta y reducir las emisiones; d) utilizar vehículos y maquinaria de bajo consumo, así como tener la maquinaria, vehículos, etc. sólo el tiempo imprescindible en funcionamiento (apagar el motor en tiempos de espera).</p> <p><b>CIM-15.</b> Si aplica, realizar la cancelación del servicio de energía eléctrica.</p>	<p><b>CIC-14.</b> Si se identifican consumos excesivos de energía eléctrica durante las actividades de esta etapa, se deberá asignar un responsable que supervise el cumplimiento de las buenas prácticas de ahorro y eficiencia.</p>

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

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de las sustancias peligrosas (combustibles, lubricantes, etc.) es la contaminación del agua y el suelo por derrames de productos químicos durante las actividades de cierre. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, es necesario implementar las medidas del cuadro 51.

**Cuadro 51. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de las sustancias peligrosas en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-16.</b> Gestionar un sitio apropiado, alejado de las fuentes de agua, para efectuar el acopio de las sustancias peligrosas que se hubiesen identificado en esta etapa.</p> <p><b>CIM-17.</b> Implementar un plan de contingencia básico para la etapa de cierre, el cual se recomienda que contemple la concientización del personal, las buenas prácticas de manejo de sustancias peligrosas, la elaboración de hojas de seguridad, instrucciones generales, etc.</p> <p><b>CIM-18.</b> Almacenar las sustancias peligrosas, especialmente los combustibles, disolventes y otros líquidos, sobre superficies impermeabilizadas que permitan recuperar posibles vertidos accidentales y evitar la contaminación del suelo o la red de alcantarillado, atendiendo las indicaciones de las hojas de seguridad (tiempos límite de almacenamiento, manejo, etc.)</p>	<p><b>CIC-15.</b> Ante la ocurrencia de derrames o accidentes por la gestión inadecuada de las sustancias peligrosas, se deberá remitir a las indicaciones que emite el reglamento de higiene y seguridad o se deberán implementar las acciones del plan de contingencia.</p> <p><b>CIC-16.</b> Es necesario recalcar que al ocurrir derrames de sustancias peligrosas al suelo, se deberá proceder a limpiar el lugar en seco utilizando material absorbente (aserrín, por ejemplo) y recipientes de recolección. Posteriormente, los residuos deberán disponerse adecuadamente (rellenos especiales, etc.)</p> <p><b>CIC-17.</b> Seguir las instrucciones de los fabricantes para su adecuada disposición o traslado, revisar lo estipulado en las hojas de seguridad (MSDS) y lo indicado por la autoridad competente (SAG, SERNA y Ministerio de Salud).</p>

### g. Para la gestión de residuos sólidos

El principal impacto producido por la gestión inadecuada de los residuos sólidos es la contaminación del agua y el suelo por la acumulación o mal manejo de los mismos durante la etapa de cierre. De esta forma, para mitigar o corregir este impacto, es necesario implementar las siguientes medidas<sup>45</sup>:

45 Secretaría Sectorial de Agua y Ambiente. 2001. Guía de buenas prácticas ambientales en el sector de la construcción y demolición. Murcia, ESP.

**Cuadro 52. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos sólidos en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-19.</b> Implementar un plan de gestión de residuos sólidos que permita manejar los residuos de forma que se eviten daños al ambiente y a la salud de las personas. El plan debe considerar, como mínimo, lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). En la medida de lo posible clasificar y separar los residuos.</li> <li>b). Para los residuos sólidos a disponer, se deberá abocar de inmediato a la municipalidad o autoridad competente y acordar el sitio de disposición.</li> <li>c). No deben mezclarse los residuos peligrosos. Los residuos peligrosos como los envases y materiales contaminados (trapos, papeles, ropas) deben ser entregados para ser tratados por gestores autorizados. En caso de no contar con gestores autorizados, se recomienda evitar el almacenamiento de envases y de residuos peligrosos incompatibles entre sí y realizar su disposición de acuerdo a la legislación vigente (ver marco legal de la presente guía).</li> <li>d). Ajustar los volúmenes de residuos a transportar, de acuerdo a la capacidad del vehículo que se utilizará y manejar los residuos en recipientes resistentes y de adecuada capacidad para su transporte.</li> <li>e). Utilizar contenedores, pallets o envases adecuados para el transporte de materiales con el fin de evitar pérdidas.</li> <li>f). No se entregarán residuos peligrosos a gestores que no estén autorizados para el manejo de este tipo de residuos.</li> </ul>	<p><b>CIC-18.</b> Si el agua y el suelo sufrieron impactos por la gestión inadecuada de los residuos, se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente (rellenos, etc.) Además, se puede considerar capacitar a los trabajadores o contratar a un gestor autorizado de residuos sólidos.</p> <p><b>CIC-19.</b> Si los residuos sólidos fueron dispuestos en sitios no autorizados, se deberá abocar de inmediato a la municipalidad y acordar el sitio para su disposición. Posteriormente, se deben limpiar y estabilizar los sitios no autorizados.</p>

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

La gestión inadecuada de los residuos líquidos genera contaminación del agua y del suelo por la acumulación o mal manejo de los mismos durante la etapa de cierre. Por lo tanto, para mitigar o corregir este impacto, es necesario implementar las siguientes medidas:

**Cuadro 53. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de los residuos líquidos en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-20.</b> Implementar un plan de gestión de residuos líquidos (identificar residuos, definir áreas de lavado de maquinaria y equipo, manejo de las aguas residuales, etc.)</p> <p><b>CIM-21.</b> Implementar el plan de cierre del sistema de tratamiento.</p>	<p><b>CIC-20.</b> En caso de contaminación del suelo, todo el material contaminado debe ser removido y trasladado al sitio designado por la autoridad competente para su disposición o tratamiento adecuado.</p>

### i. Para la reutilización y reciclaje

Los principales impactos producidos por no realizar las prácticas de re-uso y reciclaje durante las actividades de cierre y posclausura son la contaminación del aire, agua y suelo por la gestión inadecuada de los residuos, y la disminución en la capacidad de los botaderos locales. Para mitigar o corregir este impacto, se deberán implementar las siguientes medidas:

**Cuadro 54. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de la reutilización y reciclaje en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-22.</b> En la medida de lo posible se promoverá la clasificación de los residuos con el fin de que se favorezca su re-uso, reciclado, manejo y disposición diferencial en función de su naturaleza y grado de peligrosidad para realizar una adecuada disposición final.</p> <p><b>CIM-23.</b> Se recomienda reusar en otros proyectos o realizar la venta de los materiales reutilizables. En cualquier caso, hay que gestionar los residuos de forma que se garantice su reciclado o recolección<sup>46</sup>.</p> <p><b>CIM-24.</b> Algunos materiales que podrían reciclarse son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a). Materiales pétreos como hormigón en masa, armado o pre comprimido, obra de fábrica cerámica o de otros materiales, piedra natural, gravas, arenas y vidrio.</li> <li>b). Materiales metálicos como plomo, cobre, hierro, acero, fundición, cinc, aluminio, etc.</li> <li>c). Plásticos, madera, cauchos entre otros.</li> </ul>	<p><b>CIC-21.</b> Si se han realizado impactos al agua y suelo por la gestión inadecuada de los residuos, en la medida de lo posible, se deberá proceder a realizar una limpieza del medio afectado y disponer los residuos adecuadamente. Igualmente, se deberá rediseñar el programa de re-uso y reciclaje definiendo parámetros técnicos adicionales. En este sentido, se puede considerar capacitar e incentivar a los trabajadores o contratar a un experto en reciclaje y re-uso de residuos.</p>

<sup>46</sup> Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra. 2006. Guía de buenas prácticas ambientales, Construcción de Edificios.

**j. Para la gestión de amenazas y riesgos**

Los principales impactos producidos por la falta de gestión de los riesgos y amenazas durante las actividades de cierre y posclausura, son los efectos en la salud de las personas por accidentes laborales o eventos naturales, y la contaminación de agua y suelo. Para mitigar o corregir estos impactos, se deberán implementar las medidas del cuadro 55.

**Cuadro 55. Medidas de mitigación y corrección para la gestión de amenazas y riesgos en la etapa de cierre y posclausura**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CORRECCIÓN
<p><b>CIM-25.</b> Dotar a los trabajadores con el equipo de protección personal (cascos, guantes, mascarillas, botas, etc.) de acuerdo a los requerimientos de seguridad de la obra que se está desarrollando (desmontaje de maquinaria, electricidad, etc.) El uso del equipo será obligatorio y la empresa será la responsable de hacer cumplir esta disposición. Además, la empresa deberá instalar y dar mantenimiento a un botiquín de primeros auxilios en el área de construcción.</p> <p><b>CIM-26.</b> Capacitar a los trabajadores en el uso de la maquinaria y equipo requerido en la construcción, así como en temas de riesgo laboral, hojas de seguridad (intoxicaciones, accidentes, enfermedades, etc.) y el uso de equipo de protección personal.</p> <p><b>CIM-27.</b> Para evitar daños a la salud de las personas y la contaminación al agua y el suelo por eventos naturales (huracanes, inundaciones, etc.) que dispersen los residuos y sustancias peligrosas del plantel, se deberá contar con un plan de contingencia para desastres y capacitar al personal en su uso (asignar responsable, establecer funciones y brigadas, definir rutas de evacuación, etc.)</p>	<p><b>CIC-22.</b> En caso de afectar la salud de las personas debido a un accidente laboral, se deberán brindar los primeros auxilios pertinentes o trasladar al empleado a un centro hospitalario para contrarrestar el daño.</p> <p><b>CIC-23.</b> El plan de contingencias deberá rediseñarse, estableciendo medidas de prevención más rigurosas.</p> <p><b>CIC-24.</b> Ante la ocurrencia de eventos naturales en el área de construcción (inundaciones, por ejemplo) se deberá realizar una limpieza general del predio, recolectando en la medida de lo posible los residuos y sustancias peligrosas.</p> <p><b>CIC-25.</b> Reportar a las autoridades pertinentes (COPECO, CODEM, CODELS, entre otras.)</p>

**2. INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA ETAPA DE CIERRE Y POSCLAUSURA**

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

- a). Medir hasta qué punto están integrados los aspectos ambientales durante la etapa de cierre y posclausura del ingenio azucarero.

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

**Cuadro 56. Indicadores de gestión ambiental en la etapa de cierre y posclausura**

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

Elaboración: CNP+LH



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



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

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

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

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

## A. MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y CORRECCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La “Guía de buenas prácticas ambientales para el procesamiento de caña de azúcar” muestra las recomendaciones para prevenir, mitigar y corregir el impacto ambiental por cada etapa del proyecto (construcción, operación, cierre y posclausura). En este sentido, el monitoreo durante el desarrollo del proyecto es crucial, ya que se debe evitar sobrepasar un estado en el que los impactos ambientales sean irreversibles.

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

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

Bajo dichos términos, debe aplicarse una ficha de monitoreo en la que deben incluirse las medidas de prevención, mitigación o corrección implementadas por el desarrollador del proyecto durante la ejecución de las etapas de construcción, operación, cierre y posclausura. En la etapa de operación se recomienda realizar este control anualmente. Partiendo de esto, se expone un ejemplo del monitoreo de las medidas de mitigación que deben implementarse en una etapa del ciclo del proyecto (ver cuadro 57).

**Cuadro 57. Monitoreo de la implementación de las medidas de mitigación**

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

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

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

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

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDA IMPLEMENTADA		FECHA DE IMPLEMENTACIÓN MES/AÑO	LA MEDIDA CUMPLE SU PROPÓSITO		OBSERVACIONES
	SI	NO		SI	NO	
AIRE						
CIM-2						
CIM-4						
AGUA						
CIM-6						
CIM-7						
SUELO						
....						

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

Para fines del ejemplo, cabe reiterar que es importante identificar las medidas de mitigación que no fueron efectivas y se tomará la decisión de implementar las medidas de corrección por cada factor ambiental que sufrió el impacto o por cada aspecto de manejo que tuvo una inadecuada gestión. Por otra parte, es importante mencionar que hay impactos que no se pueden mitigar por lo que se deberá monitorear directamente la implementación de la medida correctiva.

## B. MONITOREO DEL CONSUMO DE AGUA, ENERGÍA Y MATERIA PRIMA

### I. AGUA

Se recomienda la elaboración de un plan de eficiencia en donde se establezcan controles (registros) para medir el volumen de agua que se utiliza en el proceso, responsables de la implementación de las actividades y del monitoreo, etc. Este plan permitirá definir la línea base de consumo y elaborar un diagrama de flujo de agua por cada etapa del proceso. Además, la ficha de consumos (cuadro 58) es una herramienta para comparar valores

óptimos con valores de consumo actual, logrando así la identificación de las áreas de la empresa con mayor demanda de agua, las causas del excesivo consumo y las posibles medidas para su uso eficiente.

**Cuadro 58. Ficha para monitorear el consumo de agua**

Lugar de medición (ubicación del medidor) en el plantel: \_\_\_\_\_

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

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

Si el propietario del ingenio desea evaluar los niveles de eficiencia en el uso del agua dentro de su aserradero, se recomienda implementar el cuadro 59.

**Cuadro 59. Monitoreo de la eficiencia en el uso del agua en la producción**

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

**2. ENERGÍA**

Se recomienda la implementación de un plan de eficiencia energética en el ingenio azucarero por lo que, para monitorear si es efectivo, es importante realizar el monitoreo en determinados puntos de control. En el caso específico de la energía, el instrumento físico de monitoreo es el medidor. Por lo tanto se recomienda, en la medida de lo posible, instalar medidores por cada sección del ingenio. La información que se debe leer en el medidor son los consumos mensuales y, posteriormente, analizar las diferencias en el consumo mensual (cuadro 60).

**Cuadro 60. Ficha para monitorear el consumo de energía**

Lugar de medición (ubicación del medidor) del ingenio azucarero:

---



---

Persona que realizó la medición:

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

Si se desea evaluar los niveles de eficiencia en el uso de energía dentro del ingenio, se recomienda implementar el cuadro 61.

**Cuadro 61. Monitoreo de la eficiencia en el uso de energía en la producción**

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

Fuente: Elaboración: CNP+LH

**3. MATERIA PRIMA**

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

**Cuadro 62. Control de materia prima**

NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA:								CÓDIGO:	
Proveedor:			Procedencia:					No. orden de compra:	
No. de Lote del Proveedor:								Fecha de ingreso:	
Fecha de fabricación:			Fecha de vencimiento:						
Uso exclusivo de bodega MP			Uso exclusivo del encargado						
Fecha de entrega	N° de Contenedor a utilizar	Firma de bodega MP	Fecha de pesada	Orden de producción	Entrada	Salida	Saldo	Firma del encargado de pesada	Observaciones

Este control de la materia prima le permitirá a la empresa demostrar que está realizando una adecuada gestión ambiental, al momento de recibir visitas de inspección por parte de la autoridad competente.

## C. MONITOREO EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS

### I. RESIDUOS SÓLIDOS

Conocer la composición y fuente de generación de los residuos sólidos es útil para poder definir estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de alternativas de manejo, etc. Si el ingenio no cuenta actualmente con un control de residuos sólidos, es importante que lo implemente iniciando con un control mensual por cada área del ingenio (a modo de referencia ver el cuadro 63).

**Cuadro 63. Generación de residuos sólidos por área dentro del proceso**

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

Área 2													
...													
...													

## 2. RESIDUOS LÍQUIDOS

La calidad y cantidad del agua residual generada es un indicador de la efectividad de las medidas implementadas en el proceso, es decir, si el plan de eficiencia y manejo de materias primas (sustancias peligrosas) está siendo efectivo. Por esta razón, es importante monitorear la cantidad de agua residual (Cuadro 64) así como la composición del agua generada y comparar estos valores con la norma técnica de las descargas de agua residuales a cuerpos receptores.

**Cuadro 64. Ficha para monitorear la descarga de agua residual**

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

**Cuadro 65. Comparativo de análisis de agua versus la norma técnica**

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

Lugar de muestreo: \_\_\_\_\_

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

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

PARÁMETRO	RESULTADO DE LA MUESTRA	CONCENTRACIONES Y/O VALORES PERMISIBLE EN LA NORMA TÉCNICA	OBSERVACIONES
Temperatura			
Color			
Ph			
Volumen descargado			
DBO			

DQO			
Grasas y aceites			
Etc.			

## D. MONITOREO DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPO E INSTALACIONES

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

### Cuadro 66. Ficha para monitorear la implementación del plan de mantenimiento

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

Área de la empresa: \_\_\_\_\_

Maquina o equipo: \_\_\_\_\_

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

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

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

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

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

## E. MONITOREO DE EFECTOS ACUMULATIVOS

El impacto acumulativo más probable es la contaminación de cauces por el vertimiento de las aguas residuales que resultan del proceso productivo. Este monitoreo le permitirá al ingenio azucarero demostrar que está realizando una adecuada gestión ambiental al momento de recibir visitas de inspección por parte de la autoridad competente, en adición a los indicadores de gestión ambiental.

**Cuadro 67. Comparativo de análisis de agua a través del tiempo**

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

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

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

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





## SECCIÓN V. MARCO LEGAL



La elaboración de azúcar a partir de caña es uno de los bastiones de la economía hondureña. En la actualidad existen 7 compañías azucareras en el país, también llamadas ingenios azucareros. Es preciso decir que la legislación ambiental relacionada al sector de elaboración de azúcar a partir de caña está enmarcada en grandes bloques normativos a saber:

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

## A. MARCO LEGAL POR FACTOR AMBIENTAL

Con la finalidad de que el usuario de esta guía pueda identificar fácilmente qué legislación aplica para cada una de las etapas en que se encuentre su proyecto, en el cuadro 68 se muestra la legislación correspondiente a cada factor ambiental y se especifica por etapa del proyecto si debe aplicarse la legislación de manera total o solamente algunos artículos de la misma.

**Cuadro 68. Marco legal por factor ambiental**

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

<b>Suelo</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 48 al 54
	Ley de Reforma Agraria: DL 170-1974	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Ordenamiento Territorial: DL 180-2003	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Propiedad: DL 82-2004	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Completa	Art. 93, 121
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 119 al 128
	Reglamento la Ley General del Ambiente :AE 109-93	Completo	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental:AE 0094-95	Completo	Art. 118 al 132

De igual modo, en el cuadro 69 se expone la legislación ambiental específica que aplica para ciertos insumos ambientales, residuos de actividades generales y factores externos y de escala que son clave para un adecuado manejo ambiental en toda la etapa de construcción de una aserradero

**Cuadro 69. Marco legal por insumos ambientales, residuos de actividades generales y factores externos**

DESCRIPCION	LEGISLACIÓN	FACTIBILIDAD	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, Y CIERRE
<b>Recursos biológicos y paisajísticos</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 35 al 47
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Completa	Considerar en su totalidad
	Decreto 87-87 Decreto de Declaratoria de Areas Protegidas	Completo	Considerar en su totalidad
	Normas Técnico Administrativas para el Manejo de Áreas Protegidas: Res. 132-02	Completa	Considerar en su totalidad
<b>Recursos culturales</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 70 al 73, 84, 85
	Ley del Instituto Hondureño de Turismo: DL 103-93	Completa	Art. 17, 18, 30, 60
	Ley Orgánica del Instituto Hondureño de Antropología e Historia: DL 118-1968	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Patrimonio Cultural de la Nación: DL 81-84	Completa	Art. 3, 8, 11, 14-16, 18-21, 37

<b>Recursos socioeconómicos</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 77 al 82
	Ley de Municipalidades: DL 134-90	Completa	Art. 12, 13, 14, 25, 118
	Ley de Estímulo a la Producción, a la Competitividad y Apoyo al Desarrollo Humano: DL 131-98	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario: DL 81-2002	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Fortalecimiento Financiero del Sector Agropecuario: DL 68-2003	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola: DL 31-92	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Inversiones: DL 80-92	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Protección al Consumidor: DL 24-2008	Completa	Considerar en su totalidad
	Reglamentos para la Implementación del CAFTA:AE 16-2006	Completo	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 25
	Código Tributario: DL 22-97	Completo	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley General del Ambiente:AE 109-93	Completo	Art. 6, 7
	Reglamento de la Ley de Municipalidades :AE 18-93	Completo	Art. 57, 58, 75
	Reglamento de la Ley de Inversiones:AE 345-92	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento al Régimen de Importación Temporal:AE 545-87	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola :AE-3192	Completo	Considerar en su totalidad
Reglamento de la Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario AE: 1022-2002	Completo	Considerar en su totalidad	
Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales:AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad	
<b>Energía</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 3, 33, 34,
	Ley Marco del Subsector Eléctrico : DL 158-94	Completa	Considerar en su totalidad
	Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables: DL 70-2007	Completa	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley Marco del Subsector Eléctrico:AE 934-97	Completo	Considerar en su totalidad
<b>Materiales peligrosos</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 7, 68, 69
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 127 al 129
	Reglamento de la Ley General del Ambiente:AE 109-93	Completo	Art. 75, 76, 82
	Reglamento de Salud Ambiental:AE 0094-95	Completo	Art. 129 al 132
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales:AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento sobre el Registro, Uso y Control de Plaguicidas y Sustancias Afines:AE-642-98	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento sobre el Registro, Uso y Control de Fertilizantes y Materias Primas AM SAG 002-02	Completo	Considerar en su totalidad

<b>Residuos sólidos</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 32, 54, 66, 67
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 51 al 57
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 51 al 84
	Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos: AE 378-2001	Completo	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad
<b>Residuos líquidos</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 32, 54
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 34, 35, 36, 41, 42, 43, 44, 45
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 25 al 50
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad
	Normas Técnicas de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario AE 058-97	Completo	Considerar en su totalidad
<b>Mantenimiento de equipo e instalaciones</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 33, 51 al 53
	Código de Salud: DL 65-91	Completo	Art. 58 al 69
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completo	Art. 81
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Completo	Art. 85 al 116
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales AE STSS001-02	Completo	Considerar en su totalidad
<b>Reutilización y reciclaje</b>	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Completa	Art. 1, 3, 84,
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Completa	Art. 5, 6

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

FUENTE: CNP+LHONDURAS

## **B. BENEFICIOS E INCENTIVOS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

### **I. BENEFICIOS E INCENTIVOS ESTIPULADOS EN LA LEY GENERAL DEL AMBIENTE.**

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

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

Además, el artículo 14 del Reglamento de la Ley de Equilibrio Financiero y Protección Social consigna que las empresas amparadas en regímenes especiales de fomento a las exportaciones y demás personas naturales y jurídicas inscritas como exportadoras están exentas del pago del impuesto sobre ventas por las importaciones de bienes y servicios, así como por las compras de bienes y servicios que realicen en el mercado nacional. El azúcar de caña se encuentra entre los productos de la canasta básica exentos del Impuesto sobre Ventas, según los anexos de la Ley de Equidad Tributaria.

Del mismo modo, el artículo 14 de la Ley de Equidad Tributaria define que los ingenios azucareros serán exonerados del Impuesto al Activo Neto si operan en zonas libres de procesamiento, si están en etapa pre-operativa o si sufrieren pérdidas operativas originadas por fuerza mayor o caso fortuito.

También en los artículos 15 y 22 de la Ley de Equidad Tributaria se establecen exoneraciones de impuestos a las industrias agropecuarias y a las que se encuentran en zonas bajo regímenes especiales.

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

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

Otras normativas que establecen beneficios para el procesamiento de la caña de azúcar son la Ley de Solidaridad con el Productor Agropecuario, la Ley de Fortalecimiento Financiero del Sector Agropecuario y su Reglamento, Leyes de Implementación del DR-CAFTA y demás leyes relacionadas.

## C. DELITOS, INFRACCIONES Y SANCIONES CONTENIDAS EN LA LEY GENERAL DEL AMBIENTE

### I. DELITOS INFRACCIONES Y SANCIONES

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

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

Constituyen delitos ambientales relacionados con la elaboración de azúcar a partir de caña, sin perjuicio de otros que tipifiquen leyes especiales:

- a). Expeler o descargar en la atmósfera contaminantes activos o potencialmente peligrosos cuyo uso esté prohibido o que no haya sido objeto de los tratamientos prescritos en las normas técnicas aplicables, que causen o puedan causar la muerte de personas o graves daños a la salud humana o al ecosistema en general. Pena: 3 a 10 años de prisión.
- b). Descargar contaminantes peligrosos cuyo uso esté prohibido, o sin su previo tratamiento, en los mares de jurisdicción nacional, incluyendo en la zona económica marítimo-terrestre o en los cursos o depósitos de aguas continentales y subterráneas, incluyendo los sistemas de abastecimiento de agua a poblaciones, o infiltrar en el suelo o subsuelo, aguas residuales o desechos con las mismas características de las indicadas, que causen o puedan causar la muerte de una o más personas, o grave daño a la salud humana o al ecosistema en general. Pena: 3 a 10 años de prisión.
- c). Fabricar, almacenar, importar, comerciar, transportar, usar o disponer, sin observar lo dispuesto en las disposiciones legales sobre la materia, sustancias o productos tóxicos o contaminantes que causen o puedan causar riesgo o peligro grave a la salud pública o al ecosistema en general. Pena: 1 a 5 años de prisión.
- d). Contaminar o permitir la contaminación de alimentos y bebidas. Pena: 1 a 5 años de prisión.
- e). Las penas mencionadas se impondrán sin perjuicio de la pena que estuviere establecida para el delito específico que se cometiere como resultado de la acción u omisión, pudiéndose imponer además las sanciones de: a) Clausura definitiva; b) Decomiso; c) Cancelación o revocación; d) Indemnización, reposición o restitución (ver artículo 87 de la Ley General del Ambiente).

## 2. INFRACCIONES Y SANCIONES ADMINISTRATIVAS

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

### a. Infracciones leves

Las infracciones leves son las siguientes:

- a). Violaciones a los planes de ordenamiento integral del territorio, que no produzcan daños comprobables al ambiente y a los recursos naturales, pero que sean potencialmente contaminantes.
- b). Impedir o dificultar, por primera vez, las inspecciones o comprobaciones de los funcionarios competentes.
- c). Ofrecer o presentar a las autoridades competentes datos total o parcialmente falsos, en sus respectivas solicitudes de aprobación de los estudios de evaluación de impacto ambiental o de permisos de operación.
- d). Ejecutar actividades potencialmente contaminantes o degradantes, en contravención a lo dispuesto en el estudio de impacto ambiental, siempre que no se hubiere provocado daño comprobado.
- e). Realizar actividades en áreas protegidas contrarias a lo permitido, según su categoría y estipulado en el plan de manejo forestal.
- f). Apilar aserrín, pulpa de café, cáscara de arroz u otros residuos industriales en sitios que posibiliten la contaminación de suelos y fuentes de agua.
- g). No observar las restricciones ecológicas para aprovechamientos forestales que emita la SERNA.
- h). Establecer industrias sin contar con el dictamen favorable en materia ambiental de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente.
- i). Verter desechos industriales no tóxicos sin su debido tratamiento en los suelos, ríos, quebradas, lagos, lagunas y cualquier otro curso y fuente de agua permanente o no permanente.
- j). No cumplir con las normas técnicas en las instalaciones de acopio y mantenimiento de vida silvestre.
- k). Arrojar basura por parte de las personas naturales e industrias en las calles, solares, áreas verdes, edificios públicos, ríos y otros lugares prohibidos.

### b. Infracciones menos graves

Las infracciones menos graves son el resultado de la reincidencia en la comisión de una falta leve.

### **c. Infracciones graves**

Las infracciones graves son las siguientes:

- a). Las violaciones a los planes de ordenamiento integral del territorio que produzcan alteraciones comprobables del ambiente y a los recursos naturales y que presenten daños de consideración.
- b). Actuar al margen o en contra de las disposiciones y resoluciones administrativas emitidas por las autoridades competentes.
- c). Impedir o dificultar, por más de una vez, las inspecciones o comprobaciones de los funcionarios competentes, o recurrir a medios de cualquier índole para inducirlos al error.
- d). Ofrecer o presentar a las autoridades competentes, datos total o parcialmente falsos cuando sea requerido para ofrecer información o lo hiciere reiteradamente en las solicitudes que presente.
- e). Realizar actividades potencialmente contaminantes sin las licencias y permisos correspondientes.
- f). Cazador, pescar o capturar, con fines comerciales o deportivos, especies protegidas de la fauna silvestre o cazar especies en época de veda, así como sus productos o subproductos.
- g). Cazador, pescar o capturar, con fines comerciales, especies de la flora y fauna silvestre sin el permiso correspondiente.
- h). Ejecutar actividades potencialmente contaminantes o degradantes, en contravención a lo dispuesto en el estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.
- i). Descargar en el mar sustancias nocivas o perjudiciales, líquidas o sólidas, así como aguas contaminadas y basura. También constituye una infracción grave efectuar vertidos de sustancias contaminantes líquidas, sólidas o gaseosas a los cursos o depósitos de agua o al alcantarillado sanitario sin previo permiso sin cumplir con los procesos de depuración o neutralización prescritos en las normas técnicas.
- j). Realizar actividades de las que se deriven efectos y daños irreversibles al ambiente.
- k). Que las empresas industriales arrojen basura a lugares prohibidos.
- l). Cometer la misma infracción menos grave por la que ha sido sancionado en más de tres procesos distintos.

## **D. DELITOS, INFRACCIONES Y SANCIONES CONTENIDAS EN LA LEY FORESTAL, ÁREAS PROTEGIDAS Y VIDA SILVESTRE**

Por el incumplimiento de los planes de manejo y planes operativos, la ley instituye los delitos forestales y las faltas administrativas, mismos que se pueden cometer por acción u omisión, estableciendo la pena ó sanción según la gravedad del delito o la infracción cometida.

## I. DELITOS Y SANCIONES PENALES

### a. Delitos

**Cuadro 70. Delitos forestales en los que podría incurrir un ingenio**

DELITOS	ARTÍCULO
Incendio, alteración, términos y linderos.	171
Corte o aprovechamiento ilegal de productos o subproductos forestales	172
Transporte ilegal de productos o subproductos forestales	173
Comercialización ilegal de productos o subproductos forestales.	174
Industrialización ilegal de productos o subproductos forestales	175
Tráfico ilegal de productos o subproductos forestales.	176
Alteración de hitos, señales o linderos.	177
Apropiación de un área forestal nacional o municipal.	178
Tala, descombro, roturación y roza.	179
Actuaciones ilegales.	180
Incumplimiento de actividades contenidas en el plan de manejo y el plan operativo de los propietarios o arrendatarios.	181
Responsabilidad de los técnicos (as) forestales calificados (as).	182
Pastoreo en las áreas forestales.	183
Propagación de plagas y enfermedades.	184

### b. Sanciones penales

Las sanciones penales pueden ser la reclusión, según la gravedad del delito cometido; y penas accesorias, que van desde la inhabilitación del ejercicio profesional hasta multas.

## 2. INFRACCIONES Y SANCIONES ADMINISTRATIVAS

### a. Infracciones

Son las siguientes:

- a). La inobservancia de las medidas de prevención, combate y extinción de los incendios forestales o de restauración de los bosques incendiados de acuerdo al daño causado.

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

### **b. Sanciones administrativas**

Son las siguientes:

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

## **E. DELITOS CONTRA LA SALUD PÚBLICA SEGÚN EL CÓDIGO PENAL**

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

- a). Quien contamine la totalidad o parte del territorio nacional, incluyendo las aguas con desechos, desperdicios, basuras o sustancias traídas del extranjero que produzcan o sean susceptibles de producir daños a la salud de las personas o al ecosistema, será sancionado con reclusión de seis (6) a doce (12) años y multa de cien mil lempiras (L.100,000.00) a quinientos mil lempiras (L.500,000.00). Las penas antes mencionadas se impondrán también a quien dentro o fuera del país promueva o de cualquier manera gestione la introducción al territorio nacional de desechos, desperdicios, basuras o sustancias que provoquen o sean susceptibles de provocar contaminación al medio ambiente o daño a la salud de las personas (Art. 181 A y B del Código Penal).
- b). Se impondrá reclusión de uno a tres años a quien corrompiere o ensuciare fuente, pozo o río cuya agua sirva de bebida, tornándola nociva para la salud (art. 187 del Código Penal).

## F. INFRACCIONES Y SANCIONES ESTIPULADAS EN OTRAS LEYES

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

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

## G. TRÁMITES ADMINISTRATIVOS ANTE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES

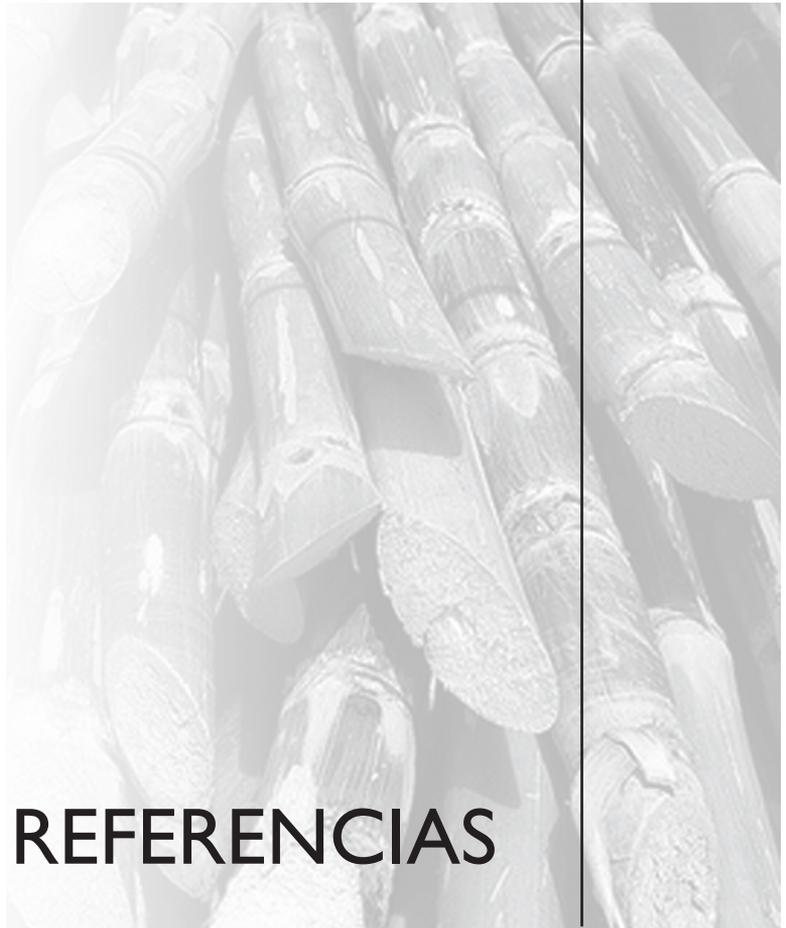
En este apartado se mencionan los permisos que se deben obtener ante las distintas autoridades ambientales. Esta información se complementa con el detalle de los permisos requeridos de acuerdo al ciclo de proyecto, que se encuentra en la sección de la etapa de factibilidad de esta guía.

Licencia Ambiental. Para la obtención de la licencia ambiental se procede de conformidad con la Ley General del Ambiente y su Reglamento. Las solicitudes se presentan ante el Secretario de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente, de conformidad con la Ley de Administración Pública y la Ley de Procedimiento Administrativo y sus Reglamentos.

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

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





## SECCION VI. REFERENCIAS



### **A. OTROS SITIOS DE INFORMACIÓN**

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

**Cuadro 71. Fuentes de información relacionada**

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

## B. 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 hidráulicas 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.

**Biotopos.** Espacio físico, natural y limitado donde se desarrolla la biocenosis o comunidad, conjunto de seres vivos de distintas especies que conviven en un mismo lugar.

**Buenas Prácticas Ambientales.** Medidas, ya sean de gestión o técnicas, destinadas a la mejora del rendimiento medioambiental.

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

**Cachaza.** Material esponjoso, amorfo, de color oscuro que arroja el jugo de la caña de azúcar al someterlo al proceso de purificación. Es 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, 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, que en este caso es 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.

**Caniza.** Material rico en Carbono (C) y Potasio (K) que se descompone con facilidad. 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 Jugo.** El jugo obtenido en la etapa de molienda es de carácter ácido (pH aproximado: 5,2). Este jugo 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.** Es la reducción de la capacidad de las lagunas para el 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 entrada 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 el recipiente del otro molino.

**Contaminación.** Es el proceso de 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 la 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.** Es 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.

**Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)<sub>5</sub>.** 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. Esta demanda se mide en mg/l

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

**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.

**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.** En el manejo de aguas residuales se refiere a cualquier corriente de salida de una instalación u operación dada. En su uso común, el término se suele emplear como sinónimo de agua residual.

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

**Emisiones atmosféricas.** Cantidad de emisiones de Óxidos de Azufre (SO<sub>x</sub>), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Monóxido de Carbono (CO) y Partículas Suspendidas Totales (PST) generadas por las actividades económicas.

**Emisiones.** Liberación de contaminantes (partículas sólidas, líquidas o gaseosas) al medio, procedentes de una fuente productora. El nivel de emisión de una fuente se mide por las cantidades emitidas por unidad de tiempo (toneladas/año, m<sup>3</sup>/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 el 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.

**Gases Efecto Invernadero (GEI).** Gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Los más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, aunque su concentración puede verse modificada por la actividad humana, pero también entran en este concepto algunos gases artificiales, producto de la industria. La frecuencia con que se menciona el CO<sub>2</sub> en relación con el efecto invernadero hace que muchos ignoren que el principal gas de invernadero en la atmósfera terrestre es el agua (en estado de vapor). Los gases de efecto invernadero, ordenados por un efecto decreciente, son: Vapor de agua (H<sub>2</sub>O), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Ozono (O<sub>3</sub>), y Clorofluorocarburos (*artificiales*).

**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.** Es 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, desechos sólidos, consumo de agua y emisiones gaseosas.

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

**Bagacillo.** 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<sub>2</sub> a través del sistema de sulfatación.

**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.

**Materiales pétreos.** Son aquellos materiales inorgánicos, naturales o procesados por el hombre que derivan de la roca o poseen una calidad similar a ella, siendo usados casi exclusivamente en el sector de la construcción. Los

materiales pétreos corresponden a una de las formas de clasificación de los materiales en general. Estos pueden ser pétreos naturales extraídos directamente de la naturaleza o pétreos artificiales procesados e industrializados por el hombre

**Meladura.** Jarabe previo para hacer el azúcar.

**Medidas de prevención.** Son obras o actividades encaminadas a prevenir y controlar los posibles impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el entorno humano y natural.

**Medidas de mitigación.** Son obras o actividades dirigidas a atenuar y minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el entorno humano y natural.

**Medidas de corrección.** Son obras o actividades dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado.

**Medidas de compensación.** Son obras o actividades dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones y localidades por los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos o satisfactoriamente mitigados.

**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.

**Permiso de Contrata de Aguas.** Es la autorización que da el Estado para el aprovechamiento de aguas nacionales, dedicadas a empresas de interés público o privado.

**Pol - 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. Es 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 y aporta un sabor muy delicioso.

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

**Recirculación.** Reciclar el agua después de ser usada.

**Refinación de la azúcar.** Es la etapa en la cual el azúcar de primera es refundida o redisuelta con agua; luego es aireada 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 refinó. 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. Los residuos 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 es para 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 ( $\text{SO}_2$ ) 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.

**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 y pistón hidráulico que interactúa para voltear la caña que viene en carretas.

## C. BIBLIOGRAFÍA

- AMDC (Alcaldía Municipal del Distrito Central, HN). 2004. Guía ambiental de construcción. Tegucigalpa, HN. 48 p.
- APAH (Asociación de Productores de Azúcar de Honduras). 2008. Antecedentes del sector azucarero en Honduras (en línea). Consultado 10 Agosto 2008. Disponible en: [www.azucar.hn](http://www.azucar.hn)
- Astorga, A. 2006. Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de infraestructura urbana. San José, CR. UICN. 99 p.
- CISA (Central de Ingenios S.A. de R.L.). 2008. Cogeneración de energía eléctrica (en línea). Consultado 20 sept. 2008. Disponible en: [www.cisahn.com/cisa\\_website/html/php/Cisa\\_general\\_esp1.html](http://www.cisahn.com/cisa_website/html/php/Cisa_general_esp1.html)
- CEGESTI. 2007. Curso de Gestión Ambiental Rentable (GAR). San Pedro Sula, Honduras.
- CMP+L (Centro Mexicano de Producción más Limpia). 2004. Producción más Limpia (en línea). Consultado 15 agosto 2008. Disponible en: <http://www.cmpl.com.mx/Portal/Default.asp>
- CNP+LH (Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras). 2007. Experiencia en la Implementación de P+L. San Pedro Sula, Honduras.
- CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitarias y Ciencias del Ambiente). 1999. Manejo ambientalmente adecuado de lodos provenientes de plantas de tratamiento.
- Dittel, N. 2008. Guía ambiental centroamericana para el sector porcícola. San José, CR. UICN.
- Esparza, R.; Campos, M. 2006. Minimización de la contaminación ambiental en un ingenio azucarero. Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad Nacional Federico Villarreal. Perú. 19 pp.
- Espinoza, G. 2002. Gestión y fundamentos de la evaluación de impacto ambiental. Santiago de Chile, CHI. BID.
- Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra. 2006. Guía de buenas prácticas ambientales: *construcción de edificios*.
- Fundación Chile. 2008. Gestión Escolar (en línea). Consultado 20 oct. 2008. Disponible en: [www.fundacionchile.cl](http://www.fundacionchile.cl)
- GTZ (La Cooperación Técnica Alemana). 2007. Guía de buenas prácticas de gestión empresarial para pequeñas y medianas empresas. Programa piloto para la promoción de la gestión ambiental en el sector privado en países en vías de desarrollo (P3U). Bonn, GER.
- IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental). 2006. Indicadores medioambientales para la empresa. Bonn, ALE. Ministerio Federal de Medio Ambiente.
- Keipi, K.; Mora, S.; Bastidas, P. 2005. Gestión de riesgos de amenazas naturales en proyectos de desarrollo: lista de preguntas de verificación ("Checklist"). Serie de informes de buenas prácticas, ENV-144. Washington, D.C. USA. BID.
- Larrosa, R. 2006. Proceso para la Producción de Biodiesel.
- Martínez, J. 2008. Presentación aprovechamiento de residuos de la agroindustria azucarera: las experiencias en cuba.

- METHANEX. 2006. Información Técnica y Guía para el Manejo Seguro del Metanol.**
- Ministerio del Ambiente. 2005. Guía ambiental para el subsector de caña de azúcar. Colombia. 90 pp.**
- Ministerio Federal de Medio Ambiente. 2007. Guía de indicadores medioambientales de la empresa, Bonn, GER.**
- Newbury. s.f. Hoja de seguridad de producto (MSDS). Consultado 20 sept. 2008. Disponible en: [http://www.newbury.com.ar/MSDS/Antiespumantes/NEWSIX%20950\\_MSDS.pdf](http://www.newbury.com.ar/MSDS/Antiespumantes/NEWSIX%20950_MSDS.pdf)**
- Perafán, F. 2008. Descripción del proceso de azúcar (en línea). Consultado 10 agosto 2008. Disponible en: [www.perafan.com/ea02azuc.html](http://www.perafan.com/ea02azuc.html)**
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2006. Manuales sobre energía renovable: fortalecimiento de la capacidad de la energía renovable.**
- PNUMA (Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2003. La Empresa Eficiente.**
- PNUMA (Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1989. Publicaciones en producción más limpia (en línea). Consultado 20 sept. Disponible en: <http://www.pnuma.org/industria/publicaciones.php>**
- Quimir. s.f. Hoja de datos seguridad del material. Consultado 20 sept. 2008. Disponible en: <http://www.quimir.com.mx/descargas/hojasseguridad/AcidoFosfPurificado85.pdf>**
- Secretaría Sectorial de Agua y Ambiente. 2001. Guía de buenas prácticas ambientales en el sector de la construcción y demolición. Murcia, ESP.**
- SEMARNA (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Manual de normas de seguridad para el manejo de sustancias peligrosas. México D.F., MEX.**
- SDPI (Sustainable Development Policy Institute). 2006. Study on effluents from selected sugar mills in Pakistan: potential environmental, health, and economic consequences of an excessive pollution load. Islamabad, PAK.**
- Torres, R. 2005. 1er Curso de Capacitación Sistemas de Iluminación. San Pedro Sula, HN. PESIC.**
- Vallejo, M; Martínez, D.; Matamoros, L.; Elvir, D. 2007. DR-CAFTA: Compromisos Ambientales y Legislación. Tegucigalpa, HN. USAID/MIRA.**
- Zaldívar, A. s.f. Proceso de producción del azúcar en Honduras. Consultado 20 sept. 2008. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos34/produccion-azucar/produccion-azucar.shtml>**



**SERNA**  
SECRETARÍA DE RECURSOS  
NATURALES Y AMBIENTE



*Financiado por:*



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