



# Guía de PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL BENEFICIADO DE CAFÉ EN HONDURAS



La preparación de esta publicación se realizó como parte del apoyo que FIDE brinda al rubro caficultor para la mejora de su competitividad, su desempeño ambiental e incrementar su capacidad de hacer frente a los retos comerciales a nivel internacional.

Los conceptos expresados en esta publicación no necesariamente reflejan el punto de vista de FIDE.

REPÚBLICA DE HONDURAS, 2010

#### **Elaboración técnica**

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

#### **Edición**

*La elaboración de la presente “Guía de Producción más Limpia para el beneficiado de café en Honduras” fue realizada por el Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH), San Pedro Sula, Honduras, 2010.*

# ÍNDICE

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Siglas y acrónimos .....</b>                                                                   | <b>2</b>  |
| <b>I. Introducción.....</b>                                                                       | <b>3</b>  |
| Acerca de la guía .....                                                                           | 4         |
| ¿A quién va dirigida la guía? .....                                                               | 5         |
| <b>II. Justificación y objetivos .....</b>                                                        | <b>6</b>  |
| Justificación .....                                                                               | 6         |
| Objetivos.....                                                                                    | 7         |
| Objetivo general .....                                                                            | 7         |
| Objetivos específicos.....                                                                        | 7         |
| <b>III. Marco conceptual de Producción Más Limpia .....</b>                                       | <b>8</b>  |
| Producción Más Limpia (P+L) .....                                                                 | 8         |
| Metodología para implementar un Programa de P+L.....                                              | 10        |
| Primera fase: planeación y organización del programa de Producción Más Limpia .....               | 10        |
| Segunda fase: evaluación en planta.....                                                           | 12        |
| Tercera fase: estudio de factibilidad .....                                                       | 15        |
| Cuarta fase: implementación .....                                                                 | 15        |
| Resumen de implementación de un programa de P+L.....                                              | 16        |
| Opciones de P+L.....                                                                              | 17        |
| Indicadores.....                                                                                  | 18        |
| Indicadores de procesos.....                                                                      | 18        |
| Indicadores ambientales.....                                                                      | 20        |
| <b>IV. Descripción del proceso productivo.....</b>                                                | <b>21</b> |
| Definición del producto .....                                                                     | 21        |
| Proceso de Beneficiado de Café .....                                                              | 22        |
| Impactos ambientales originados por el proceso.....                                               | 24        |
| <b>V. Buenas Prácticas para la Producción más Limpia.....</b>                                     | <b>25</b> |
| Buenas prácticas operativas .....                                                                 | 25        |
| Capacitación de personal .....                                                                    | 25        |
| Mantenimiento de equipo e instalaciones.....                                                      | 27        |
| generales para asegurar la calidad y el desempeño óptimo del proceso .....                        | 28        |
| Buenas prácticas para el uso eficiente de agua, energía y materias primas e insumos:              |           |
| recomendaciones generales .....                                                                   | 30        |
| Recomendaciones generales para el uso eficiente del agua.....                                     | 30        |
| Recomendaciones generales para el uso eficiente de la energía .....                               | 31        |
| Recomendaciones generales para el uso eficiente de materias primas e insumos.....                 | 33        |
| Recomendaciones generales para la reducción de residuos y emisiones del beneficiado de café ..... | 34        |

|              |                                                                                                                 |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|              | Buenas prácticas para el uso eficiente de agua, energía y materias primas:<br>recomendaciones específicas ..... | 36        |
|              | Recomendaciones específicas para el uso eficiente del agua en el proceso .....                                  | 38        |
|              | Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la energía en el proceso.....                              | 39        |
|              | Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la materia prima en el proceso .....                       | 40        |
|              | Recomendaciones específicas para la reutilización y reciclaje en el proceso .....                               | 41        |
| <b>VI.</b>   | <b>Marco Legal .....</b>                                                                                        | <b>43</b> |
| <b>VII.</b>  | <b>Glosario .....</b>                                                                                           | <b>48</b> |
| <b>VIII.</b> | <b>Bibliografía .....</b>                                                                                       | <b>51</b> |
| <b>IX.</b>   | <b>Anexos .....</b>                                                                                             | <b>52</b> |
|              | Anexo 1. Iniciativas en la región .....                                                                         | 52        |
|              | Anexo 2. Proveedores generales de P+L .....                                                                     | 59        |
|              | Anexo 3. Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L.....                                         | 60        |
|              | Anexo 4. Lista de chequeo para línea base de diagnóstico de P+L en los beneficios .....                         | 63        |
|              | Anexo 5. Guía metodológica para visitas de diagnóstico de línea base en beneficios .....                        | 66        |
|              | Anexo 6. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia energética.....                                      | 70        |
|              | Anexo 7. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua.....                              | 73        |
|              | Anexo 8. Alternativas para materia prima en el beneficiado de café .....                                        | 75        |
|              | Anexo 9. Alternativas de tratamiento para aguas mieles generadas .....                                          | 76        |
|              | Anexo 10. Opciones de elaboración y producción de abono orgánico.....                                           | 80        |
|              | Anexo 11. Propuesta de Diseño de sistema de Recirculación de agua para Beneficio<br>Húmedo .....                | 91        |

# ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación .....                                | 9  |
| Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L .....                                                | 10 |
| Figura 3. Diagrama de entradas y salidas.....                                                       | 13 |
| Figura 4 Resumen del proceso de implementación de P+L .....                                         | 17 |
| Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso.....                                         | 19 |
| Figura 6. Flujograma actual del beneficiado de café.....                                            | 22 |
| Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del proceso de beneficiado de café al implementar P+L..... | 37 |

# ÍNDICE DE CUADROS

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. Beneficios de la Producción Más Limpia.....                                                                                                                                              | 9  |
| Cuadro 2. Registro de miembros del equipo de P+L. ....                                                                                                                                             | 11 |
| Cuadro 3. Indicadores de procesos.....                                                                                                                                                             | 19 |
| Cuadro 4. Escala y tipos de indicadores ambientales que pueden definirse .....                                                                                                                     | 20 |
| Cuadro 5. Temas de capacitación prescriptivos en una planta de producción. ....                                                                                                                    | 26 |
| Cuadro 6. Equipo básico para el beneficiado de café. ....                                                                                                                                          | 27 |
| Cuadro 7. Recomendaciones generales para el uso eficiente del agua .....                                                                                                                           | 30 |
| Cuadro 8. Recomendaciones generales para el uso eficiente de la energía.....                                                                                                                       | 32 |
| Cuadro 9. Recomendaciones generales para el uso eficiente de la materia prima e insumos .....                                                                                                      | 33 |
| Cuadro 10. Recomendaciones generales para la reutilización y reciclaje de residuos.....                                                                                                            | 35 |
| Cuadro 11. Recomendaciones específicas para el uso eficiente del agua en el proceso .....                                                                                                          | 38 |
| Cuadro 12. Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la energía en el proceso .....                                                                                                     | 39 |
| Cuadro 13. Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la materia prima en el proceso .....                                                                                               | 40 |
| Cuadro 14. Recomendaciones específicas para la reutilización y reciclaje de residuos en el proceso .....                                                                                           | 41 |
| Cuadro 15. Legislación aplicable a la operación del proyecto por factor ambiental. ....                                                                                                            | 43 |
| Cuadro 16: Legislación aplicable a la operación del proyecto por insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son claves para el manejo ambiental ..... | 45 |
| Cuadro 17. Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones.....                                                                                                                  | 60 |
| Cuadro 18. Lista para el control de la implementación de prácticas de P+L. ....                                                                                                                    | 60 |
| Cuadro 19. Registro de producción mensual .....                                                                                                                                                    | 60 |

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 20. Registro de sub-productos .....                                                                    | 60 |
| Cuadro 21. Registro de materias primas. ....                                                                  | 61 |
| Cuadro 22. Registros de residuos líquidos. ....                                                               | 61 |
| Cuadro 23. Registro de residuos sólidos. ....                                                                 | 61 |
| Cuadro 24. Ficha para el control de la entrada de agua. ....                                                  | 61 |
| Cuadro 25. Formato para la recolección de información de consumo energético. ....                             | 61 |
| Cuadro 26. Formato para el control de energía consumida vs. Energía requerida.....                            | 61 |
| Cuadro 27. Formato para el control del consumo de combustible. ....                                           | 62 |
| Cuadro 28. Formato para el control de la implementación de medidas. ....                                      | 62 |
| Cuadro 29. Características de diversos tipos de iluminación.....                                              | 70 |
| Cuadro 30. Equivalencias entre lámparas incandescentes y fluorescentes .....                                  | 70 |
| Cuadro 31. Opciones de sustitución de lámparas fluorescentes.....                                             | 70 |
| Cuadro 32. Opciones de sustitución de tecnología T-12 por T-8 y T-5 .....                                     | 71 |
| Cuadro 33. Pérdidas de agua por fugas.....                                                                    | 73 |
| Cuadro 34. Ahorro estimado de agua por uso de pistolas industriales.....                                      | 73 |
| Cuadro 35. Cálculos de ahorro de agua por reparar una fuga en el sistema de conducción y<br>distribución..... | 74 |
| Cuadro 36. Cálculos de ahorro de agua por cambio de actitud de personal.....                                  | 75 |
| Cuadro 37. Cálculos de ahorro de agua por usar un sistema de recirculación de agua.....                       | 75 |
| Cuadro 38. Alternativas de disposición de residuos del beneficiado del café.....                              | 75 |
| Cuadro 39. Cálculos de volúmenes de aguas residuales en el proceso de beneficiado de café .....               | 76 |

# SIGLAS Y ACRÓNIMOS

|                      |                                                                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CNP+LH</b>        | Centro Nacional de la Producción más Limpia de Honduras                                                  |
| <b>DR-CAFTA</b>      | Tratado de Libre Comercio entre los Estados Unidos de América, Centro América y la Republica Dominicana. |
| <b>DOP</b>           | Denominación de Origen Protegida Café Márcala                                                            |
| <b>FHIA</b>          | Fundación Hondureña de Investigación Agrícola                                                            |
| <b>FIDE</b>          | Fundación para la Inversión y Desarrollo de Exportaciones                                                |
| <b>FUNDER</b>        | Fundación para el Desarrollo Empresarial Rural                                                           |
| <b>GTZ</b>           | Cooperación Alemana para el Desarrollo                                                                   |
| <b>IHCAFE</b>        | Instituto Hondureño del Café                                                                             |
| <b>ONUDI</b>         | Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial                                        |
| <b>PNUD</b>          | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo                                                       |
| <b>PNUMA</b>         | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente                                                   |
| <b>PREMACA</b>       | Programa de Apoyo al Medio Ambiente de Centroamérica                                                     |
| <b>PROARCA/SIGMA</b> | Programa Ambiental Regional para Centroamérica/Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente.               |
| <b>P+L</b>           | Producción Más Limpia                                                                                    |
| <b>SERNA</b>         | Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente                                                              |
| <b>SNV</b>           | Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo                                                           |
| <b>UMA</b>           | Unidad Municipal Ambiental                                                                               |
| <b>USAID</b>         | Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América                                |

# I. INTRODUCCIÓN

Siendo el Café uno de los mayores sectores de exportación del país, FIDE con apoyo de la cooperación del gobierno de Dinamarca (DANIDA) y la Embajada Real de Dinamarca, en el marco del programa de medio ambiente para Centroamérica PREMACA que impulsa el desarrollo de Eco-empresas y el cual es co-ejecutado por FIDE, FUNDER y SNV, definió apoyar al sector café, específicamente en la zona de denominación de Origen DOP-Marcala, para implementar estrategias de mejora del desempeño ambiental de los beneficios de la zona y considerando que la estrategia de P+L puede contribuir al logro y mantenimiento de la protección ambiental y a su vez ayudar a mejorar la eficiencia y competitividad de las empresas, se decidió la utilización de la P+L en el beneficiado de Café.

Es así como en alianza con el Centro de Nacional de Producción más Limpia de Honduras, FIDE inicio el proyecto “Mejora del desempeño ambiental de los beneficios de Café en el área de denominación de origen protegida Café Marcala”, iniciando con un diagnóstico de la situación actual de 26 beneficios de café previamente seleccionados en cuatro categorías, basadas en su procesamiento por temporada y sus características generales definidas de la siguiente manera:

Beneficios Centrales: beneficios que procesan más de 10,000 quintales uva.

Beneficio Central – intermediario: beneficios de dueños individuales que procesan café propio y de otros en rangos superiores a los 5,000 quintales uva.

Beneficio Mediano: beneficios individuales que procesan más de 350 quintales uva.

Beneficio pequeño: beneficios individuales que procesan menos de 350 quintales uva.

Como resultado de la primera fase se seleccionaron 12 beneficios representativos de cada categoría que serian utilizados como proyectos pilotos dentro de una segunda fase para aplicar el enfoque de P+L en el uso eficiente del agua y la disposición adecuada de las aguas residuales (aguas mieles), buscando desarrollar experiencias que permitieran mostrar los beneficios de la metodología de P+L e impulsar un efecto multiplicador de las lecciones aprendidas a otros beneficios similares en el futuro.

FIDE al revisar los buenos resultados que se estaban obteniendo en el proceso de implementación en los beneficios seleccionados, definió que el proyecto podría ser utilizado para impactar de manera positiva a nivel de los beneficios de todo el país, con el diseño de un instrumento que permitiera resumir las experiencias exitosas de la implementación, mediante la presentación de recomendaciones para la implementación de P+L, solicitando al CNP+LH que se realizará una propuesta, basada también en la experiencia previa de la institución en el diseño y desarrollo de guías de P+L para ocho rubros nacionales en el marco del proyecto de apoyo al cumplimiento de los compromisos ambientales derivados de la entrada en vigencia del tratado de libre comercio DR-CAFTA, financiado por la cooperación del gobierno de los Estados Unidos de América a través de la Agencia Internacional para el Desarrollo USAID, entre los años 2007 al 2009.

En este contexto resulta el diseño de la presente “GUÍA DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA PARA EL BENEFICIADO DE CAFÉ EN HONDURAS”, apoyándose para el diseño de este documento



además de los insumos obtenidos en las fase 1 y 2 del proyecto en la DOP-Márcala, de las demás experiencias que el CNP+LH desarrolló en el sector café en años anteriores

Es necesario recalcar que la información contenida en la guía proviene de la experiencia y práctica generada al evaluar 26 beneficios de café y realizar la implementación de P+L en 12 de éstos en la zona DOP-Marcala, así como de al menos 13 evaluaciones realizadas en otras áreas del país entre los años 2003 y 2005 por el CNP+LH, donde se identificaron prácticas de P+L para mejorar el desempeño en el uso de recursos, promover el ahorro de agua y energía, y realizar una adecuada gestión de los residuos.

El Documento se diseña con el objeto de brindar lineamientos generales a los beneficios que procesan café uva, para identificar, evaluar e implementar P+L, con el enfoque de permitirles incrementar la eficiencia y la rentabilidad de su proceso, reduciendo a la vez el impacto por contaminación al ambiente.

La guía contiene una breve descripción de la metodología de P+L, para luego pasar a una descripción del proceso de beneficiado de café, mostrando de manera secuencial en cada fase del proceso los beneficios que conlleva la implementación de las opciones que genera el uso de P+L en la empresa, específicamente en el consumo de agua, energía y la gestión adecuada de residuos. De manera de ejemplificación, se muestran de manera resumen experiencias exitosas a nivel nacional y centroamericano de empresas que han implementado P+L, mostrándose beneficios cuantitativos y ambientales obtenidos con la aplicación de dicha metodología.

## **ACERCA DE LA GUÍA**

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

La guía está integrada por seis secciones principales, iniciando con una breve introducción que brinda información sobre el contenido de la guía, los antecedentes del rubro y a quien está dirigido el documento. La segunda sección muestra la justificación por la cual se desarrolló la guía y los objetivos que se persiguen con la misma. La tercera sección expone el marco conceptual de Producción más Limpia como estrategia de competitividad y gestión ambiental, sus beneficios y su metodología de implementación. En la cuarta sección se describe el proceso productivo, se especifican las entradas y salidas de cada etapa del proceso de beneficiado de café y se identifican las oportunidades y fortalezas. La quinta sección, la más importante del documento, aborda las buenas prácticas de P+L como eje fundamental para mejorar la competitividad y gestión ambiental de beneficios de café; además, esta sección identifica los indicadores recomendados para evaluar la efectividad en la implementación de P+L. Se debe notar que las buenas prácticas expuestas en el documento son recomendaciones para beneficios que se encuentran en operación, ya que esta es la etapa en la cual es posible analizar de forma práctica el proceso productivo e identificar las fallas y las oportunidades de mejora.

El marco legal está contenido en la sexta sección, hace una recapitulación de las políticas, leyes, reglamentos, normas o disposiciones jurídicas generales relacionadas con el rubro en la etapa operativa. El documento también incluye un glosario y una sección de bibliografía con las fuentes consultadas para su elaboración.

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

## **¿A QUIÉN VA DIRIGIDA LA GUÍA?**

La “Guía de Producción más Limpia Para el Beneficiado de café en Honduras” está dirigida a:

Propietarios individuales, cooperativas, empresas, encargados, operadores y el personal técnico clave, interesados en mejorar la competitividad y desempeño ambiental de los beneficios de café, implementando tecnologías limpias e innovadoras que permitan cumplir con la legislación ambiental del país.

Investigadores, consultores, miembros de Organismos no Gubernamentales (ONG) e inversionistas que apoyen el desarrollo del sector café en Honduras.

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

- A los estudiantes interesados en conocer detalles generales y específicos sobre el beneficiado de café.

## II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### JUSTIFICACIÓN

A pesar de la crisis mundial, Honduras ha logrado mantener un crecimiento económico aceptable, lo cual en parte se debe al sector café el cual en el 2008 aportó un 4.38% al Producto Interno Bruto Nacional (PIB Nacional), al generar divisas por el orden de los 463.95 millones de dólares, y el 36.13% al Producto Interno Bruto agrícola (PIB agrícola), por otra parte las exportaciones de café apoyan el dinamismo comercial del sector y durante el año 2008 contribuyeron con el 23.61% de los ingresos por exportaciones de los principales productos. Es así como Honduras se sitúa en el décimo lugar con el 2.65% de la producción mundial de café.<sup>1</sup>

En Honduras el 90% de la producción de café entre orgánico y tradicional proviene de pequeños y medianos productores.

A su vez tenemos varios tipos de beneficios de café de acuerdo al grado de tecnología usada en el proceso:

Beneficio artesanal, por lo general ubicado dentro de las parcelas del productor y la mayoría de las operaciones se hacen manualmente.

Beneficio tradicional, localizados cercanos a las fincas y junto o cerca de una fuente de agua, requieren por lo general de grandes cantidades de agua. Las estimaciones es que utilizan entre 2,000 a 5,000 litros de agua para procesar un quintal de café pergamino húmedo.

Beneficio tecnificado que no necesariamente se ubican en las fincas, por lo general usa menos cantidades de agua (reducciones de hasta casi un 90% comparado con el beneficio tradicional).

Beneficios ecológicos que utilizan tecnología que hace al proceso de beneficiado amigable con el medio ambiente reduciendo al mínimo el uso del agua y reutilizando los residuos generados (En general en un beneficio 100% ecológico el rango de consumo de agua estándar por quintal pergamino seco producido es de 180 a 270 litros de agua<sup>2</sup>).

En general en el beneficiado húmedo del café se generan diferentes formas de contaminantes, los cuales por sus características se describen como las aguas de despulpado, las aguas de lavado y la pulpa cuando la misma es vertida a las fuentes de descarga (ríos, suelos, etc.), de acuerdo a estadísticas de los productores se producen 2.2 kg de pulpa por cada kilogramo de café oro y un promedio de volumen de 2 m<sup>3</sup> de aguas mieles por TM de pulpa<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Estadísticas Informe Anual Cosecha 2008-2009 IHCAFE

<sup>2</sup> Fuente: Manual de Buenas Prácticas Operativas de P+L para el beneficiado de Café, PROARCA/SIGMA

<sup>3</sup> Tomado de la Línea de base ambiental Café Márcala Ing. Miguel Ramírez, La Paz, Honduras, Septiembre 2008

Por tanto, acorde a lo identificado en diversos proyectos que se han ejecutado para apoyar la gestión ambiental de este rubro, se esperaría que con la aplicación de las recomendaciones mostradas en esta guía para propiciar la P+L, por parte de los beneficios, se lograría una mejora en los procesos productivos, un uso eficiente del agua, energía así como la óptima disposición final de las aguas residuales y residuos sólidos y la reducción de la generación de estos a través de su aprovechamiento, esto último además podría generar ingresos adicionales para el beneficio.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Apoyar la mejora de la competitividad y desempeño ambiental de los Beneficios de Café en Honduras mediante el diseño de un documento que permita guiar la implementación de la metodología de Producción más Limpia (P+L).

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Motivar el uso de tecnologías limpias en el procesamiento de café con un esquema de alto nivel de eficiencia y estándares que permitan reducir los costos de producción, promover el uso eficiente de las materias primas, energía y agua.

Apoyar el incremento y mejora del desempeño ambiental del rubro cafetalero al proponer la aplicación de recomendaciones y el uso de tecnologías limpias e innovadoras.

Promover la mejora del desempeño del beneficiado de café al proponer prácticas amigables en todo el proceso productivo, principalmente en lo que al manejo de residuos se refiere.

# III. MARCO CONCEPTUAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

## PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)

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

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

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

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



**Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación<sup>4</sup>**

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

**Cuadro 1. Beneficios de la Producción Más Limpia.**

| AL REDUCIR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | SE INCREMENTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de la energía en la planta.</li> <li>• La utilización de recursos como el agua.</li> <li>• La cantidad de residuos y la contaminación.</li> <li>• Los riesgos de accidentes laborales, lo que a su vez implica reducción de costos.</li> <li>• La posibilidad de incumplimiento de normas ambientales y sus correspondientes sanciones.</li> <li>• Costos en la producción.</li> <li>• La tasa de uso de recursos naturales y la tasa de generación de residuos contaminantes.</li> <li>• Los riesgos medio ambientales en caso de accidentes.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La calidad del producto.</li> <li>• La eficiencia, a través de una mejor comprensión de los procesos y actividades de la planta de producción.</li> <li>• La motivación del personal.</li> <li>• El prestigio, al mejorar la imagen de la empresa al socializar los resultados del proceso.</li> <li>• La competitividad en nuevos mercados nacionales e internacionales.</li> <li>• Ingresos y ahorros de la empresa.</li> <li>• La protección del medio ambiente.</li> <li>• La mejora continua de la eficiencia medioambiental en las instalaciones y de los productos.</li> </ul> |

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

<sup>4</sup> Material de curso de entrenamiento de entrenadores en P+L, ONUDI, San Pedro Sula, junio de 2007.

## METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE P+L<sup>5</sup>

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



Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L

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

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

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

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

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

<sup>5</sup> Promoción de eficiencia de recursos en pequeña y mediana empresa, ONUDI, edición revisada 2010.

### **b. Organizar el equipo de P+L**

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

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

| Nombre de la persona | Cargo | Área del proceso donde se ubica | Fortalezas y habilidades |
|----------------------|-------|---------------------------------|--------------------------|
|                      |       |                                 |                          |
|                      |       |                                 |                          |
|                      |       |                                 |                          |

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

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

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



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

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

#### **e. Capacitar a mandos intermedios y operarios**

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

### **SEGUNDA FASE: EVALUACIÓN EN PLANTA**

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

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

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

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

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

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

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

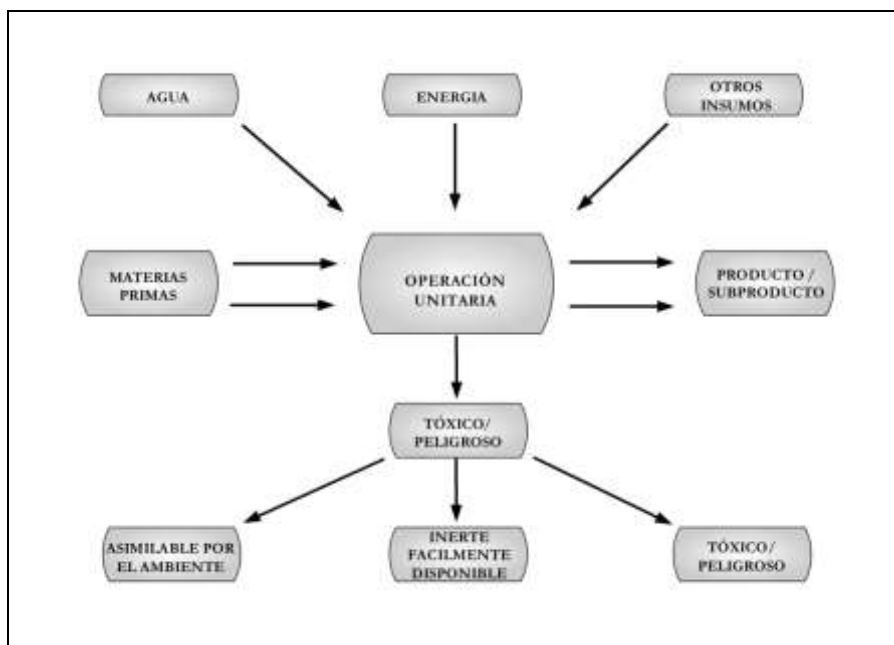


Figura 3. Diagrama de entradas y salidas

### c. Planificación del recorrido para identificar la línea base

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

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

¿Cuánto debe durar el recorrido?

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

¿Qué áreas podrían ser de especial interés?

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

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

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

#### **d. Responsabilidades y actividades del equipo evaluador**

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

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

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

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

#### **e. Establecimiento de línea base y generación de opciones**

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

- Consumos de materias primas e insumos (energía eléctrica, vapor, agua, materiales, empaque y otros).
- Cantidades y costos de producción.
- Cantidades de desperdicios operacionales (desperdicios automáticos y productos no conforme).
- Cantidades de residuos generados (líquidos y sólidos).
- Observación del estado y funcionamiento de la maquinaria y equipo.
- Evaluación visual de las condiciones de las estructuras físicas de la planta.

- Realizar en los casos que aplique mediciones de parámetros (amperaje, voltaje, temperatura, ruido, iluminación, flujos de aires, caudal de agua, emisiones y volúmenes de aguas residuales).
- La evaluación de la planta generará información de oportunidades de mejoras y recomendaciones que se incorporarán en el plan de acción. El plan de acción deberá contener recomendaciones con sus respectivas actividades, período de ejecución, el cual será priorizado de acuerdo a los límites de la viabilidad económica, técnica y ambiental de la empresa.

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

## **TERCERA FASE: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

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

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

### **a. Evaluación técnica, económica y ambiental**

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

### **b. Definición de recomendaciones**

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

### **c. Selección de las medidas a priorizar**

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

## **CUARTA FASE: IMPLEMENTACIÓN**

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

- Establecer la fuente y el monto de los fondos destinados al proyecto.

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

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

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

#### **b. Ejecución de las medidas recomendadas**

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

#### **c. Monitoreo y evaluación de las medidas implementadas**

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

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

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

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

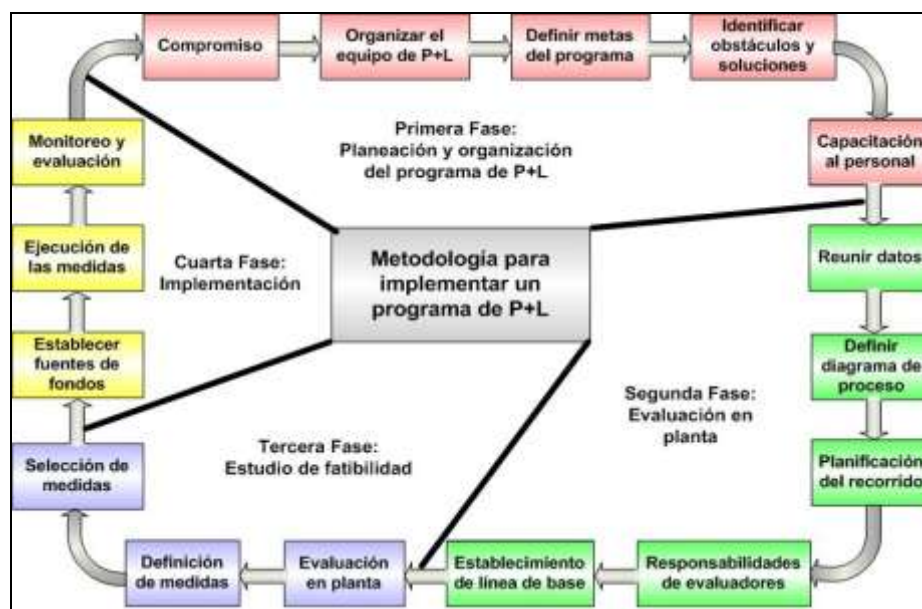


Figura 4 Resumen del proceso de implementación de P+L

## OPCIONES DE P+L

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

La meta principal es encontrar las medidas para abordar el problema en la fuente. Éstas incluyen modificaciones tanto del proceso de producción como del propio producto.<sup>6</sup>

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

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

<sup>6</sup> Manual de Producción Más Limpia, ONUDI, 1999.

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

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

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

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

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

## **INDICADORES**

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

## **INDICADORES DE PROCESOS**

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

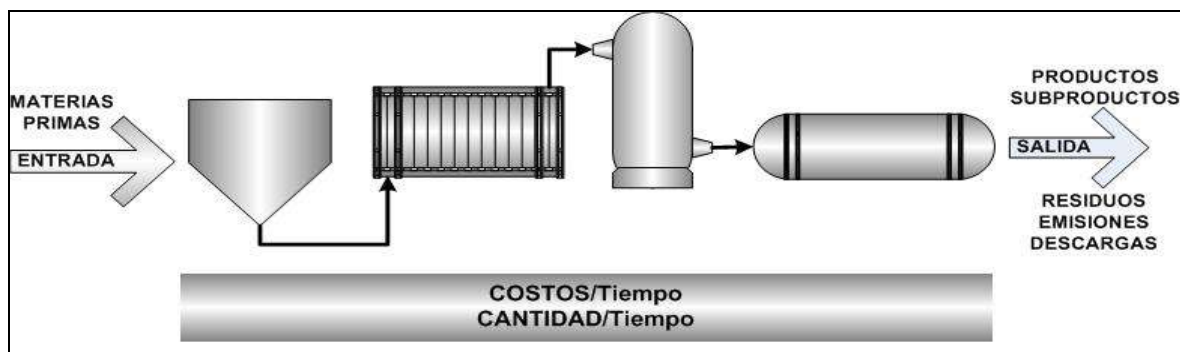


Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso.

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

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

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

#### ANÁLISIS DE ENTRADAS:

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

#### ANÁLISIS DE SALIDAS:

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

Cuadro 3. Indicadores de procesos.

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



## INDICADORES AMBIENTALES

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

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

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

| Escala                                                 | Tipos de indicadores que pueden definirse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>Global</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Relacionados con gases de efecto invernadero, según listado de Protocolo de Kioto (CO2 Equivalente).</li><li>Relacionados con sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, según listado de Protocolo de Montreal.</li><li>Relacionados con Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), según listado de Protocolo de Estocolmo.</li></ul>                                                                                                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Local</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>Relacionados con emisiones atmosféricas: material particulado, dióxido de azufre (SO2) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs).</li><li>Relacionados con vertimientos de aguas residuales: Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Carbón Orgánico Total.</li><li>Relacionados con consumo: agua y energía (combustibles, electricidad).</li><li>Relacionados con la reducción de generación de residuos.</li><li>Relacionados con costos de reciclaje, disposición y transporte de residuos.</li></ul> |

(Ministerio Federal del Medio Ambiente, 2007)

# IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

## DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El café es una bebida que normalmente se toma caliente y que se obtiene a través de la infusión de los frutos y semillas tostadas y molidas de la planta del cafeto.

En nuestro país, el cultivo del café en forma comercial, se realiza en 15 de los 18 departamentos exceptuando: Valle, Islas de la Bahía y Gracias a Dios, es un cultivo básicamente de las zonas montañosas cuyas altitudes están entre los 900 y 1800 metros sobre el nivel del mar, y particularmente se cultiva la especie de café arábigo que se considera que tiene su origen en las tierras altas de Etiopía y Sudan en África, situadas a mas de 1000 metros de altura sobre el nivel mar, la cual se introdujo en Centro América por los años 1750 a 1767

La calidad del café y por consiguiente su valor comercial está directamente relacionado con la variedad y las alturas de los terrenos donde es cultivado. En Honduras las variedades más cultivadas son la Bourbon, Caturra, Catuai, IHCAFE-90 y en menor cuantía la Pacas, Lempira, Parainema, Pacamara y Typica.

De acuerdo a las alturas s.n.m., estas se cultivan en las zonas llamadas Bajíos que tienen elevaciones menores a los 900 metros, en terrenos de Altura cuya elevación está entre los 900 a 1300 metros y los de Estricta Altura cuya elevación es mayor a los 1300 metros y que son los cultivos cuya producción se considera de mayor calidad.

Otro aspecto considerado en la selección de la variedad a cultivar es su resistencia a las plagas y enfermedades, desde el punto de vista ambiental por la limitante en el uso de agroquímicos en estas áreas que pueden ser parte de zonas de reservas o zonas protegidas.

Las plantas de cafeto al inicio son parecidas a las plantas frutales ya que tienen un crecimiento vigoroso que dura aproximadamente 2 años y medio hasta que aparece la primera floración y frutos. A partir de allí el cafeto entra en su fase reproductiva la que puede ser alta, estable y de gran calidad no obstante año a año esta producción puede tener altibajos los que deben ser controlados con cuidados eficientes como la poda y fertilizado apropiados.

Una vez cultivados el café uva, nombre que se le da a la fruta del cafeto; éste se prepara para el consumo humano mediante el proceso de beneficiado el cual se debe hacer de tal manera que conserve las cualidades del fruto, ya que un buen o mal beneficiado puede disminuir la calidad del producto final.

El beneficiado se puede hacer mediante el proceso húmedo el cual como su nombre lo indica requiere de grandes cantidades de agua para realizar las distintas etapas que comprenden el proceso, lográndose un café de alta calidad de taza, en el proceso seco se obtienen cafés de menor calidad que requieren de grandes cantidades de energía para lograr el secado del café.

---

<sup>7</sup> Tomado de: Manual de Caficultura, IHCAFE, Tegucigalpa, Honduras, 2001, Línea de base ambiental Café Márcala Ing. Miguel Ramírez, La Paz, Honduras, Septiembre 2008, y entrevista al Ing. Luis Renato Cabrera, Coordinador Técnico de la Denominación de Origen Márcala, en Mayo 2010.

## PROCESO DE BENEFICIADO DE CAFÉ

En Honduras el 90% del café se beneficia mediante el beneficiado húmedo, obteniéndose un producto de calidad que es muy apetecido en el mercado internacional.

Mediante este proceso se busca que el grano en su etapa de secado reduzca su porcentaje de humedad a un valor cercano al 11%, ya que la humedad del 11 al 12 % en el grano de café es la ideal para que éste repose en su punto de equilibrio higroscópico. Dependiendo del grado de tecnología del beneficio las etapas que comprende este proceso son: Recepción, recibo, despulpado, fermentado, desmucilado, lavado, clasificado, secado y almacenado, obteniéndose como producto el café pergamino seco ( oro).

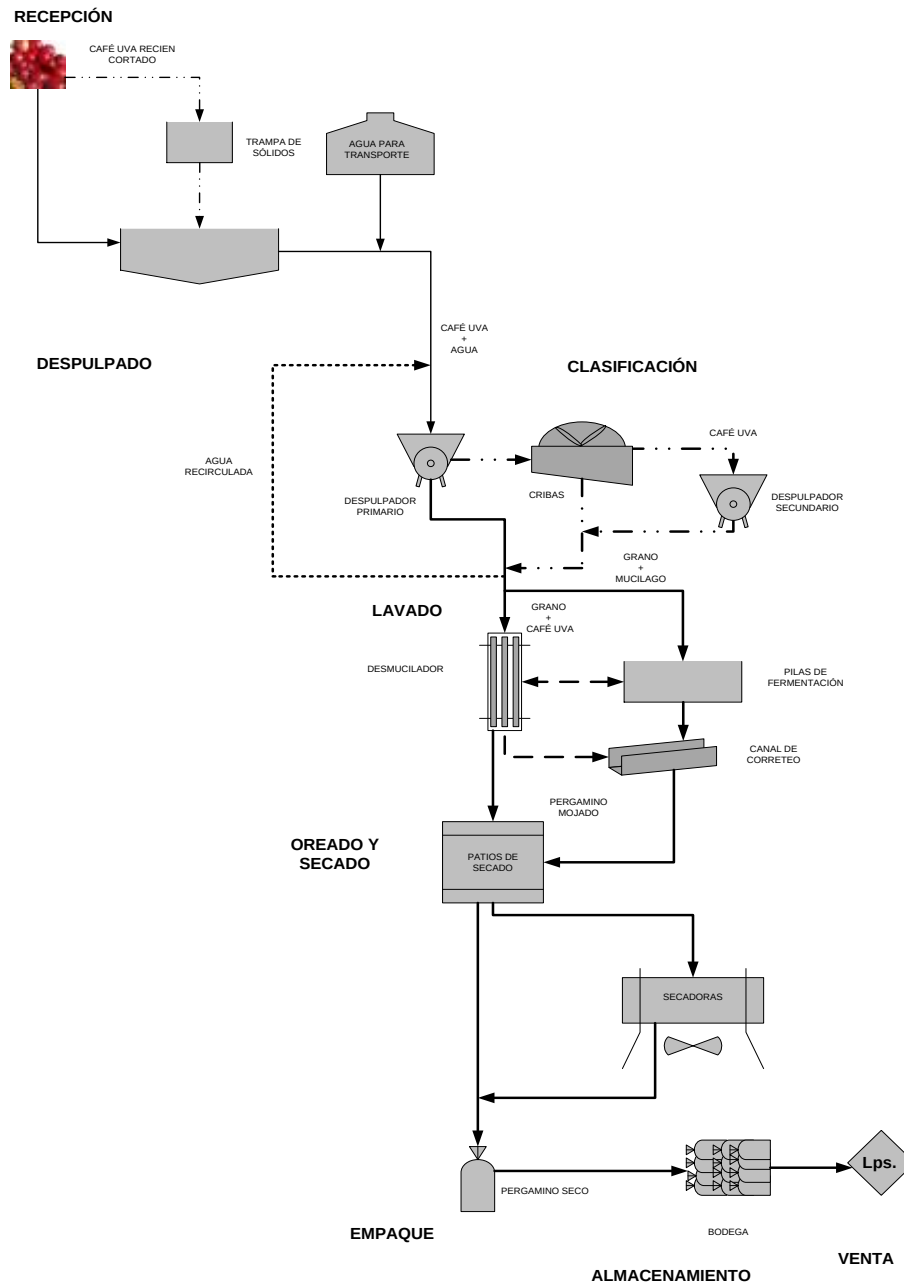


Figura 6. Flujograma actual del beneficiado de café.

(Fuente: Diseño del Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras, 2010).

#### **a. Recibo del café maduro**

El café maduro se recibe directamente utilizando como medida de volumen y peso la lata<sup>8</sup> y quintal. En la mayoría de los beneficios el café se deposita en una tolva de forma piramidal truncada invertida, la cual puede ser de madera o concreto, así mismo la gran mayoría no clasifican el café en esta etapa. Las capacidades del recibidor varían de acuerdo a la categoría del beneficio. En el caso de los beneficios individuales pequeños se encontró que estos utilizan pequeños cajones normalmente de madera para recibir el café maduro.

En esta etapa hay un encargado de llevar el registro de las cantidades recibidas, sin embargo no se lleva un registro del café recibido de acuerdo a su clasificación si contiene verde, seco, sobre maduro, si está limpio o si contiene elementos que afecten la calidad del café.

#### **a. Despulpado**

En esta etapa se separa el grano de la pulpa, siendo esta una de las etapas que más impacto genera al ambiente por la contaminación debido a la gran cantidad de residuos sólidos que se producen y por la gran cantidad de agua que se utiliza en el despulpado del café y sobre todo en el transporte de la pulpa a la zona de suposición. La pulpa generada es depositada en sitios dispuestos para ello, de donde posteriormente se transporta para ser utilizada como abono en las plantaciones existentes.

De acuerdo a la información recabada de los beneficios visitados son muy pocos los que están recirculando el agua utilizada en esta etapa, lo cual es factible si se establecen adecuadamente los separadores de sólidos de los efluentes.

#### **b. Fermentación**

Esta etapa consiste en dejar el grano de café en reposo luego del despulpado por un periodo de 15 a 24 horas según la altura s.n.m.

#### **c. Lavado, desmucilado y Clasificación**

El lavado del café tiene como objetivo la eliminación del mucílago que se desprende en el momento óptimo de la fermentación. Este lavado se realiza en los canales de correteo agitando con una paleta para ayudar a la limpieza del grano y aprovechar a separar de cualquier resto de pulpa o de grano en mal estado. En algunos beneficios esta actividad es realizada por los desmuciladores.

En esta etapa se usan grandes cantidades de agua, por lo que la convierten en otra de las etapas de mayor impacto al ambiente por el uso considerable del recurso agua.

Posteriormente las aguas residuales (aguas mieles) son enviadas normalmente a lagunas de oxidación y sumideros sin ningún tratamiento previo, antes de ser absorbidas por los suelos, aunque ya en algunos beneficios se han implementado sedimentadores, acequias y trampas para retener sólidos a la salida de estas aguas mieles.

#### **d. Oreado y Secado**

En el secado se elimina el exceso de humedad con que sale el grano de las pilas de lavado. Para ello el grano es regado en patios adecuados para esta actividad y en la mayoría de los beneficios es secado al sol con lonas y en zarandas.

---

<sup>8</sup> Una Lata uva pesa aproximadamente de 28 a 30 libras.

Sin embargo en algunos de los beneficios centrales se cuentan con máquinas secadoras para garantizar los resultados de esta etapa.

Una vez eliminada la humedad al porcentaje exigido que normalmente es del 11% el grano es vendido a las exportadoras o en mercado interno.

## **IMPACTOS AMBIENTALES ORIGINADOS POR EL PROCESO**

El proceso de beneficiado de café se caracteriza por los altos consumos de agua y la generación de grandes cantidades de pulpa siendo los impactos potenciales que comúnmente ocasiona la operación de un beneficio húmedo determinados por: el tamaño de la operación; los estándares, políticas y normas ambientales; las características y fragilidad ecológica del área afectada, los cuales deben ser mitigados y manejados de la mejor manera. A continuación se presentan los principales impactos a nivel de residuos sólidos, líquidos y emisiones atmosféricas.

### **a. Residuos sólidos**

En el proceso productivo de los beneficios húmedos los residuos sólidos son generados principalmente por la pulpa del café que se genera en la etapa de despulpado, ya que para obtener un quintal de café oro se generan 40 libras de pulpa y 5 de mucílago<sup>9</sup> que se produce en el lavado o desmucilado. Estos residuos, contaminan los suelos en primera instancia y los cuerpos de agua cuando son arrastradas hasta estos, afectando la biota acuática y los microorganismos del suelo, causando desequilibrios ambientales, reduciendo la capacidad productiva del suelo y limitando la disponibilidad del agua para otros usos. Adicionalmente otros de los residuos sólidos generados en un ínfimo porcentaje son los sacos y paletas en mal estado y residuos de cabuya.

### **b. Residuos líquidos**

Las aguas mieles se consideran como los residuos líquidos de mayor impacto ambiental como consecuencia del alto consumo de agua en el beneficiado de café, incluyen pulpa y mucílago, y tienen principalmente su origen en las etapas de despulpado y lavado o desmucilado del café sin embargo dependiendo del grado de tecnología utilizado, también se generan residuos líquidos en la etapa de recibo y transporte. Al ser vertidos sin ningún tratamiento en los cuerpos de agua incrementan la demanda química y la demanda biológica de oxígeno (DQO y DBO respectivamente) como resultado de la presencia de los residuos sólidos disueltos y su pH ácido, que normalmente contienen, también generan malos olores y la contaminación del agua que afecta la vida acuática, la salud humana y limita sus usos. Esto representa más del 50% de la carga contaminante generada en todo el proceso de beneficiado y dependiendo del tipo de proceso una descarga mínima de 3 Kg. de DQO por quintal de café oro.

### **c. Emisiones atmosféricas**

El único contaminante atmosférico potencial es el generado por las emisiones producidas por los combustibles usados en el secado del café además (gases, cenizas y olores), ya que el secado se hace mecánicamente, se utilizan combustibles para el calentamiento del aire de secado como ser madera, diesel, cáscara de café etc. cuya combustión produce gases efecto invernadero. También en menor

---

<sup>9</sup> Ver figura 3 Diagrama de entradas y salidas, Pág. 9 Sección Metodología para Implementar P+L

cuantía se generan emisiones al descomponerse la pulpa y aguas mieles cuando no es dispuesta y manejada apropiadamente.

## V. BUENAS PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA



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

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

### BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS

#### CAPACITACIÓN DE PERSONAL

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

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

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

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

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

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

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

#### OBJETIVOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS

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

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

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

Fuente: CNP+LH.

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Residuos y subproductos                  | Métodos de reducción, reutilización, recuperación y reciclaje de residuos. Conceptos generales y manejo de las aguas residuales (aguas mieles), residuos sólidos, así como su aprovechamiento para obtener subproductos del proceso (abono orgánico, fuentes de energía alterna).   |
| Salud ocupacional y Seguridad Industrial | Equipo de protección personal, riesgos para empleados, primeros auxilios, procedimientos de higiene y seguridad en la planta, entre otros. Especificar zonas potenciales de riesgos como el equipo utilizado para el proceso, capacitar en la operación y el manejo de este equipo. |
| Legislación y Ambiente                   | Legislación aplicable y temas relacionados a la protección ambiental como ser: Ley General del Ambiente, Reglamento de Residuos Sólidos y Aguas Residuales, etc.                                                                                                                    |

Fuente: CNP+LH.

## MANTENIMIENTO DE EQUIPO E INSTALACIONES

El objetivo de la presente sección es facilitar las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o instalación que forma parte del proceso productivo. Por lo tanto, es indispensable conocer el equipo básico necesario para desarrollar cada una de las etapas del Beneficiado del café (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Equipo básico para el beneficiado de café.**

| Etapas del Proceso     | Equipo                                                                                                                             |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Despulpado del Café    | Despulpadora de discos<br>Despulpadora de tambor<br>Motores.<br>Tornillo helicoidal                                                |
| Desmucilado            | Desmuciladora                                                                                                                      |
| Secado                 | Oreadora de cascada<br>Pre secadora estática<br>Secadora de cuartos inclinados, columnar o vertical, rotativa, de baffles o solar. |
| Proceso de exportación | Trilladoras<br>Catadoras<br>Clasificadoras                                                                                         |

Fuente: CNP+LH.

Una vez que se ha identificado el equipo básico involucrado en el proceso, es necesario realizar un inventario del mismo, para facilitar las acciones de mantenimiento de acuerdo a las especificaciones de cada aparato. El mantenimiento debe entenderse como las “tareas de inspección, control y conservación de un equipo o instalación, con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos”. Para lograr un mantenimiento adecuado del equipo e instalaciones de los Beneficios de café se recomiendan los siguientes pasos:

Nombrar a los encargados directos del mantenimiento de cada uno de los equipos: despulpadora, desmuciladora etc., en las distintas áreas del proceso. Los encargados deben conocer todo el proceso industrial y las técnicas para la prevención y resolución rápida y eficaz de los desperfectos.

Así mismo al terminar la temporada del beneficiado se deberán revisar y reparar los equipos y pintarlos con anticorrosivo.

Hacer un inventario de todo el equipo (accesorios, repuestos, piezas de cambio) que permita programar compras y cambios oportunos que tomen en cuenta los tiempos de entrega por parte del proveedor (bandas, discos, accesorios para las tuberías, etc.).



Ubicar el manual original de uso y mantenimiento del equipo en un área visible y cercana al mismo, de manera a que el responsable del mantenimiento tenga acceso permanente. De igual manera se deberá llevar un registro de todos los trabajos de mantenimiento ejecutados lo cual servirá de información base para tomar decisiones sobre el estado del equipo y ver posibles sustituciones.<sup>10</sup>

Para cada uno de los equipos principales, establecer un manual para operarios con información básica para su buen uso: motores, pulpero, etc. Este manual debe incluir información sobre la limpieza del equipo y del espacio cercano, la capacidad de trabajo del equipo para no sobrealimentar el equipo de despulpe por ejemplo. Los operarios deben ser capacitados en el uso del manual y este debe estar a la vista y disponible en el área del proceso correspondiente.

Establecer un registro de puntos de comprobación, como calibración del pulpero, estado de las bandas, etc., así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.

Llevar registros de control de la despulpadora, motores, y otro equipo con que cuente el Beneficio, para recolectar información que permita establecer fechas de revisión y mantenimiento (ver formatos para el registro del mantenimiento en el Anexo 3: Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L).

Llevar un registro permanente de averías e incidentes, a cargo del operador de cada equipo, para posterior consulta por los responsables del mantenimiento.

Establecer un “Plan de lubricación”, a cargo del operador del equipo, que haga un análisis de los resultados de lubricación a diferentes lapsos de tiempo, comenzando con plazos cortos hasta identificar los plazos óptimos.

Planificar una revisión periódica de todos los sistemas de bandas y filtros del equipo, sean de aire, agua, lubricantes, combustibles, etc.

Establecer controles de uso y sustitución oportuna de elementos de desgaste y cambio frecuente como cadenas, rodamientos, correas, etc. en función del tiempo de uso recomendado por el fabricante, de las observaciones de operarios y técnicos de mantenimiento y de las condiciones particulares de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc. Así como colocar mallas o zarandas que eviten la entrada de piedras, ramas hojas u otro material ajeno al grano de café al equipo de procesado.

## **GENERALES PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y EL DESEMPEÑO ÓPTIMO DEL PROCESO**

Para asegurar la calidad del producto se recomienda cumplir con uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta durante la producción de café, que es garantizar el sabor en taza de éste.

Por otra parte, es necesario aplicar buenas prácticas de operación para mantener la calidad del proceso, estas se detallan a continuación agrupadas por los tipos de procedimientos: procedimientos operacionales, control de costos, innovación tecnológica, salud ocupacional y seguridad laboral.

### **a. Recomendaciones para los procedimientos operacionales**

- Diseñar manuales de procedimientos para el control de operación.
- Normalizar los trabajos mediante el uso de los procedimientos documentados (mediciones, registros en los puntos de entrada y de salida de los procesos, hojas de registros).

---

<sup>10</sup> Ver anexo 4 de Formatos

- Establecer registros que garanticen el control y monitoreo de todas las buenas prácticas implementadas en el proceso (Anexo 3: Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L.).
- Establecer programas y acciones de capacitación dirigidos a los empleados en la aplicación de procedimientos, en manejo y uso de registros, en prácticas de limpieza y seguridad industrial (uso de equipo de limpieza, mascarillas, equipo de protección), en buenas prácticas de manejo y Producción más Limpia.
- Implementar espacios de presentación y discusión que permitan a los empleados intercambiar conocimientos técnicos y estrategias de operación para mejorar la calidad y rendimiento

#### **b. Recomendaciones para el control de costos**

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

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

- Establecer un sistema de gestión y control de la calidad.
- Disponer de los manuales de procedimientos en las distintas áreas del proceso.
- Hacer uso de las hojas de especificaciones de los materiales (asegurar buen manejo y almacenamiento).
- Establecer registros para comprobar las fechas de vencimiento de los insumos.
- Establecer indicadores de rendimiento en cada una de las etapas del proceso.
- Establecer un programa de inducción para el personal, en el cual se dé a conocer los procesos y estándares de calidad requeridos.

#### **d. Recomendaciones para la innovación tecnológica**

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

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

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

El plan de salud ocupacional y seguridad laboral podrá, de acuerdo a la evaluación de riesgos potenciales, incorporar los siguientes programas:

Programa de manejo de riesgos físicos (condiciones de iluminación, ruido y temperatura en las áreas de trabajo).

Programa de dotación de equipo de protección personal.

Programa de control de ejecución de trabajos en condiciones de riesgo (alturas, espacios confinados, trabajos con energía).

Programa de investigación y análisis de accidentes.

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

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

### **RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA**

Para el proceso de elaboración de beneficiado del café se puede utilizar agua proveniente de diferentes fuentes: servicio público municipal, fuentes superficiales y fuentes subterráneas. En cualquier caso, el uso correcto del agua, la reducción en su consumo y la disminución de las aguas residuales o aguas mieles que requieren tratamiento, son elementos clave para obtener impactos económicos y ambientales positivos.

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

A continuación, se presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente del agua (Cuadro 7), que al ser implementadas generan beneficios inmediatos para la empresa. Seguidamente se presenta la fórmula para calcular un indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones dadas.

Como un complemento a estas recomendaciones el Anexo 7 (parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua), brinda información muy útil sobre estimaciones de pérdidas que se pueden presentar para diferentes situaciones, así como un ejemplo de cálculo del ahorro que se puede obtener al implementar estas recomendaciones. Así mismo, en el Anexo 3 se encuentran una serie de formatos que pueden ser útiles para el monitoreo y registro de actividades que se expongan en esta sección.

**Cuadro 7. Recomendaciones generales para el uso eficiente del agua**

| Recomendación | Beneficio | Actividades a realizar: |
|---------------|-----------|-------------------------|
|---------------|-----------|-------------------------|

| Recomendación                                                              | Beneficio                                                                                                                                              | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Establecer un plan de monitoreo del consumo de agua por etapa del proceso. | Establecimiento de una línea base de consumo de agua.                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir un formato para el registro de consumo de agua (Anexo 3: Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L).</li> <li>Instalar medidores de consumo u otro formato de medición de agua.</li> <li>Registrar el consumo mensual de agua (recibos y lecturas mensuales de los medidores) en las entradas y salidas del proceso.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Implementar un plan de ahorro y control del uso del agua.                  | <p>Reducción de los costos por el uso eficiente de agua en el proceso.</p> <p>Reducción en el volumen de aguas residuales (aguas mieles) a tratar.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir los requerimientos de agua por cada etapa del proceso.</li> <li>Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar un balance de agua para identificar puntos críticos de consumo.</li> <li>Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por etapa del proceso (fugas, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras) (Anexo 7: Parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua).</li> <li>Sellar o desmontar las llaves de agua que son prescindibles</li> <li>Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación y charlas para el uso eficiente del agua: mantener llaves de agua cerradas, etc.).</li> <li>Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de agua</li> <li>Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema de distribución de agua (limpieza y reparaciones)</li> <li>Instalar válvulas de control para minimizar el consumo de agua (válvulas de compuerta, aire y purga etc.).</li> <li>Utilizar en el proceso equipos para el ahorro de agua como equipo ecológicos, desmuciladoras etc.</li> <li>Determinar que volumen de agua puede ser recirculada en el proceso.</li> <li>Utilizar las aguas mieles del último lavado, en el transporte del café uva a la despulpadora.</li> <li>Monitorear la efectividad del plan de ahorro</li> </ul> |

Fuente: CNP+LH

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de agua consumida por quintal producido

$$\Delta\% \frac{\text{Agua consumida}}{\text{unidad de produccion}} = \frac{(m^3 / qq. \text{ cafe oro producido actual}) - (m^3 / qq. \text{ cafe oro producido anterior})}{(m^3 / qq. \text{ cafe oro producido anterior})} \times 100$$

## RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Normalmente, en el proceso del beneficiado del café el uso de la energía eléctrica representa una porción de alta incidencia de los costos de producción, ya que el equipo que consume energía son los motores que mueven las despulpadoras, cribas, desmuciladoras, y secadoras principalmente las cuales en algunos casos donde no hay el servicio de energía eléctrica utilizan combustibles fósiles como gasolina y diesel, además del consumo para la iluminación requerida ya que en su mayoría el proceso de beneficiado de café se extiende hasta horas de la noche. Al realizar un manejo eficiente de la energía utilizada para el procesado del café, se mejorará la competitividad en general de la empresa. Por este motivo el uso adecuado de la energía es un tema que no se debe dejar por fuera en las campañas de

capacitación y de concienciación de empleados, ya que con solo cambiar rutinas se pueden reducir consumo y costos. La eficiencia energética se puede lograr mediante la implementación de un plan de ahorro y control del uso de la energía, que haga énfasis en los procesos de mayor consumo.

El cuadro 8 presenta una serie de recomendaciones generales para el uso eficiente de la energía, que al ser implementados repercute en beneficios inmediatos. Finalmente, se muestra la fórmula para calcular un indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones. Como un complemento a estas recomendaciones en el Anexo 6 (parámetros y alternativas para obtener eficiencia energética), se presenta una serie de cuadros que le brindan información muy útil sobre estimaciones de consumo y pérdidas que se pueden presentar para diferentes situaciones, así como parámetros y alternativas de iluminación y un ejemplo de cálculo del ahorro que se puede obtener al implementar estas recomendaciones. En el Anexo 3 se presenta una serie de formatos para el monitoreo y registro de las actividades que se exponen en esta sección.

**Cuadro 8. Recomendaciones generales para el uso eficiente de la energía**

| Recomendación                                                                 | Beneficio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Establecer un plan de monitoreo del consumo de energía por etapa del proceso. | Establecer una línea base de consumo de energía. Conocer los tipos de energía que registra el medidor                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar a los empleados en la lectura de la factura de la ENEE</li> <li>• Definir un formato para el registro de consumo de energía. Comenzar a tabular la lectura correspondiente a potencia activa y potencia reactiva</li> <li>• Instalar medidores de consumo de energía en las instalaciones del beneficio.</li> <li>• Desarrollar un sistema de captura y análisis de información.</li> <li>• Explicar al empleado de una manera general los conceptos de factor potencia y consumo</li> <li>• Registrar el consumo mensual de energía, potencia y factor de potencia (recibos y lecturas mensuales de los medidores) del proceso.</li> <li>• Llevar un control actualizado de los precios por galón de diesel y gasolina así como por Kw-h.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Implementar un plan de ahorro y control del uso de energía.                   | <p>Reducción de los costos por el uso eficiente de energía en el proceso y reducción de emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera (cuando la energía es generada con combustibles fósiles)</p> <p>Conocer la razón costo Kw-h contra quintal de café procesado para determinar los ahorros obtenidos en consumo y costo</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar planos eléctricos y diagramas de ubicación de equipos e instalaciones eléctricas y censo de carga para definir los requerimientos energéticos por equipo y etapa del proceso.</li> <li>• Tratar de usar cuando se pueda fuente energética de la ENEE y no generar su propia energía a partir de hidrocarburo</li> <li>• Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar un balance energético para identificar puntos críticos de consumo.</li> <li>• Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por equipo y etapa del proceso (por ejemplo: instalaciones fuera de norma, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras). Esta actividad se puede basar en los resultados de una auditoría de eficiencia energética del proceso. Si la auditoría lo refleja, se recomienda instalar un banco de capacitores para controlar el factor de potencia. Usar el equipo cuando la demanda del mismo sea a máxima capacidad</li> <li>• Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema energético (generadores, motores), equipo y maquinaria (limpieza y reparaciones).</li> <li>• Revisión y verificación de motores y del equipo en general de sus eficiencias acorde a especificaciones del fabricante vs. su uso actual.</li> <li>• Zonificar los circuitos del sistema de iluminación.</li> <li>• Utilizar el nivel apropiado de iluminación en las distintas áreas del beneficio.</li> <li>• Utilizar luz natural colocando en la medida de lo posible láminas traslúcidas.</li> <li>• Realizar acciones de concientización para los empleados (campanas,</li> </ul> |

| Recomendación | Beneficio | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |           | <p>rotulación y charlas para el uso eficiente de energía: apagar las luces cuando no se necesiten, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de energía.</li> <li>• Apagar y desconectar el equipo cuando no se están utilizando.</li> <li>• Sustituir los bombillos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFC) para un mismo nivel de iluminación, y los tubos fluorescentes tradicionales por lámparas fluorescentes de balastro electrónico.</li> <li>• Instalar equipos y aparatos ahorradores de energía. (Por ejemplo: motores de alta eficiencia, variadores de velocidad, lámparas de tecnología LED).</li> <li>• Monitorear y revisar la efectividad del plan de ahorro.</li> </ul> |

Fuente: CNP+LH

$$\Delta\% \frac{\text{Kwh consumidos}}{\text{unidad de producción}} = \frac{(\text{Kwh / qq. café oro producidos mes actual}) - (\text{Kwh / qq. café oro producidos mes anterior})}{(\text{Kwh / qq. café oro producidos mes anterior})} \times 100$$

## RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

El manejo eficiente de las materias primas en este caso el café uva y de los insumos, diferentes al agua y a la energía como por ejemplo los sacos y cabuyas utilizados para el empaque del grano de café pergamino, es también un factor que no se puede dejar de considerar para propiciar impactos positivos económicos y ambientales en el beneficiado del café. En la medida que la materia prima se utilice eficientemente, se reducirán costos y se disminuirá la cantidad de residuos. El cuadro 9 presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima, que pueden generar beneficios inmediatos al ser implementados. Seguidamente se presenta la fórmula para calcular el indicador de impacto, para comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones.

Como un complemento a estas recomendaciones, en el Anexo 8 (alternativas para materia prima en el beneficiado de café), y además se brinda información muy útil sobre alternativas para la disposición de los residuos que se generan en el proceso. Así mismo, en el Anexo 3 se encuentran una serie de formatos que pueden ser útiles para el monitoreo y registro de las actividades que se exponen en esta sección.

**Cuadro 9. Recomendaciones generales para el uso eficiente de la materia prima e insumos**

| Recomendación                                                                    | Beneficio                                                                | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Definir un plan de monitoreo del consumo de materia prima e insumos del proceso. | Establecimiento de una línea base de consumo de materia prima e insumos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir un formato para el registro de consumo de materias primas.</li> <li>• Diseñar un diagrama de flujo que identifique las materias primas e insumos que entran y salen del proceso por etapa.</li> <li>• Registrar el consumo mensual de materias primas e insumos identificadas en las entradas y salidas de cada etapa del proceso.</li> <li>• Calcular el rendimiento actual de cada materia prima e insumos (café uva,</li> </ul> |

| Recomendación                                                                       | Beneficio                                                                                                                       | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                                                                                                                 | sacos, cabuya, etc.).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Implementar un control de consumo de la materia prima e insumos.                    | Reducción de costos por el uso eficiente de materia prima e insumos en el proceso.                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con los requerimientos de materia prima e insumos por cada etapa del proceso, elaborar manuales de procedimientos para el control del uso y manejo eficiente de estos materiales.</li> <li>• Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar una comparación de rendimientos de materia prima e insumos (definir porcentajes de eficiencia de uso, merma y desperdicio y producto no conforme).</li> <li>• Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por etapa del proceso (malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras).</li> <li>• Identificar e implementar tecnologías y procedimientos innovadores para el manejo y control de los materiales.</li> <li>• Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para el manejo de materia prima e insumos.</li> <li>• Monitorear y verificar la efectividad del control de consumo de la materia prima e insumos.</li> </ul> |
| Establecer un programa de control de recibo y manejo de la materia prima e insumos. | Reducción de pérdidas por materias primas en mal estado o que no cumplan con las especificaciones al momento de ser utilizadas. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener y revisar las especificaciones de la materia prima e insumos en especial del café uva para asegurar el mayor y mejor aprovechamiento de esta fruta.</li> <li>• Registrar las fechas y cantidades de compra de la materia prima e insumos.</li> <li>• Establecer un programa de verificación de los factores que afectan al café como ser el climático, variedad, manejo del cultivo, cosecha y beneficiado.</li> <li>• Almacenar las materias primas en condiciones adecuadas para no afectar la calidad del producto final.</li> <li>• Monitorear y verificar la efectividad de los controles almacenamiento y manejo de la materia prima e insumos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                              |

Fuente: CNP+LH

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

$$\Delta \% \frac{\text{unidades de materia prima consumidos}}{\text{unidad de produccion}} =$$

$$\frac{(qq.cafe uva / qq.cafe oro produc. mes actual) - (qq.cafe uva / qq.cafe oro produc. mes anterior)}{(qq.cafe uva / qq.cafe oro producidas mes anterior)} \times 100$$

## RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES DEL BENEFICIADO DE CAFÉ

En el beneficiado del café se identifican residuos específicos que pueden controlarse para mejorar la eficiencia económica y ambiental de la empresa. Sin embargo, es necesario realizar un profundo análisis y cuantificación de todos los residuos sólidos que aportan las aguas residuales, emisiones gaseosas y generación de basura del proceso productivo. Todo esto apoyaría el establecimiento del proceso de separación de residuos y efluentes para garantizar una adecuada gestión del beneficio.

### a. Residuos sólidos

La generación de residuos sólidos es la de mayor presencia en el beneficiado del café, si se compara con la de emisiones, y se compone por la pulpa del café uva y el mucilago del grano de café el cual si bien es cierto es de consistencia gelatinosa al aglutinarse puede considerarse como un residuo sólido. La pulpa que se genera en la etapa de despulpado, y el mucilago que se genera en la etapa de lavado o desmucilado puede ser considerada como un sub-producto si se recupera y reutiliza como insumo en otros procesos agro-industriales (producción de etanol, elaboración de abonos orgánicos como la lombricultura, compost, bocashi etc.). Los residuos sólidos se podrán clasificar en reutilizables y no reutilizables, los segundos se dividen en peligrosos, no peligrosos. De esta clasificación dependerá la disposición o la reutilización de los residuos. Algunos residuos, como en este caso la pulpa y el mucilago, tienen un valor comercial, ya que como ya se mencionó pueden ser materia prima en otros procesos. Pero sobre todo con la recuperación de estos residuos sólidos se reduce la carga orgánica de las aguas mieles generando las condiciones para su reutilización.

## b. Residuos líquidos

Los residuos líquidos junto con los sólidos, son los más abundantes y se generan principalmente durante la fase del despulpado y del lavado o desmucilado, que genera efluentes que contienen pulpa, grano vano, mucilago, hojas, ramas etc.. Estos requieren de un tratamiento ya sea a través de lagunas de oxidación u otras alternativas como acequias, sedimentadores, trampas para mucilago etc. Cuya elección dependerá proporcionalmente a los volúmenes de efluentes generados. Este tratamiento deberá ser tal que permita cumplir con los parámetros establecidos en la Norma Técnica para el Vertido de Aguas Residuales en Cuerpos Receptores y Alcantarillados Sanitarios. Los efluentes tratados podrían ser reutilizados dentro del mismo proceso como por ejemplo en el transporte del café uva cuando se requiera o bien en el despulpado o el mismo lavado en su primera etapa. El manejo inadecuado de las operaciones de limpieza del beneficio también puede ser fuente de aguas residuales contaminadas, sobre todo si existen derrames o fugas en los equipos, por lo que deberían ser manejadas junto con las aguas del despulpado y lavado o desmucilado del café.

## c. Reutilización y reciclaje

La reutilización y reciclaje de residuos sólidos y líquidos generados en el proceso de beneficiado del café, se constituyen como una oportunidad para mejorar el desempeño del beneficio, ya que estas medidas originan ingresos adicionales y reducen el volumen de residuos. En este sentido destaca la reutilización de la pulpa como un subproducto y la recuperación y reutilización en el proceso de las aguas de despulpado y lavado o desmucilado. El cuadro 10 presenta una serie de recomendaciones generales para la reutilización y reciclaje de los residuos de la empresa y cuya implementación redundará en beneficios inmediatos. A continuación del cuadro se presenta la fórmula para calcular el indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones.

**Cuadro 10. Recomendaciones generales para la reutilización y reciclaje de residuos**

| Recomendación                                                                            | Beneficio                                                                                       | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diseñar e implementar un plan de gestión de residuos generados en el proceso productivo. | Generación de beneficios económicos por la recuperación, reutilización y reciclaje de residuos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar etapas del proceso en las que se produce cada residuo.</li> <li>Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso productivo.</li> <li>Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos.</li> <li>Realizar análisis de composición de los residuos (por ejemplo de las aguas</li> </ul> |



| Recomendación | Beneficio | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |           | <p>mieles), esto también ayudara a definir el tratamiento a utilizar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado (recuperación y reutilización de las aguas mieles, utilización de la pulpa y el mucilago)</li> <li>• Establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados.</li> <li>• Determinar que material puede ser reutilizado en el proceso.</li> <li>• Desarrollar un plan de venta de residuos y sub-productos (abono orgánico, etc.)</li> <li>• Monitorear y verificar si las medidas de reutilización y reciclado son efectivas.</li> </ul> |

Fuente: CNP+LH

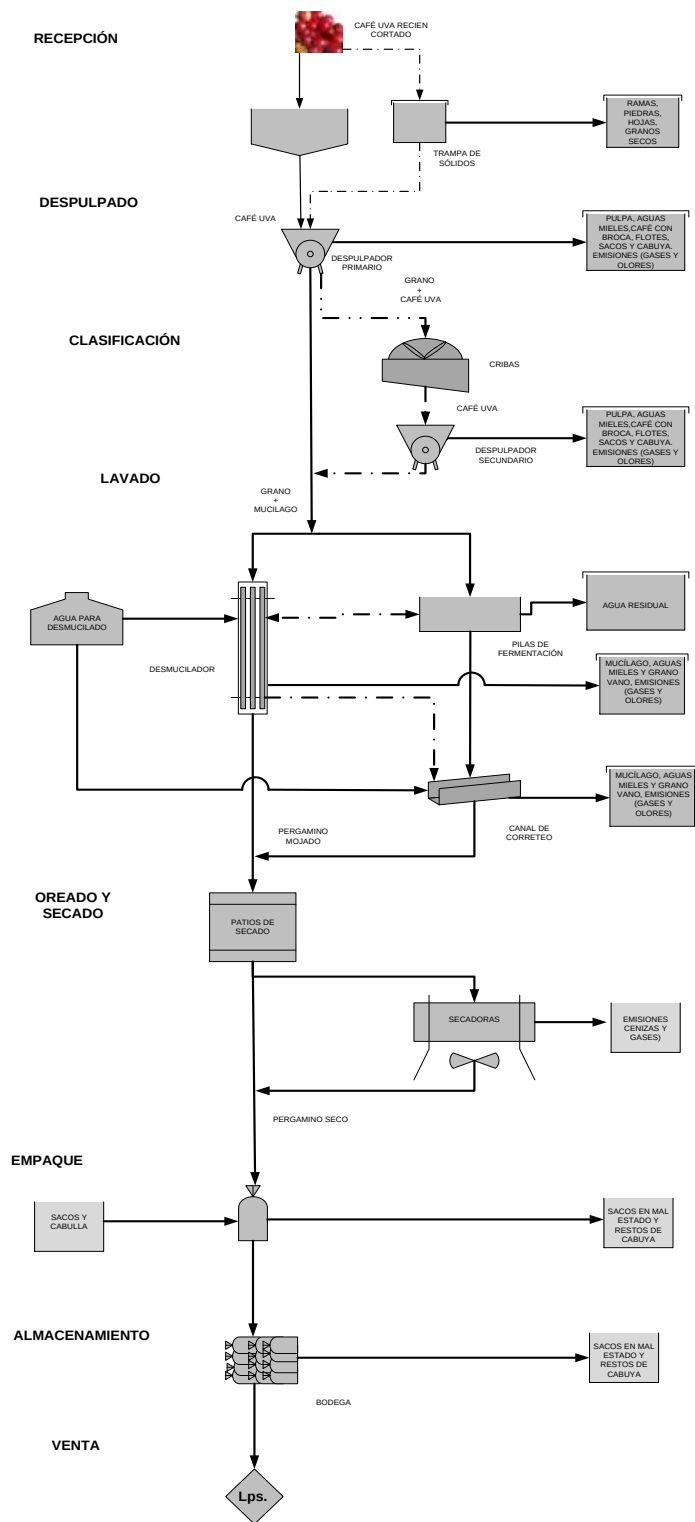
Indicador de Impacto: Total de residuos reutilizables por unidad de producción mensual

$$\Delta\% \frac{\text{unidad residuos reutilizables}}{\text{unidad de produccion}}$$

$$= \frac{(\text{Valor resid. vendidos} / \text{qq.oro produc.mes act.}) - (\text{Valor resid. vendidos} / \text{qq.oro produc.mes ant.})}{(\text{Valor de residuos mes anterior} / \text{qq.cafe oro producido mes anterior})} \times 100$$

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

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



**Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del proceso de beneficiado de café al implementar P+L**

Fuente: (Diseño del Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras, 2010)

## RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL PROCESO

Luego de haber implementado un plan de monitoreo de consumo y un plan de ahorro y control en el uso del agua, se pueden aplicar otras recomendaciones más específicas dirigidas al proceso productivo (Cuadro 11). Se recomienda que además de medir el ahorro de agua durante todo el proceso, se mida en detalle el ahorro en cada fase del mismo lo que permitirá obtener una información más detallada para concentrarse en las etapas más críticas. Siendo el agua el recurso más importante en el beneficiado de café, el uso eficiente de esta se constituye en uno de los factores de evaluación para una certificación a nivel de competitividad en los mercados internacionales.

**Cuadro 11. Recomendaciones específicas para el uso eficiente del agua en el proceso**

| Recomendación                                                                                                                                             | Beneficio                                                                                                                                       | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Implementar una metodología de limpieza en seco en las áreas del proceso donde aplique (derrames de materiales, exceso de polvo, etc.)                    | Reducción del consumo de agua en las actividades de limpieza del beneficio                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las áreas del proceso en dónde se presenta el derrame de materiales, exceso de polvo, etc.</li> <li>Establecer procedimientos de limpieza en seco en las áreas identificadas.</li> <li>Capacitar al personal en los procedimientos y controlar su ejecución.</li> <li>Asignar un responsable que recolecte, en lo posible, el derrame de materiales (café uva, pulpa, aguas mieles, etc.)</li> <li>Clasificar y disponer adecuadamente los materiales que han sido recolectados, para reutilizarlos y realizar su disposición final.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Implementar procedimientos y tecnologías eficientes de lavado (ver procedimientos de lavado en Anexo 7)                                                   | Reducción del consumo de agua debido a la disminución en el tiempo y frecuencia de lavado de la planta                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Con base en los resultados del monitoreo de la efectividad del plan de ahorro, identificar tecnologías alternas para el uso eficiente de agua.</li> <li>Seleccionar y adquirir la tecnología apropiada de acuerdo a las condiciones económicas de la empresa (boquillas de presión en las mangueras, lavadoras de presión, etc.).</li> <li>Implementar la tecnología adquirida (establecer el procedimiento y capacitar al personal en el procedimiento de lavado, etc.).</li> <li>Monitorear y verificar la efectividad de la tecnología adquirida.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Aplicar un sistema de recirculación o de reciclaje de las aguas de despulpado y/o lavado que salen del proceso (ver alternativas de reciclaje en Anexo 8) | Reducción en el consumo de agua por la reutilización de las aguas de despulpado y/o lavado<br>Reducción en el volumen de agua residual a tratar | <ul style="list-style-type: none"> <li>Con base en el plan de monitoreo, calcular el volumen de aguas de despulpado o aguas mieles que se puede recircular o reciclar.</li> <li>Diseñar el sistema de recirculación (revisar puntos de uso, elaborar planos, etc.).</li> <li>Separar a través de canales o tuberías, las aguas de despulpado y/o aguas mieles y las que no se pueden reutilizar.</li> <li>En base al diseño, conducir hasta un tanque de almacenamiento las aguas de despulpado y/o aguas mieles para su tratamiento y posterior reutilización.</li> <li>Conducir los efluentes no reutilizados hacia el sistema de tratamiento de agua primario (lagunas de oxidación, etc.), para su tratamiento y descarga.</li> <li>Monitorear y verificar la efectividad del sistema de recirculación o de reciclaje de las aguas de despulpado y/o aguas mieles.</li> </ul> |

Fuente: CNP+LH

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

$$\Delta \% \frac{\text{Agua consumida}}{\text{qq. cafe oro producidos}} = \frac{(m^3 / \text{qq. cafe oro producidos mes actual}) - (m^3 / \text{qq. cafe oro producidos mes anterior})}{(m^3 / \text{qq. cafe oro producidos mes anterior})} \times 100$$

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

Al igual que con el agua, además de tener un plan general de monitoreo y consumo de energía se deben aplicar medidas específicas para el proceso productivo (Cuadro 12). El efecto de las medidas de ahorro y uso eficiente debería medirse en cada una de las fases del proceso para contar con una información detallada que permita concentrarse en los puntos más críticos.

**Cuadro 12. Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la energía en el proceso<sup>11</sup>**

| Recomendación                                                               | Beneficio                                                                                                                                                                                                                 | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Utilizar fuentes alternas de energía (Ejemplo: pulpa y cascarilla del café) | Reducción del consumo de energía por la utilización de fuentes alternas de energía                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y seleccionar las fuentes alternas de energía que se pueden utilizar en el proceso (pulpa y cascarilla del café, etc.).</li> <li>Realizar el diseño de las instalaciones, de acuerdo a la fuente alterna seleccionada, para la generación de energía.</li> <li>Construir las instalaciones requeridas para la generación de energía.</li> <li>Monitorear y verificar la eficiencia de la fuente alterna seleccionada</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Implementar medidas de eficiencia energética en los motores y equipo        | Reducción del consumo de energía por el uso de motores y equipos de alta eficiencia y reducción de gases efecto invernadero.<br>Evitar sanciones en la factura de energía por el incumplimiento en el factor de potencia. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar en base a los resultados de la auditoría energética, el reemplazo de los motores cuyos niveles de eficiencia están por debajo del óptimo. Como ejemplos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la instalación y reemplazo del motor de la centrifugadora (bomba lavadora) por uno de mayor eficiencia.</li> <li>Reemplazar motores rebobinados por motores de alta eficiencia (arriba del 90% de eficiencia).</li> <li>Cuando haya que cambiar un motor muy viejo dar como primera opción de compra motores del tipo PREMIUN</li> </ul> </li> <li>En base a los resultados de la auditoría energética evaluar la factibilidad de la instalación de equipo para la reducción del factor de potencia en los motores del beneficio, el cual deberá de ser mayor o igual a 0.90.</li> <li>Evaluar y verificar que los componentes mecánicos de los equipos estén en óptimas condiciones para asegurar el funcionamiento correcto de los motores.</li> <li>Evaluar la conveniencia de la instalación de variadores de velocidad en los motores de mayor consumo.</li> <li>Monitorear y verificar los resultados de los cambios en los niveles de eficiencia de los motores.</li> </ul> |

Fuente: CNP+LH

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

$$\Delta \% \frac{Kwh \text{ consumidos}}{qq. \text{ cafe oro producidos}} = \frac{(Kwh / qq \text{ cafe oro producidos mes actual}) - (Kwh / qq \text{ cafe oro producidos mes anterior})}{(Kwh / qq \text{ cafe oro producidos mes anterior})} \times 100$$

<sup>11</sup> Un mayor detalle de formatos para el Control de Implementación de Medidas de Uso Eficiente de Energía se encuentra en el Anexo 3: Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L.

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

El cuadro 13 recoge recomendaciones específicas para lograr un consumo eficiente de materias primas e insumos durante el proceso y reducir residuos. En el proceso de beneficiado de café la materia prima básica es el café uva y los insumos se reducen a sacos, cabuyas, y combustible. Aquí también es importante medir el efecto de las recomendaciones en cada una de las fases del proceso para identificar y priorizar los puntos más críticos.

**Cuadro 13. Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la materia prima en el proceso**

| Recomendación                                                                                                                                    | Beneficio                                                                                                                                                                                                                                       | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Implementar buenas prácticas para el uso eficiente del café                                                                                      | Reducción del consumo de materia prima e insumos debido al uso eficiente de estos materiales.<br>Reducción del volumen de residuos generados                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una clasificación del café uva antes de introducirlo al despulpador para eliminar café verde, café seco enfermo, piedras, ramas, hojas y otro material ajeno al grano de café maduro. Un 2% de estos cafés, verdes, secos o enfermos es permisible.</li> <li>Despulpar el café el mismo día que fue cortado preferiblemente en las 6 horas siguientes a ser recolectado, de no ser posible destinarlo para ser beneficiado por un proceso seco, ya que esto tiende a dañar el sabor en la taza.</li> <li>El café a despulpar debe ser lo más homogéneo posible considerando principalmente su tamaño, madurez y procedencia (altura s.n.m).</li> <li>Antes de enviar el grano de café a las pilas de fermentación, disponer de una malla o zaranda que evite el paso de pulpa a estas pilas ya que su presencia genera sobre fermentación.</li> <li>Revisar la relación de café uva contra café pergamino obtenido, una relación de 5.7 a 1 entre café uva por café pergamino, podría considerarse como una conversión adecuada y garantiza el uso adecuado grano de café maduro.</li> </ul> |
| Revisar las condiciones y realizar modificaciones a las instalaciones y equipo del beneficio para optimizar el uso de la materia prima e insumos | Reducir el uso de materia prima e insumos al utilizarla más eficientemente<br>Reducir los costos por el reemplazo de equipo e instalaciones<br>Reducir la contaminación al suelo y agua por la disposición inadecuada de los residuos generados | <ul style="list-style-type: none"> <li>Con base en el programa de mantenimiento de equipo e instalaciones y en el plan de monitoreo del consumo de materia prima e insumos por etapa del proceso, identificar las áreas del beneficio en donde se requieren especificaciones especiales debido a las características fisicoquímicas de la materia prima.</li> <li>Calibrar periódicamente el equipo.</li> <li>Disponer del equipo con las capacidades y calidad acorde a los volúmenes de café manejados.</li> <li>Asegurar que los sistemas de transporte de residuos generados (pulpa, mucilago, aguas mieles) son los idóneos para evitar derrames, considerar el cambio de las tecnologías que se están usando como por ejemplo el cambio a tornillos sin fin para el transporte de la pulpa.</li> <li>Considerar la construcción de obras civiles para almacenar o dar un tratamiento adecuado a la materia prima o a los residuos (tolvas para el recibo del café uva, sedimentadores, lagunas de oxidación etc.)</li> </ul>                                                                                                           |

Fuente: CNP+LH

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

$$\Delta \% \frac{\text{unidades de materia prima consumidos}}{\text{unidad de produccion}} =$$

$$\frac{(qq.cafeuva / qq.cafeoro \text{ produc. mes actual}) - (qq.cafeuva / qq.cafeoro \text{ produc. mes anterior})}{(qq.cafeuva / qq.cafeoro \text{ producidas mes anterior})} \times 100$$

## RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA LA REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE EN EL PROCESO

En el proceso de beneficiado de café la re-utilización y el reciclaje no están relacionados con el uso eficiente de la materia prima e insumos, sino más bien con la reducción de los impactos económicos y ambientales que la disposición de los residuos producidos en el proceso pueda generar. El cuadro 14 presenta algunas recomendaciones específicas para el proceso productivo cuya efectividad debe ser medida en cada fase del mismo, buscando tener una información exhaustiva que permita concentrarse en las fases más críticas.

**Cuadro 14. Recomendaciones específicas para la reutilización y reciclaje de residuos en el proceso**

| Recomendación                                                                                                            | Beneficio                                                                                                                  | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aplicar un sistema de reutilización de la pulpa y el mucilago en el proceso                                              | Reducción de costos de disposición final de estos residuos por la reutilización de éstos en el proceso o en otros procesos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con base en el plan de monitoreo, calcular la cantidad de pulpa y mucilago que se puede reutilizar.</li> <li>• Diseñar el sistema de reutilización (revisar diagrama de flujo, elaborar planos, etc.).</li> <li>• Separar a través de obras civiles adecuadas (trampas, sedimentadores) la pulpa y el mucilago a reutilizar.</li> <li>• Llevar la pulpa y el mucilago hasta un sitio con las condiciones físicas adecuadas para su tratamiento y posterior reutilización</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Implementar buenas prácticas para el diseño, la construcción y uso de instalaciones para el manejo de residuos líquidos. | Reducción de los costos de tratamiento para la disposición de las aguas mieles en el ambiente.                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer la separación de aguas de uso domestico, aguas lluvias y aguas mieles del proceso.</li> <li>• Darle una pendiente adecuada al piso del beneficio (1-2%) para que la evacuación de las aguas derramadas sea adecuada y evitar la retención de líquidos,</li> <li>• Establecer un sistema para controlar las aguas residuales a tratar, que considere entre otros: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Construir canales recolectores tipo vertederos (rectangulares) a la salida de cada etapa del proceso, que permitan medir fácilmente el flujo de las aguas residuales generadas.</li> <li>○ Construir canales en la periferia del área del beneficio que capten y encaucen adecuadamente cualquier derrame que se pueda presentar para evitar que estas aguas residuales contaminen las fuentes de descarga controlando fácilmente el contenido de sólidos en suspensión que se puedan presentar.</li> </ul> </li> <li>• Instalar filtros (mallas o trampas) apropiados (rejillas con aberturas entre los 5 y 0.5 cm.) en los drenajes para prevenir que los sólidos entren en los canales de salida.</li> <li>• Llevar hasta un tanque de almacenamiento las aguas residuales para su tratamiento y posterior reutilización</li> <li>• Instruir al personal para que no desechen residuos sólidos a los drenajes.</li> <li>• Tratar las aguas residuales para cumplir con las normas técnicas nacionales de descarga.</li> <li>• Utilizar las aguas de despulpado y las del último lavado para el transporte del café uva en el caso de que se esté usando agua en esta etapa y para la misma etapa de despulpado</li> </ul> |
| Implementar buenas prácticas en el manejo de los residuos generados                                                      | Generación de beneficios económicos por la recuperación, reutilización                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar las alternativas de recuperación y manejo de los residuos de la producción</li> <li>• Establecer un plan de gestión de los residuos generados en el beneficio que al</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Recomendación            | Beneficio                | Actividades a realizar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| en el proceso productivo | y reciclaje de residuos. | <p>menos asegure:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Listar todos los residuos que salen del uso de insumos en los procesos.</li> <li>○ Verificar sus características y requerimientos para la reutilización interna o venta a terceros.</li> <li>○ Elaborar controles de almacenamiento y venta o reutilización de los mismos.</li> </ul> |

Fuente: CNP+LH

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

$$\Delta\% \frac{\text{unidad de residuos reutilizables}}{\text{unidad de produccion}}$$

$$= \frac{(\text{Valor resid. vendidos} / \text{qgoroproduc.mes act.}) - (\text{Valor resid. vendidos} / \text{qgoroproduc.mes ant.})}{(\text{Valor de residuos mes anterior} / \text{qqafeoroproducido mes anterior})} \times 100$$

## VI. MARCO LEGAL

El rubro cafetalero es uno de los principales rubros que sostiene la economía hondureña, ya que el café constituye uno de los principales productos de exportación.

Es preciso indicar que la legislación ambiental relacionada al rubro cafetalero está enmarcada en grandes bloques normativos a saber:

La Constitución de la República de Honduras, que como ley suprema se constituye como el marco legal general que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente.

Los tratados o convenios internacionales suscritos por Honduras, aprobados por el Poder Ejecutivo y ratificados por el Congreso Nacional de la República.

Las leyes generales, especiales, reglamentos, decretos legislativos, acuerdos ejecutivos, normas técnicas, resoluciones, ordenanzas municipales y disposiciones administrativas.

En el cuadro 15 se muestra la legislación correspondiente a cada etapa de operación de las empresas dedicadas al proceso de beneficiado de café, ordenada por factor ambiental especificando los artículos que deben revisarse.

**Cuadro 15. Legislación aplicable a la operación del proyecto por factor ambiental.**

| Factor Ambiental | Legislación                                                                                                           | Etapas de operación                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Aire             | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                                  | Art.59, 60, 61, 62                        |
|                  | Código de Salud (DL 65-91)                                                                                            | Art. 46, 47, 48, 49, 50                   |
|                  | Reglamento General de Salud Ambiental (AE 0094-95)                                                                    | Art. 51 al 60                             |
|                  | Reglamento de la Ley General del Ambiente (AE 109-93)                                                                 | Art. 75, 76                               |
|                  | Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales (AE STSS-001-02)      | Capítulo 24, Sección 3                    |
|                  | Reglamento General sobre Uso de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (AE 907-2002)                               | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                  | Reglamento para la Regulación de las Emisiones de Gases Contaminantes y Humo de los Vehículos Automotores (AE 719-99) | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
| Agua             | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                                  | Art. 30 al 34                             |
|                  | Ley General de Aguas (DL181-2009)                                                                                     | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                  | Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento (DL118-2003)                                                          | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                  | Código de Salud (DL 65-91)                                                                                            | Art.26, 27, 29, 33, 36, 37, 39            |
|                  | Código Civil                                                                                                          | Art. 621 al 627                           |



|                                     |                                                                                                        |                                                 |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                     | Reglamento de la Ley General del Ambiente (AE 109-93)                                                  | Art. 75, 76                                     |
|                                     | Reglamento de la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento (AE006-2004)                          | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Reglamento de Salud Ambiental (AE 0094-95)                                                             | Art. 10, 11, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28 |
|                                     | Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable (AE 084-95)                                    | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado (AE 058-97) | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
| Suelo                               | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                   | Art. 48 al 54                                   |
|                                     | Ley de Reforma Agraria (DL 170-1974)                                                                   | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Ley de Ordenamiento Territorial (DL 180-2003)                                                          | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Ley de Propiedad (DL 82-2004)                                                                          | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (DL 98-2007)                                           | Art. 93, 121                                    |
|                                     | Ley de Expropiación Forzosa (DL 113-14)                                                                | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Ley de Protección a la Empresa Caficultora (DL78-82)                                                   | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Código de Salud (DL 65-91)                                                                             | Art. 41                                         |
|                                     | Reglamento la Ley General del Ambiente (AE 109-93)                                                     | Art. 75, 76                                     |
|                                     | Reglamento de la Ley de Ordenamiento Territorial (AE25-2004)                                           | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Reglamento de Salud Ambiental (AE 0094-95)                                                             | Art. 33, 79                                     |
| Recursos biológicos y paisajísticos | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                   | Art. 35 al 47                                   |
|                                     | Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (DL 98-2007)                                           | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Ley de Desarrollo Sostenible (DL12-2002)                                                               | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Decreto 87-87 Declaración de Áreas Protegidas                                                          | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Reglamento de Bioseguridad con Énfasis en Plantas Transgénicas (AE1570-98)                             | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Acuerdo Ejecutivo 781-2008                                                                             | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad       |
|                                     | Normas Técnico Administrativas para el Manejo de Áreas Protegidas (Res. 132-02)                        | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad       |
| Recursos                            | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                   | Art. 70 al 73, 84, 85                           |

|            |                                                                               |                                            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| culturales | Ley Orgánica del Instituto Hondureño de Antropología e Historia (DL 118-1968) | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|            | Ley Especial de Educación y Comunicación Ambiental (DL158-2009)               | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|            | Ley para la Protección el Patrimonio Cultural de la Nación (DL81-84)          | Art. 3, 8, 11, 14 al 16, 18 al 21, 37      |
|            | Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER) (DL151-2009)         | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad. |
|            | Acuerdo Ejecutivo 781-2008                                                    | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad  |

De igual forma, en el Cuadro 16 se expone la legislación ambiental específica que aplica para ciertos insumos especiales, residuos, actividades generales, factores externos y de escala, que son clave para un adecuado manejo ambiental en la operación de un proyecto de producción de café.

**Cuadro 16: Legislación aplicable a la operación del proyecto por insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son claves para el manejo ambiental**

| Factor ambiental      | Legislación                                                                                                     | Etapas de operación                       |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Insumos especiales    |                                                                                                                 |                                           |
| Energía               | Ley General del Ambiente (DL104-93)                                                                             | Art. 3, 33, 34                            |
|                       | Ley Marco del Subsector Eléctrico (DL158-94)                                                                    | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                       | Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables (DL 70-2007)                      | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                       | Reglamento de la Ley Marco del Subsector Eléctrico (AE 934-97)                                                  | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                       | Decreto Legislativo 85-98                                                                                       | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
| Sustancias peligrosas | Ley General del Ambiente (AE 934-97)                                                                            | Art. 7, 68, 69                            |
|                       | Código de Salud (DL 65-91)                                                                                      | Art. 127 al 129                           |
|                       | Reglamento de la Ley General del Ambiente (AE 109-93)                                                           | Art. 75, 76, 82                           |
|                       | Reglamento de Salud Ambiental (AE 0094-95)                                                                      | Art. 129 al 132                           |
|                       | Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales (AE STSS001-02) | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
| Residuos              |                                                                                                                 |                                           |
| Residuos sólidos      | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                            | Art. 32, 54, 66, 67                       |
|                       | Código de Salud (DL 65-91)                                                                                      | Art. 51 al 57                             |
|                       | Reglamento de la Ley General del Ambiente (AE 109-93)                                                           | Art. 75, 76                               |
|                       | Reglamento de Salud Ambiental (AE 0094-95)                                                                      | Art. 51 al 84                             |
|                       | Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos (AE 378-2001)                                                     | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                       | Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo                                              | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |

|                                         |                                                                                                                    |                                            |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                         | y Enfermedades Profesionales (AE STSS-001-02)                                                                      |                                            |
| Residuos líquidos                       | Ley General del Ambiente (DL104-93)                                                                                | Art. 32, 54                                |
|                                         | Ley General de Aguas (DL181-2009)                                                                                  | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Código de Salud (DL65-91)                                                                                          | Art. 34, 35, 36, 41, 42, 43, 44, 45        |
|                                         | Reglamento de la Ley General del Ambiente (AE 109-93)                                                              | Art. 75, 76                                |
|                                         | Reglamento de Salud Ambiental (AE 0094-95)                                                                         | Art. 25 al 50                              |
|                                         | Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales (AE STSS-001-02) | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Normas Técnicas de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario (AE 058-97)       | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
| Actividades generales                   |                                                                                                                    |                                            |
| Mantenimiento de equipo e instalaciones | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                               | Art. 33, 51 al 53                          |
|                                         | Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER) (DL151-2009)                                              | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad. |
|                                         | Código de Salud (DL 65-91)                                                                                         | Art. 58 al 69                              |
|                                         | Reglamento de la Ley General del Ambiente (AE 109-93)                                                              | Art. 81                                    |
|                                         | Reglamento de Salud Ambiental (AE 0094-95)                                                                         | Art. 85 al 116                             |
|                                         | Reglamento para la Comercialización del Café (Acuerdo CONACAFÉ 48-2005)                                            | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales (AE STSS-001-02)   | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad  |
| Reutilización y reciclaje               | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                               | Art. 1, 3, 84                              |
|                                         | Ley de Desarrollo Sostenible (DL12-2002)                                                                           | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Ley Especial de Educación y Comunicación Ambiental (DL158-2009)                                                    | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Reglamento de la Ley General del Ambiente (AE 109-93)                                                              | Art. 2, 3                                  |
| Factores externos y de escala           |                                                                                                                    |                                            |
| Riesgos y amenazas                      | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                               | Art. 83                                    |
|                                         | Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER) (DL151-2009)                                              | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Ley de Reforma Agraria (DL170-1974)                                                                                | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (DL98-2007)                                                        | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Ley de Contingencias Nacionales (DL 9-90)                                                                          | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Ley Orgánica de la Policía Nacional (DL 156-98)                                                                    | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Ley del Cuerpo de Bomberos (DL 398-1976)                                                                           | Art. 12, 16                                |
|                                         | Ley del Tribunal Superior de Cuentas (DL 10-2002)                                                                  | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |
|                                         | Ley de Creación de la Procuraduría del Ambiente y Recursos Naturales                                               | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad  |

|                      |                                                                                                                    |                                           |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                      | (DL 134-99)                                                                                                        |                                           |
|                      | Ley del Ministerio Público (DL 228-93)                                                                             | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                      | Ley de Protección al Consumidor (DL 24-2008)                                                                       | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                      | Ley de Expropiación Forzosa (DL 113-14)                                                                            | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                      | Ley de Policía y Convivencia Social (DL226-2001)                                                                   | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                      | Ley de Fortalecimiento de los Ingresos, Equidad Social, y Racionalización del Gasto Público (DL17-2010)            | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                      | Código Penal (DL 144-84)                                                                                           | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                      | Código de Salud (DL 65-91)                                                                                         | Art. 186 al 193                           |
|                      | Código Tributario (DL 22-97)                                                                                       | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                      | Código del Trabajo (DL 189-1959)                                                                                   | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                      | Reglamento de la Ley de Protección al Consumidor (AE15-2009)                                                       | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                      | Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales (AE STSS-001-02) | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
| Efectos acumulativos | Ley General del Ambiente (DL 104-93)                                                                               | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                      | Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento (DL 98-2007)                                       | Debe ser tomada en cuenta en su totalidad |
|                      | Código de Salud (DL 65-91)                                                                                         | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                      | Código del Trabajo (DL 189-1959)                                                                                   | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                      | Reglamento de la Ley General del Ambiente (AE 109-93)                                                              | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                      | Reglamento de Salud Ambiental (AE 0094-95)                                                                         | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |
|                      | Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales (AE STSS001-02)  | Debe ser tomado en cuenta en su totalidad |

Fuente: CNP+LH

Considerando que actualmente la legislación ambiental está sufriendo cambios y modificaciones, será necesario que el interesado revise y considere los planes de arbitrios y cualquier resolución ambiental a nivel de cada municipio. Del mismo modo se aclara que existen algunas normas ambientales que no fueron incluidas en el cuadro, por cuestiones de espacio, pragmatismo y claridad.

## VII. GLOSARIO

**Abono:** Sustancia con que se mejora la condición de la tierra. Puede ser orgánico o químico, o una mezcla de ambos.

**Aguas mieles.** Aguas que salen del proceso de lavado del café, y que contienen el mucílago liberada en esta etapa del beneficiado.

**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.

**Beneficiado húmedo.** Proceso que consta de las etapas de recibo, despulpado, fermentado, lavado o desmucilado, oreado y secado y empaque, por medio del cual el grano de café uva es convertido a café pergamino y llevado a una humedad mínima requerida de 11%.

**Biota:** Conjunto de la fauna y la flora de una región.

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

**Café arábigo:** O cafeto arábigo es la especie de café que se cultiva desde los tiempos más antiguos, y representa el 75 por ciento de la producción mundial de café. Produce un café fino y aromático, y necesita un clima más fresco. El cultivo del arábigo es más delicado, menos productivo y está reservado a tierras altas de montaña, entre 900 y 2.000 msnm. Originario de Etiopía, hoy en día se produce en países como Brasil, Camerún, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Haití, Jamaica, Java, Kenia, México, Perú, Bolivia, Puerto Rico, República Dominicana, El Salvador, Tanzania, Honduras y Venezuela.

**Café guacuco.** Café constituido por granos verdes, secos los cuales no son despulpados sino que son secados después que se cortan y se consideran de segunda calidad.

**Café oro.** Grano de café sin cascarilla que se obtiene después del trillado, listo para ser tostado y comercializado.

**Café pergamino húmedo:** Grano de café despulpado, fermentado, lavado que es enviado a los patios para su pre secado u oreado.

**Café pergamino seco.** Grano de café despulpado, fermentado, lavado y secado a una humedad mínima requerida de 11% listo para ser trillado. También se le llama **Café refinado o seco**.

**Café presecado u oreado:** Grano de café que resulta del proceso de secado en patios, secadoras solares etc. Y consiste en extender el grano de café removiéndolo constantemente para que tenga una buena aireación.

**Café uva.** Fruto maduro del cafeto constituido por la pulpa que es una capa carnosa y el grano de café el cual está protegido por el mucílago y envuelto por la cascarilla.

**Canal de correteo.** Son canales de forma rectangular, con una ligera pendiente construidos con madera o concreto los cuales tienen tablillas de separación, por los cuales se hace pasar el café fermentado, para lavarlo, clasificar el grano y separar el mucílago del grano.

**Cascarilla o cascabillo.** Capa delgada que se separa del grano de café después de secarlo y trillarlo.

**Compost:** Es el producto obtenido a través del proceso de compostaje. Puede usarse como mejorador de suelos.

**Compostaje.** Se refiere a la obtención del Humus obtenido artificialmente por la descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos, es una mezcla de desechos orgánicos que las bacterias aeróbicas y anaeróbicas llevan a un proceso de descomposición intermedia.

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

**Criba.** Es un clasificador del café que separa el grano por su densidad y tamaño limpiándolo y eliminando las impurezas que puede traer y puede ser un cilindro metálico que rota y vibra a su vez o en los procesos artesanales su función se hace con una malla o zaranda.

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

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

**Desmucilado.** Es el procedimiento mediante el cual se separa al café de mucílago. (Ver también lavado)

**Despulpador.** Equipo utilizado para quitar la cáscara o pulpa al grano de café uva, las cuales pueden ser de dos o tres chorros o de discos.

**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.

**Despulpado.** Es la operación mediante el cual se separa la pulpa del resto del grano de café uva.

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

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

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

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

**Fermentación.** Etapa del proceso del beneficiado del café que consiste en dejar el grano de café despulpado, en reposo normalmente por un lapso de 12 horas para disminuir el contenido de agua de éste generando la degradación del mucílago para su posterior eliminación en el lavado.

**Fertilizante:** Tipo de sustancia o mezcla química, natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal. Dentro de estos están el nitrógeno, por ejemplo, que puede administrarse con igual eficacia en forma de urea, nitratos, compuestos de amonio o amoníaco puro.

**Flote:** café con perforaciones y seco que viene de la planta al despulpado.

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

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

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

**Ínfimo:** Que está muy bajo. En el orden y graduación de las cosas, se dice de la que es última y menos que las demás.

**Infusión:** Una infusión es una bebida obtenida de las hojas secas, partes de las flores o de los frutos de diversas hierbas aromáticas, a las cuales se les vierte o se los introduce en agua a una temperatura mayor a la ambiente, pero sin llegar a hervir. Si el agua hierve se lo considera cocción.

**Lavado.** Proceso mediante el cual se elimina el mucílago del grano de café fermentado. (Ver también desmucilado)

**Mucilago.** Sustancia viscosa, de mayor o menor transparencia, que se halla en ciertas partes de algunos vegetales, o se prepara disolviendo en agua materias gomosas, en el caso específico del café se encuentra normalmente entre los espacios de la semilla del mismo.

**Pilas de fermentación.** Pilas donde se fermenta el café las que son de forma rectangular hechas de madera o concreto con un sistema de drenaje en su piso el cual tiene las pendientes apropiadas a fin de que facilite la eliminación de los residuos de agua del grano de café,

**Pulpa.** Cáscara blanda y carnosa del grano de café.

**Reciclaje.** El reciclaje es una tecnología de las llamadas “al final del tubo”, es decir, se genera el residuo o la basura y después se separa y trata de reutilizar. Los niveles de reciclaje son también una buena medida de la ineficiencia, ya que más reciclaje significa que se están recuperando

materiales que de otra manera irían a la basura, pero a su vez es un indicador de que se están usando más materiales.

**Recirculación.** Proceso que consiste en el manejo adecuado del agua de transporte, transporte y/o lavado, en un circuito cerrado, para ser reutilizada en el proceso.

**Relavo o mantequilla:** café de segunda que sale de la etapa de clasificación hecha al café pergamino seco. Toma su nombre por la apariencia del grano que es de un color amarillo transparente.

**Residuos.** Aquel producto, material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado no tiene valor para quien lo posee y por ello se desecha; estos pueden ser sólidos como la pulpa y el mucílago, líquidos como las aguas mieles y gaseosos como los generados por la descomposición de la pulpa.

**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.

**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.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Cabrera, Luis Renato (2010). Coordinador Técnico Proyecto FIDE-Denominación de Origen Café Marcala, Marcala, La Paz, Honduras.

Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia. (2007). *Marco conceptual de Producción más Limpia*. Ecuador.

Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras. (2004). *Experiencia en la implementación de P+L*. San Pedro Sula, Honduras.

Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras. (2010). *Experiencia en la implementación de P+L en 12 Beneficios Humedos pertenecientes a la Denominación de Origen Marcala*. Marcala, La Paz, Honduras

CONAM. (2003). *Guía de implementación de P+L*. Lima, Peru: CONAM; CET, Centro de Eficiencia Tecnológica; Limpia, Centro Nacional de Producción más Limpia.

Ferrera, Carlos (2010). Consultor Técnico. San Pedro Sula, Honduras.

Méndez, Mario (2010). Consultor Técnico en Eficiencia Energética. San Pedro Sula, Honduras.

CEGESTI. (2007). Curso de gestión ambiental rentable, GAR. San Pedro Sula, Honduras.



- GTZ. (2007). *Curso de gestión ambiental sostenible (GAR)*. San Pedro Sula.
- GTZ. (2007). *Guía de buenas prácticas de gestión empresarial (BGE) para pequeñas y medianas empresas. Programa piloto para la promoción de la gestión ambiental en el sector privado en países en vías de desarrollo*. Bonn, Alemania.
- IHCAFE. (2001). *Manual de Caficultura*. Tegucigalpa, Honduras
- IHCAFE. (2009). *Informe Anual Cosecha 2008-2009*.
- Ministerio Federal del Medio Ambiente (2007)*.
- ONUDI. (1999). *Manual de Producción más Limpia*. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
- PESIC. (2005). *Primer curso de capacitación: sistemas de iluminación*.
- PNUMA. (2003). *La empresa eficiente*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- PROARCA. *Manual de Buenas Prácticas Operativas de P+L para el beneficiado de Café*.
- Ramirez,Miguel(2008).*Línea de base ambiental café Márcala*. La Paz, Honduras
- Universidad Autónoma de México. (2008). *Identificación o detección de necesidades de capacitación DNC*. Obtenido de Monografías.com.
- World Customs Organization. (2008). *Enciclopedia universal*.

## IX. ANEXOS

### ANEXO I. INICIATIVAS EN LA REGIÓN

Debido a que en Honduras el tema de P+L es relativamente nuevo, las experiencias de su implementación en los procesos de beneficiado de café no existen como tal. No obstante, se cuenta con ciertas experiencias piloto que actualmente se están ejecutando, donde se pueden ilustrar recomendaciones para mejorar la eficiencia económica y ambiental. A continuación se presentan algunos de estos casos los cuales se esperan sirvan de modelo para los demás beneficios que quieran adoptar la herramienta de P+L para apoyar su gestión ambiental:

| Datos Generales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--|
| Nombre del beneficio: Café Villa Florida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Ubicación: Florida de Márcala, La Paz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Propietario: Sr. Edgardo Urquía                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Persona contacto P+L: Sr. Edgardo Urquía                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Servicios: Beneficiado de café                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Empleados: 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Días de trabajo / año: Periodo de Diciembre a Marzo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| <b>Infraestructura:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Área de recepción de café uva</li> <li>❖ Área de despulpado</li> <li>❖ Área de desmucilado</li> <li>❖ Patios de oreado y secado o área de secadoras</li> <li>❖ Bodega de almacenamiento de café seco</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Mercado: Nacional (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Proceso Productivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Recepción: el café maduro se recibe y se deposita en una tolva de concreto de donde es transportada a las despulpadoras mediante un tornillo sin fin.</li> <li>Despulpado: se separa el grano en las despulpadoras la pulpa es transportada por un tornillo sin fin y depositada en sitios dispuestos para ello, de donde posteriormente se transporta.</li> <li>Desmucilado: se elimina el mucilago para facilitar el secado del grano sin deteriorar la calidad. Esta actividad se realiza en maquinas desmuciladoras. Posteriormente las aguas mieles son enviadas a lagunas de oxidación y sumideros con un tratamiento previo consistente en filtros de piedra en la descarga de las tuberías y entre lagunas.</li> <li>Secado: en esta etapa se elimina el exceso de humedad con que sale el grano de las pilas de lavado, se realiza el oreado o secado, para ello el grano es regado en patios y secado al sol con lonas y en zarandas y luego es secado en las secadoras mecánicas.</li> <li>Mercadeo: una vez eliminada la humedad al porcentaje exigido que normalmente es del 11% el grano es vendido en el mercado interno.</li> </ul> |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Resumen de Ahorros Potenciales Anuales (Valores en L.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                              |                                                                                              |                                                                                            |              |  |
| Recomendación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Beneficios                                                                                                   | Inversión (L.)                                                                               | Ahorro o ingresos (L.)                                                                     | Retorno años |  |
| Instalar medidor de consumo de agua de 2" de diámetro a la entrada del área de beneficiado..                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Reducción del consumo de agua                                                                                | 5,500.00                                                                                     | variable                                                                                   | variable -   |  |
| Definir un plan de monitoreo de consumo de agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Establecer parámetros de referencia                                                                          | variable                                                                                     | variable                                                                                   | inmediato-   |  |
| Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones y equipo que incluya identificar y eliminar (reparar) las causas del consumo excesivo (fugas, malas prácticas, fallas en el equipo entre otras) así de como tuberías y accesorios del sistema de distribución de agua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Reducción en costos por el uso eficiente del agua, por la detección de fugas o fallas en el sistema a tiempo | Costo del diseño del Plan de Mantenimiento.<br><br>Implementar formato de auditoría de agua. | Ahorro de consumo por una fuga 4,736.25 m³ por temporada, equivalente a Lps. 189.45 anual. | variable -   |  |
| Fomentar entre los empleados la implementación las buenas prácticas para la                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ahorro del 5%                                                                                                | Tiempo de las personas                                                                       | Ahorro de consumo de                                                                       | variable     |  |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                            |                                                                                                                            |                                                                                                                 |          |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|
| reducción en el consumo de agua <sup>12</sup> .<br><br>Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación y charlas para el uso eficiente del agua: mantener llaves de agua cerradas, etc.).                                                                                  | por consumo de agua<br>Es decir un ahorro de 2,344.68 m³                                   | invertidos en los cursos de capacitación.<br>Lps 135.16/ persona.<br><br>Costo de los rótulos<br>Lps.250.00 por 5 rótulos. | 2,344.68 m³ por temporada, equivalente a Lps. 93.79 anual                                                       |          |  |
| Monitorear y verificar la efectividad del plan de ahorro y con base en los resultados del monitoreo de la efectividad del plan de ahorro, identificar tecnologías alternas para el uso eficiente del agua.                                                                                               | Permitirá monitorear la efectividad de las recomendaciones implementadas                   | variable                                                                                                                   | variable                                                                                                        | variable |  |
| Eliminar la alimentación de agua de transporte del grano de café a la Volqueta que traslada el grano al proceso de secado.                                                                                                                                                                               | Reducción del consumo de agua                                                              | Lps. 150,000.00                                                                                                            | Ahorro de consumo de 13,197.60 m³ por temporada, equivalente a Lps. 527.90 anual                                | variable |  |
| Implementar un sistema adecuado para el tratamiento de las aguas residuales.<br><br>Construir una trampa para residuos sólidos a la salida del agua residual.                                                                                                                                            | Reducir la posibilidad de multas por incumplimiento de las normas ambientales de descarga. | variable                                                                                                                   | Ahorro de multas por incumplimiento por la inadecuada disposición de aguas residuales de Lps.5,000.00-20.000.00 | variable |  |
| Implementar un programa de mantenimiento adecuado al sistema de tratamiento de aguas residuales existentes.                                                                                                                                                                                              | Prolongar la vida útil de las obras construidas para el tratamiento de las agua mieles     | Costo del diseño y construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales                                             | Ahorro de multas por incumplimiento de la ley de descargas de Lps.5,000.00-20.000.00                            | variable |  |
| Implementar un plan de monitoreo de la calidad de agua residual descargada y compararla contra la norma de descarga (realizar al menos un análisis en época de procesamiento).<br>Análisis de los siguientes parámetros DBO, pH, sólidos suspendidos y sólidos sedimentables, fosforo y nitrógeno total. | Monitoreo y reducción de la contaminación generada por las aguas mieles.                   | L. 2,416.00                                                                                                                | Ahorro de multas por incumplimiento por la inadecuada disposición de aguas residuales de Lps.5,000.00-20.000.00 | variable |  |
| Definir un instrumento adecuado y funcional para el registro de consumo de materia prima e insumos.                                                                                                                                                                                                      | Definir la línea base de consumo de materia prima e insumos                                | variable                                                                                                                   | variable                                                                                                        | variable |  |
| Diseñar un diagrama de flujo que identifique la materia prima y los insumos que entran y salen del proceso por etapas.                                                                                                                                                                                   | Establecer la línea base de consumo de materia prima e                                     | variable                                                                                                                   | variable                                                                                                        | variable |  |

<sup>12</sup> Ver el cálculo del ahorro obtenido en la sección 7 de Anexos.

| insumos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| Fomentar entre los empleados la implementación de buenas prácticas para el uso eficiente de la materia prima y los insumos.                                                                                                                                                                                                    | Reducción de la cantidad de insumos utilizados y residuos generados.                              | Costo de la capacitación y del tiempo invertido por el personal capacitado L. 135.16/persona.<br><br>Costo estimado de los rótulos ( Lps.250.00 por colocar 5 rótulos) | variable   | variable   |
| Monitorear y verificar la efectividad del control de consumo de insumos.                                                                                                                                                                                                                                                       | Permitirá monitorear la efectividad de las recomendaciones implementadas                          | 0                                                                                                                                                                      | variable   | variable   |
| Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación para el uso eficiente de insumos y gestión de residuos).                                                                                                                                                                                         | Reducción de la cantidad de insumos utilizados y residuos generados.                              | Costo de los rótulos Lps.250.00 por 5 rótulos.                                                                                                                         | variable   | variable   |
| Monitorear y verificar la efectividad del control de consumo de insumos.                                                                                                                                                                                                                                                       | Permitirá monitorear la efectividad de las recomendaciones implementadas.                         | -                                                                                                                                                                      | variable   | variable   |
| Determinar las áreas o etapas del proceso en las que se produce cada residuo.                                                                                                                                                                                                                                                  | Establecer a línea base sobre la generación de residuos por etapa del proceso                     | 0                                                                                                                                                                      | variable   | variable   |
| Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso de beneficiado                                                                                                                                                                                                                                                  | Facilita la implementación de programas de Recuperación, reutilización y/o reciclaje los residuos | variable                                                                                                                                                               | variable   | variable   |
| Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos sólidos y clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado<br><br>(Utilización de la pulpa como fuente de energía, para elaboración de abono orgánico o lombricultura, etc.) | Reducción del impacto ambiental por inadecuada disposición de residuos sólidos.                   | variable                                                                                                                                                               | variable - | variable - |
| Investigar sobre tecnologías que se puedan implementar en la reutilización de los residuos generados                                                                                                                                                                                                                           | Reducción en el consumo de insumos                                                                | variable                                                                                                                                                               | variable   | variable   |
| Desarrollar un plan de comercialización de los residuos y/o subproductos (pulpa, abono orgánico, etc.).                                                                                                                                                                                                                        | Ingresos adicionales por la venta de residuos                                                     | variable                                                                                                                                                               | variable   | variable   |

|                                                                                                                |                                                                          |          |          |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| reutilizables                                                                                                  |                                                                          |          |          |          |
| Monitorear y verificar si las medidas si las medidas de reutilización y reciclaje son efectivas.               | Permitirá monitorear la efectividad de las recomendaciones implementadas | variable | variable | variable |
| Beneficio Ambiental tras Implementación                                                                        |                                                                          |          |          |          |
| Reducción en el consumo del recurso agua.                                                                      |                                                                          |          |          |          |
| Reducción en la contaminación del cuerpo receptor por la reducción en la disposición de aguas mieles.          |                                                                          |          |          |          |
| Reducción de la contaminación ambiental por la disminución en la generación y disposición de residuos sólidos. |                                                                          |          |          |          |

| Datos Generales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                     |  |                        |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|
| Nombre del beneficio: COMUCAP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Ubicación: Guayabal San José.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Propietario: Cooperativa de empleados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Persona contacto P+L: Malcon Aguilar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Servicios: Beneficiado de café                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Empleados: Variable durante el proceso de beneficiado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Días de trabajo / año: Periodo de Diciembre a Abril 2010.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Mercado: Nacional (20%) e Internacional (80%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Proceso Productivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |                                                                                     |                        |              |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Recepción: el café maduro se recibe y se deposita en una tolva.</li><li>• Despulpado: se separa el grano en las despulpadoras.</li><li>• Desmucilado: se elimina el mucilago para facilitar el secado del grano sin deteriorar la calidad. Esta actividad se realiza en maquinas desmuciladoras. Posteriormente las aguas mieles al sistema de acequia que es el sistema de tratamiento que este beneficio tiene.</li><li>• Secado: en esta etapa se elimina el exceso de humedad con que sale el grano de las pilas de lavado, se realiza el oreado o secado, para ello el grano es regado en patios y secado al sol con lonas y en zarandas.</li><li>• Mercadeo: una vez eliminada la humedad al porcentaje exigido que normalmente es del 11%el grano es vendido a las exportadoras o en mercado interno.</li></ul> |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Resumen de Ahorros Potenciales Anuales (Valores en L.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |                                                                                     |                        |              |
| Recomendación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Beneficios                          | Inversión (L.)                                                                      | Ahorro o ingresos (L.) | Retorno años |
| Instalar medidores de consumo de agua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Reducción del consumo de agua.      | 700.00<br>Medidor de ½ pulg.                                                        | variable               | variable -   |
| Definir un plan de monitoreo de consumo de agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Establecer parámetros de referencia | - variable -                                                                        | variable -             | inmediato-   |

|                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                          |                                                                   |                                                                                                                 |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para tuberías y accesorios del sistema de distribución de agua.                                                                                    | Reducción en costos por el uso eficiente del agua, por la detección de fugas o fallas en el sistema a tiempo                                                             | Costo del diseño del Plan de mantenimiento.<br>13                 | Ahorro de consumo por una fuga 71.75 m³ por temporada, equivalente a L. 50.22.                                  | variable - |
| Fomentar entre los empleados la implementación las buenas prácticas para la reducción en el consumo de agua <sup>14</sup> .                                                                                  | Ahorro del 5% por consumo de agua                                                                                                                                        | Implementar formato de auditoría de agua.                         | Tiempos de las personas invertidos en los cursos de capacitación.<br>L. 135.16/ persona.                        | variable   |
| Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación y charlas para el uso eficiente del agua: mantener llaves de agua cerradas, etc.).                                             |                                                                                                                                                                          | Costo estimado de los rótulos (Lps.250.00 por colocar 5 rótulos). |                                                                                                                 |            |
| Monitorear y verificar la efectividad del plan de ahorro y con base en los resultados del monitoreo de la efectividad del plan de ahorro, identificar tecnologías alternas para el uso eficiente del agua.   | Permitirá monitorear la efectividad de las recomendaciones implementadas                                                                                                 | variable -                                                        | variable-                                                                                                       | variable - |
| Construir sedimentador para la retención del mucilago en la salida de las aguas residuales. Sedimentador de 1x2 m de área. Con 1 metro de Altura.                                                            | Prolongar la vida útil de las obras construidas para el tratamiento de las aguas mieles y reducir la posibilidad de multas por incumplimiento de las normas ambientales. | Costo Estimado L. 3,500.00                                        | Ahorro de multas por incumplimiento por la inadecuada disposición de aguas residuales de Lps.5,000.00-20.000.00 | variable - |
| Construir un canal de desagüe para la circulación de las aguas residuales generadas del proceso de lavado ya que actualmente todas se acumulan en la salida del beneficio ocasionando la presencia de lodos. | Mejor manejo de las aguas residuales y reducción de la contaminación generada por las aguas mieles.                                                                      | Costo Estimado L. 6,100.00                                        | Ahorro de multas por incumplimiento por la inadecuada disposición de aguas residuales de Lps.5,000.00-20.000.00 | variable - |
| Implementar un plan de monitoreo de la calidad de agua residual descargada y compararla contra la norma de descarga (realizar al menos un análisis cada dos meses en época de procesamiento).                | Monitoreo y reducción de la contaminación generada por las aguas mieles.                                                                                                 | 2,514.54                                                          | Ahorro de multas por incumplimiento por la inadecuada disposición de aguas residuales de Lps.5,000.00-20.000.00 |            |
| Definir un instrumento adecuado y funcional para el registro de consumo de materia prima e insumos.                                                                                                          | Definir la línea base de consumo de materia prima e insumos                                                                                                              | variable -                                                        | variable-                                                                                                       | variable - |

<sup>13</sup> El ahorro por la implementación del plan de mantenimiento puede llegar a ser mayor un vez que se realice una inspección exhaustiva de todo el sistema de tuberías y accesorios para la distribución del agua.

<sup>14</sup> Ver el cálculo del ahorro obtenido en la sección 7 de Anexos.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                    |                                                                                                                                                              |            |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------|
| Diseñar un diagrama de flujo que identifique la materia prima y los insumos que entran y salen del proceso por etapas.                                                                                                                                                                                                 | Establecer la línea base de consumo de materia prima e insumos                                     | variable                                                                                                                                                     | variable-  | variable -                |
| Identificar y eliminar las causas de consumo excesivo de materia prima e insumos por etapa del proceso (calidad de la materia prima, malas prácticas, fallas en el equipo, etc.).                                                                                                                                      | Establecer la línea base de consumo de materia prima e insumos y reducir la generación de residuos | variable                                                                                                                                                     | variable-  | variable -                |
| Fomentar entre los empleados la implementación de buenas prácticas para el uso eficiente de la materia prima e insumos y la gestión de residuos.                                                                                                                                                                       | Uso eficiente de la materia prima y los insumos y reducción de la generación de los residuos.      | Tiempo de las personas invertidos en los cursos de capacitación.<br>L. 135.16/ persona.<br>Costo estimado de los rótulos ( Lps.250.00 por colocar 5 rótulos) | Variable.  | variable                  |
| Monitorear y verificar la efectividad del control de consumo de insumos.                                                                                                                                                                                                                                               | Permitirá monitorear la efectividad de las recomendaciones implementadas                           | variable                                                                                                                                                     | variable - | variable                  |
| Determinar las áreas o etapas del proceso en las que se produce cada residuo.                                                                                                                                                                                                                                          | Establecer a línea base sobre la generación de residuos por etapa del proceso                      | variable                                                                                                                                                     | variable - | variable                  |
| Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso de beneficiado                                                                                                                                                                                                                                          | Recuperar, reutilizar y/o reciclar los residuos                                                    | variable                                                                                                                                                     | variable - | variable                  |
| Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos sólidos Clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado (utilización de la pulpa como fuente de energía, para elaboración de abono orgánico o lombricultura, etc.). | Reducción del impacto ambiental por inadecuada disposición de residuos sólidos.                    | variable                                                                                                                                                     | variable - | variable                  |
| Comercializar los residuos y/o subproductos (pulpa, abono orgánico, etc.).                                                                                                                                                                                                                                             | Ingresos adicionales por la venta de residuos reutilizables                                        | Costo Estimado Lps 85.00/ saco.                                                                                                                              | variable - | Ingresos de Lps.50,000.00 |
| Investigar sobre tecnologías que se puedan implementar en la reutilización de los residuos generados.                                                                                                                                                                                                                  | Reducción del impacto ambiental por inadecuada disposición de residuos sólidos.                    | variable -                                                                                                                                                   | variable   | variable -                |
| Monitorear y verificar si las medidas si las medidas de reutilización y reciclaje son efectivas.                                                                                                                                                                                                                       | Permitirá monitorear la efectividad de las recomendaciones implementadas                           | variable -                                                                                                                                                   | variable   | variable -                |
| <b>Beneficio Ambiental tras Implementación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                    |                                                                                                                                                              |            |                           |
| Reducción en el consumo del recurso agua.                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                    |                                                                                                                                                              |            |                           |
| Reducción en la contaminación del cuerpo receptor por la reducción en la disposición de aguas mieles.                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                    |                                                                                                                                                              |            |                           |
| Reducción de la contaminación ambiental por la disminución en la generación y disposición de residuos sólidos.                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                    |                                                                                                                                                              |            |                           |

## ANEXO 2. PROVEEDORES GENERALES DE P+L

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

Tecnologías de Producción Más Limpia:

Journal of Cleaner Production, [www.cleanerproduction.net](http://www.cleanerproduction.net)

Observatorio de Prospectiva de Tecnología Industrial, [www.opti.es](http://www.opti.es)

Monografías.com, [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

Revista Ciencia Hoy, [www.ciencia-hoy.retina.ar](http://www.ciencia-hoy.retina.ar)

Red de Centros Nacionales de Producción más Limpia, [www.produccionmaslimpia-la.net](http://www.produccionmaslimpia-la.net)

Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, [www.cnpml-honduras.org](http://www.cnpml-honduras.org)

United Nations Industrial Development Organization, [www.unido.org](http://www.unido.org)

Agua:

Internacionales:

Ecología y desarrollo, [www.ecodes.org](http://www.ecodes.org)

Nacionales:

Químicas Ecolab, S.A., [www.ecolab.com](http://www.ecolab.com)

Tecno Química, soluciones para tratamiento de agua, [www.terra.hn](http://www.terra.hn)

Inversiones Diversas S. de R.L., soluciones para el recurso agua, [www.aguahn.com](http://www.aguahn.com)

Aquatec, diseño e instalación de equipo para agua, [www.aguaenlinea.com](http://www.aguaenlinea.com)

Energía:

Nacionales:

Sistemas solares de Honduras S.A. de C.V., [www.solarishn.com](http://www.solarishn.com)

Sistemas Eléctricos Solares (SIESOL), [siesol@yahoo.com](mailto:siesol@yahoo.com)

Soluciones Energéticas, [sol\\_energy@multivision.hn](mailto:sol_energy@multivision.hn)

Energía Solar para Electricidad, [www.soluzhonduras.com](http://www.soluzhonduras.com)



## ANEXO 3. FORMATOS DE CUADROS DE CONTROL DE BUENAS PRÁCTICAS DE P+L

A continuación se presenta una serie de formatos para la recolección de información necesaria para implementar prácticas de Producción más Limpia (Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras, 2004).

**Cuadro 17. Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones.**

| Nombre o código del equipo | Fallas detectadas | Reparaciones realizadas | Fecha de mantenimiento | Responsable | Fecha próximo mantenimiento |
|----------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|-------------|-----------------------------|
|                            |                   |                         |                        |             |                             |
|                            |                   |                         |                        |             |                             |
|                            |                   |                         |                        |             |                             |
|                            |                   |                         |                        |             |                             |

**Cuadro 18. Lista para el control de la implementación de prácticas de P+L.**

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

**Cuadro 19. Registro de producción mensual**

| No. | Fecha de recibo | Producto | Unidad | Cantidad/ mes | Costo/mes | Responsable/llenado por |
|-----|-----------------|----------|--------|---------------|-----------|-------------------------|
| 1   |                 |          |        |               |           |                         |
| 2   |                 |          |        |               |           |                         |
| 3   |                 |          |        |               |           |                         |

**Cuadro 20. Registro de sub-productos**

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

**Cuadro 21. Registro de materias primas.**

| No. | Fecha de recibo | Proveedor | Producto | Unidad | Cantidad/mes | Costo/mes | Responsable/llenado por |
|-----|-----------------|-----------|----------|--------|--------------|-----------|-------------------------|
| 1   |                 |           |          |        |              |           |                         |
| 2   |                 |           |          |        |              |           |                         |

**Cuadro 22. Registros de residuos líquidos.**

| Agua residual | Fuente contaminante | Cantidad aproximada | Peligro | Costo del tratamiento | Tipo de tratamiento | Resultados esperados | Responsable/llenado por |
|---------------|---------------------|---------------------|---------|-----------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|
|               |                     |                     |         |                       |                     |                      |                         |
|               |                     |                     |         |                       |                     |                      |                         |
|               |                     |                     |         |                       |                     |                      |                         |

**Cuadro 23. Registro de residuos sólidos.**

| Residuo Sólido | Fuente principal | Cantidad | Subproducto | Residuos sin vender | Costo Actual | Costo de Disposición | Responsable/lleñado por |
|----------------|------------------|----------|-------------|---------------------|--------------|----------------------|-------------------------|
|                |                  |          |             |                     |              |                      |                         |
|                |                  |          |             |                     |              |                      |                         |

**Cuadro 24. Ficha para el control de la entrada de agua.**

| No. | Fecha | Punto de entrada de Agua | Cantidad (m³) | Observaciones | Responsable/llenado por |
|-----|-------|--------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
|     |       |                          |               |               |                         |
|     |       |                          |               |               |                         |

**Cuadro 25. Formato para la recolección de información de consumo energético.**

| No. | Nombre del equipo | Ubicación | Potencia requerida para su operación kW | Operación Horas/día | Consumo diario de energía kWh | Responsable/llenado por |
|-----|-------------------|-----------|-----------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
|     |                   |           |                                         |                     |                               |                         |
|     |                   |           |                                         |                     |                               |                         |

**Cuadro 26. Formato para el control de energía consumida vs. Energía requerida.**

| No. | Nombre del equipo | Ubicación | Potencia requerida para su operación kW/mes | Energía consumida kWh/mes | Responsable/llenado por |
|-----|-------------------|-----------|---------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
|     |                   |           |                                             |                           |                         |
|     |                   |           |                                             |                           |                         |

**Cuadro 27. Formato para el control del consumo de combustible.**

| No. | Nombre del equipo | Ubicación | Combustible requerido<br>para su operación gal/mes | Energía consumida<br>kWh/mes | Responsable/llenado<br>por |
|-----|-------------------|-----------|----------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|     |                   |           |                                                    |                              |                            |
|     |                   |           |                                                    |                              |                            |
|     |                   |           |                                                    |                              |                            |

**Cuadro 28. Formato para el control de la implementación de medidas.**

| Medida | Acciones | Responsable | Recursos | Costos | Fecha límite de<br>implementación |
|--------|----------|-------------|----------|--------|-----------------------------------|
|        |          |             |          |        |                                   |
|        |          |             |          |        |                                   |
|        |          |             |          |        |                                   |
|        |          |             |          |        |                                   |

## ANEXO 4. LISTA DE CHEQUEO PARA LINEA BASE DE DIAGNÓSTICO DE P+L EN LOS BENEFICIOS

Datos Generales:

Nombre del beneficio: \_\_\_\_\_

Gerente General o propietario: \_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_

Teléfonos: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

Persona de contacto \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

Teléfonos: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

### DOCUMENTACIÓN REQUERIDA:

Copia de documento de evaluación ambiental: Licencia o Diagnostico ambiental, auditoría ambiental.

Lista de productos y subproductos del beneficio, indicando las cantidades producidas en los meses de la temporada, así como sus precios de venta.

Indicar en una lista de productos y subproductos, el volumen de producción que se quisiera tener como referencia para la elaboración del proyecto; es decir, sus proyecciones para el futuro. Este dato es fundamental, porque los cálculos contemplados en las recomendaciones de prevención de la contaminación y de eficiencia energética deberán considerar los planes de crecimiento del beneficio.

Descripción de los procesos de producción, en el que se incluyan todos los procesos y/u operaciones relevantes en orden sucesivo, indicando el objetivo de cada uno(a), así como el flujo y cantidades de los principales insumos y productos. Por favor incluir un diagrama de bloques de los procesos para cada línea de producción. Identificar los cuellos de botella.

Cada proceso y/u operación de la producción (incluidos en el diagrama de bloques del punto 3), puede ser continuo, por lotes, o una combinación de ambos. En algunos casos, seguramente la información no se encuentra disponible, pero en todo caso, por favor al menos haga estimaciones. Al especificar cantidades, se debe entender que éstas deben referirse a unidades relativas (por ejemplo qq. /día., m<sup>3</sup>/día, litros/min., etc.). Es importante aclarar si la información es la especificada por el fabricante, si fue medida por los técnicos del beneficio o si se trata de una estimación.

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

- Descripción del proceso, explicando objetivos, instrucciones al operador, y especificación de las

variables operativas (tiempo, característica, etc.).

- Describir las operaciones de control de calidad, así como el sistema de control de producción.
- Cantidad de todos los materiales que ingresan al proceso, tales como materia prima, agua, energía y otros insumos (no olvidar incluir, por ejemplo, sacos, cabuyas, cal etc.).
- Cantidad de materiales que salen del proceso (productos, subproductos y pérdidas, incluyendo residuos). Indicar si algún material se recicla o reutiliza (por ejemplo recirculación de agua de transporte o de lavado).
- Descripción de maquinarias y equipos, indicando datos relevantes (como marca, fabricante y año de construcción, dimensiones, uso de agua, capacidad de producción, eficiencia, velocidades, potencia de los motores, consumo de combustible, etc.).
- Descripción de los servicios internos y externos que se usan en el beneficio (transporte de pulpa, y café pergamino, secado de café; etc.; en lo posible cuantificada, por ejemplo, en qq. /día).

### PLANOS DE LAS INSTALACIONES:

- Ubicación de los procesos y/u operaciones, así como de los equipos auxiliares (patios de secado, secadoras, tratamiento de aguas, etc.).

### DIAGRAMA UNIFILAR

- Ubicación de los sistemas de drenaje de aguas de residuo (industriales y sanitarias)
- Ubicación de los sistemas de distribución de agua en el beneficio, especificando si se trata de agua de pozo, de la red municipal, lluvia, etc. Ubicación de tanques cisternas de almacenamiento.
- Lista de compras de materia prima, indicando costo-almacén así como cantidades para los últimos doce meses. En la misma tabla incluir el consumo de materia prima en la producción.
- Lista de compras de otros insumos en general, indicando costo-almacén así como cantidades para los últimos doce meses. En la misma tabla incluir el consumo de dichos insumos para la producción. En el caso de productos químicos u otros insumos, cuya composición química se desconozca, favor especificar el nombre comercial y el fabricante. Favor pedir al proveedor toda la información técnica posible.
- Detalle de los servicios públicos utilizados durante los últimos doce meses, para electricidad, agua, diesel, gasolina, recojo de residuos sólidos, etc. Este detalle deberá especificar la cantidad consumida así como el monto pagado. Fotocopias de las facturas serían muy útiles. A continuación le proporcionamos un esquema para resumir esta información:

#### Consumo de agua

Consumo de agua de la red \_\_\_\_ m<sup>3</sup> / año Costo: \_\_\_\_ US\$ / año Consumo de agua de pozo \_\_\_\_ m<sup>3</sup> / año  
Costo: \_\_\_\_ US\$ / año Consumo otras fuentes \_\_\_\_ m<sup>3</sup> / año Costo \_\_\_\_ US\$ / año  
Totales: \_\_\_\_ m<sup>3</sup> / año Costo: \_\_\_\_ US\$ / año

#### Consumo de energía

Eléctrica (Red): Número de Transformadores \_\_\_\_  
Máx. Potencia demandada (total) \_\_\_\_ Kw  
Transformador 1 \_\_\_\_ Kw Transformador 2 \_\_\_\_ Kw  
Energía consumida (total) \_\_\_\_ Kw-h. / año  
Autogeneración: Capacidad instalada \_\_\_\_ Kw  
Generación \_\_\_\_

|                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|
| Rendimiento _____ Kw-h. / unidad                                    |
| Combustible: _____ m <sup>3</sup> / año                             |
| Diesel _____ m <sup>3</sup> / año Gasol. _____ m <sup>3</sup> / año |
| Costo total _____ US\$ / año                                        |
| Gas Natural _____ m <sup>3</sup> / año Costo _____ US\$ / año       |
| Gasolina _____ m <sup>3</sup> / año Costo _____ US\$ / año          |
| Otros _____ m <sup>3</sup> / año Costo _____ US\$ / año             |
| Otros _____ m <sup>3</sup> / año Costo _____ US\$ / año             |
| Total _____ US\$ / año                                              |
| Principales cargas (energía eléctrica) Costo Total _____ US\$/año   |

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

| Uso              | Descripción | Capacidad |
|------------------|-------------|-----------|
| 1. Despulpadora  |             |           |
| 2. Criba         |             |           |
| 3. Desmuciladora |             |           |
| 4. Secadora      |             |           |
| 5. Trilladora    |             |           |
| 6. etc.          |             |           |

### DESCARGAS SÓLIDAS

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

| Origen / Descripción      | Cantidad [qq. / día] | Servicio / Destino                               | Costo / Ingreso [US\$/año]                     |
|---------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1. Despulpado / pulpa     |                      | Transporte/cultivos                              | Costo del servicio                             |
| 2. Desmucilado / mucilago |                      | Laguna de oxidación                              | Costo del tratamiento                          |
| 3. Secadora / cenizas     |                      | / Deposition de partículas finas en área poblada | Costo limpieza del área; y demandas de vecinos |
| 6. (otro).                |                      |                                                  |                                                |

### DOCUMENTACIÓN REQUERIDA:

1. Información referente a aguas residuales y material de residuo. Favor incluir en esta información solicitada copias de los análisis de laboratorio más representativos. Si no tuviera alguno, es importante que los consiga.
2. Una descripción del calendario del beneficio, incluyendo una estimación del total de días trabajados en los meses de la temporada, cantidad de turnos por día, días por semana y horas por día. Explicar el régimen de vacaciones si es el caso, cuánto tiempo se para el beneficio por

mantenimiento preventivo. Incluir información sobre su personal: Número de técnicos y obreros, así como otros datos pertinentes, tales como políticas de contratación, trabajadores eventuales, capacitación, medidas de seguridad, etc.

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

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

## ANEXO 5. GUÍA METODOLÓGICA PARA VISITAS DE DIAGNÓSTICO DE LINEA BASE EN BENEFICIOS

### ESPECÍFICA PARA: EVALUACIONES DE BENEFICIOS DE CAFÉ HUMEDO

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

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

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

| SITUACIÓN ACTUAL |                    |                                                 |                                                                                    | SITUACIÓN FUTURA                                         |                                           |
|------------------|--------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| No.              | PROBLEMAS<br>¿Qué? | POSIBLES CAUSAS<br>¿Por qué existe el problema? | EFFECTOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL (económicos, seguridad ambiental, organizacional ) | POSIBLES MEDIDAS DE MEJORA ¿con que corregir, que hacer? | BENEFICIOS ESPERADOS ( Cuales y cuanto en |

|  |  |  |  |  |          |
|--|--|--|--|--|----------|
|  |  |  |  |  | dinero ) |
|--|--|--|--|--|----------|

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

| AGUA Y AGUA RESIDUAL                                                                                                                                                             | Observaciones |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| ¿Están monitoreando el consumo de agua en el beneficio? Si _____ No. _____<br>Parcialmente_____                                                                                  |               |
| ¿Saben cuánto es el consumo de agua en cada una de las áreas del beneficio?                                                                                                      |               |
| ¿Conocen la composición de las aguas residuales (aguas mieles)?                                                                                                                  |               |
| ¿Conocen el costo del agua y de las aguas residuales (aguas mieles)?                                                                                                             |               |
| ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de agua en su proceso de beneficiado, utilizando las cantidades que realmente necesitan o reutilizando las aguas servidas? |               |
| ¿Controlan el lavado excesivo, derrames o rebalses, en las diversas áreas del beneficio?                                                                                         |               |
| ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro en el consumo de agua?                                                                                |               |
| ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el ahorro del agua?                                                                                               |               |
| ¿Tienen un programa preventivo de mantenimiento para el equipo de conducción, distribución y operación de agua en el beneficio, incluyendo responsables de aplicarlo?            |               |
| ¿Tienen un programa de mantenimiento eficiente, que ayuda a reparar rápidamente daños que se puedan presentar en las tuberías y accesorios?                                      |               |
| ¿Tienen dispositivos o separadores sólidos que eviten que éstos lleguen al recolector final de las aguas residuales (aguas mieles) o bien filtros de grasa y aceite              |               |



|                                                                                                                                                 |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| en los sistemas de desagüe?                                                                                                                     |                      |
| ¿Tienen algún sistema de tratamiento para sus aguas residuales (aguas mieles)?                                                                  |                      |
| ¿Están cumpliendo con las leyes ambientales en cuanto a disposición de aguas residuales (aguas mieles)?                                         |                      |
| <b>ENERGIA</b>                                                                                                                                  | <b>Observaciones</b> |
| ¿Controlan el consumo de energía del beneficio? Si _____ No _____ Parcialmente _____                                                            |                      |
| ¿Saben cuánto es el consumo en cada una de las etapas del proceso?                                                                              |                      |
| ¿Conocen el costo mensual de cada una de las fuentes de energía, asegúrense de listarlas todas?                                                 |                      |
| ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de energía en su proceso productivo, apagando el equipo e instalaciones que no se ocupen? |                      |
| ¿Qué disposiciones tienen para el ahorro de energía?                                                                                            |                      |
| ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro de energía?                                                          |                      |
| ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el ahorro de energía?                                                            |                      |
| ¿Qué medidas han tomado para controlar la pérdida de energía?                                                                                   |                      |
| ¿Tienen un programa preventivo de mantenimiento para el equipo e instalaciones en su beneficio, incluyendo responsables de aplicarlo?           |                      |
| ¿Tienen un programa de mantenimiento eficiente, para reparar rápidamente daños que se pueden presentar?                                         |                      |
| ¿Tienen dispositivos de seguridad en los equipos para evitar cortos circuitos, pérdidas de electricidad y daños en la maquinaria?               |                      |
| ¿Las instalaciones eléctricas y equipos están de acuerdo a las necesidades reales de energía revisando si no están sobre diseñados?             |                      |

|                                                                                                                                                                                             |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de energía en su proceso productivo?                                                                                                  |  |
| ¿Tienen una iluminación adecuada con medidas de bajo consumo?                                                                                                                               |  |
| ¿Tienen un eficiente sistema de emergencia?                                                                                                                                                 |  |
| ¿Tienen un plan de medidas para la reducción de accidentes relacionados con la energía eléctrica?                                                                                           |  |
| <b>MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y RESIDUOS.</b>                                                                                                                                                 |  |
| ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro en el uso de materia prima e insumos, así como para que participen dando sugerencias de materiales alternativos? |  |
| ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el uso eficiente de la materia prima e insumos?                                                                              |  |
| ¿Tienen medidas adecuadas para proteger la materiales y evitar el daño de estos?                                                                                                            |  |
| ¿La metodología que están utilizando en su proceso de producción optimiza el uso de los materiales?                                                                                         |  |
| ¿Manejan un control de todo el equipo, su ubicación, especificaciones y manuales de procedimiento?                                                                                          |  |
| ¿Controlan regularmente los planes de mantenimiento?                                                                                                                                        |  |
| ¿Manejan manuales de procedimiento indicando dosificaciones o cantidades de materiales a usar?                                                                                              |  |
| ¿Tienen controles de calidad para reducir el volumen de producto rechazado, considerando el reutilizarlos o reciclarlos?                                                                    |  |
| ¿Están disponiendo adecuadamente sus residuos en apego a las leyes ambientales?                                                                                                             |  |

## ANEXO 6. PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS PARA OBTENER EFICIENCIA ENERGÉTICA

Cuadro 29. Características de diversos tipos de iluminación

| Tipo lámparas                       | Incandescentes          | Halógenas                     | Fluorescente lineal                      | Fluorescente compacto       |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|
| Eficiencia                          | Baja                    | Baja                          | Buena                                    | Buena                       |
| Luz producida por Watt (lumen/watt) | De 8 a 20               | De 15 a 25                    | De 20 a 90                               | De 36 a 70                  |
| Vida útil (horas)                   | Baja, entre 750 y 1,500 | Moderada, entre 2,000 y 4,000 | Buena a Excelente, entre 10,000 y 20,000 | Buena, entre 6,000 y 15,000 |

(Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras, 2004) (Centro de Producción más limpia de Costa Rica)

Cuadro 30. Equivalencias entre lámparas incandescentes y fluorescentes<sup>15</sup>

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

(Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras, 2004)

Cuadro 31. Opciones de sustitución de lámparas fluorescentes<sup>16</sup>

| SISTEMA ACTUAL              | OPCIÓN AHORRADORA    |                                                                                |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Fluorescentes 2x75 w        | Fluorescentes 2x59 w | Lámpara T-12 Blanco Frío y Balastro Electromagnético                           |
| Fluorescentes 1x75 w        | Fluorescentes 1x59 w | Lámpara T-12 Blanco Frío y Balastro Electromagnético                           |
| Fluorescentes 2x39 w        | Fluorescentes 2x32 w | Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia |
| Fluorescentes 2x40 w        | Fluorescentes 2x32 w | Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia |
| Fluorescentes 2x40 w tipo U | Fluorescentes 3x17 w | Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia |
| Fluorescentes 4x39 w        | Fluorescentes 3x32 w | Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro                                     |

<sup>15</sup> (A-19)

<sup>16</sup> Para un mayor detalle remitirse a los distribuidores autorizados

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

|                             |                      |                                                                                |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                      | Electromagnético de Alta Eficiencia                                            |
| Fluorescentes 4x20 w        | Fluorescentes 3x17 w | Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia |
| Fluorescentes 6x39 w        | Fluorescentes 4x32 w | Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia |
| Fluorescentes 8x39 w        | Fluorescentes 6x32 w | Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia |
| Fluorescentes 2x56 w        | Fluorescentes 2x32 w | Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia |
| Halógena 35 w tipo Dicroica | SLS - 18 w           | Lámpara Fluorescente compacta tipo reflector de 18 w                           |
| Incandescente 75 w          | SL - 15 w            | Lámpara Fluorescente compacta tipo reflector de 15 w                           |
| Incandescente 100 w         | SL - 25 w            | Lámpara Fluorescente compacta de 25 w                                          |
| Incandescente 150 w         | SL - 32 w            | Lámpara Fluorescente compacta de 35 w                                          |

(PESIC, 2005)

**Cuadro 32. Opciones de sustitución de tecnología T-12 por T-8 y T-5**

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

(PESIC, 2005)

### **Cálculo de Ahorros utilizando focos ahorradores<sup>17</sup>**

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

### **Modificaciones recomendadas al equipo**

En general los beneficios tienen como fuente de energía la red eléctrica de la ENEE, con excepción de algunos la cual es con motores diesel.

Hacen uso de tecnologías de beneficiado de uva amigables con el ambiente ya conocidas tales como despulpado con desmucilado mecánico en línea y despulpado con lavado tradicional en pilas. Casi todos los equipos están en buen estado y de vida reciente con excepción de uno que usa maquinas con más de 25 años de vida.

<sup>17</sup> Basado en las Experiencias del CNP+LH.

Por lo general trabajan con el equipo de beneficiado de uva 6 horas diarias en un periodo de tiempo de 150 días al año.

No se observan sistemas de control del consumo eléctrico es decir no existe interpretación de la factura eléctrica.

En general en el tema de eficiencia energética las recomendaciones que más se presentan son:

- Tratar en lo posible de sustituir la fuente energética diesel y gasolina por red eléctrica de la ENEE.
- Sustituir los equipos viejos por mas nuevos
- Llevar control del consumo de energía, costo de la misma y factor de potencia
- Uso de motores de tamaño apropiado en las maquinas de despulpado

A continuación se da un ejemplo de cálculo de cambio de equipo por sobre-dimensión

|               |     |
|---------------|-----|
| Costo del Kwh | 4.2 |
|---------------|-----|

| Equipo                    | Número de máquinas | Potencia del Motor Eléctrico de cada Maquina Hp | Producción por Maquina qq. uva / hr | Producción anual total qq. uva | Horas anuales de trabajo |
|---------------------------|--------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Despulpadora Estrella # 6 | 3                  | 3                                               | 45.00                               | 45,000.00                      | 333.33                   |

| Motor Propuesto |                   |
|-----------------|-------------------|
| Item            | Número de motores |
| Motor de 1.5 Hp | 3                 |

| Potencia ideal de Los Motores Eléctricos  |               |                 |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------|
| Item                                      | Motor de 3 Hp | Motor de 1.5 Hp |
| Potencia del Motor a 75% de carga en (Kw) | 1.68          | 0.84            |

| Ahorro en Consumo     |                                                                         |                                                                           |                        |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Item                  | Consumo Anual en Kw-h de las Despulpadoras Estrella con motores de 3 Hp | Consumo Anual en Kw-h de las Despulpadoras Estrella con motores de 1.5 Hp | Valor del Ahorro en L. |
| Consumo Anual en Kw-h | 1,678.50                                                                | 839.25                                                                    | 3,524.85               |

| Inversión y Retorno                       |          |          |                 |                              |
|-------------------------------------------|----------|----------|-----------------|------------------------------|
| Item                                      | Cantidad |          | Total Equipo L. | Retorno de Inversión en Años |
| Motor Eléctrico 3Ph, 230/460 Volts 1.5 Hp | 3        | 3,319.00 | 11,957.00       | 3.39                         |
| Accesorios                                | 1        | 2,000.00 |                 |                              |

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

Cuadro 33. Pérdidas de agua por fugas.

| Situación                          | Pérdidas <sup>18</sup> |
|------------------------------------|------------------------|
| Grifo goteando                     | 80 ( l/d )             |
| Chorro fino de agua de 1.6 mm      | 180 ( l/d )            |
| Chorro grueso de agua de 3.2 mm    | 350 ( l/d )            |
| Chorro completo de 4.8 mm          | 600 ( l/d )            |
| Lavar con el chorro de la manguera | 20 ( l/min )           |
| Gasto de inodoro                   | 20 l/vaciado de tanque |
| Gasto por fugas en inodoro         | 250 l/d                |

Elaborado por: CNP+LH

Cuadro 34. Ahorro estimado de agua por uso de pistolas industriales.

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

Elaborado por: CNP+LH (Centro de Producción más Limpia de Nicaragua)

### CÁLCULO DEL AHORRO DE AGUA POR LA INSTALACIÓN DE PISTOLAS<sup>19</sup>.

$$Ap. = [(Ti - Tf) * T] * F * N$$

Donde:

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

Tf = Tiempo de lavado con pistolas (min)

<sup>18</sup> litros / día ( l/d )

Equivalencia: 1 m<sup>3</sup> = 1000 l.

<sup>19</sup> Ahorro de agua por pistolas (Centro de Producción más Limpia de Nicaragua)

T = Días laborables al año que se utilizan las mangueras

F = Caudal promedio de las manguera

N= Numero de Mangueras

Por ejemplo una pistola de chorro de ½" ahorra 10 L/min

#### **EJEMPLO PRÁCTICO:**

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

Del cuadro  $T_i = 5$  min y  $T_f = 4$  min

Para  $T = 365$  días

$F = 55$  L. =  $0.055$  m<sup>3</sup>

$N = 5$  mangueras

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

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

$Ap. = 100 \text{ m}^3$  al año

### **CALCULO DE AHORRO DE AGUA POR EL CONTROL DE FUGAS EN TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

A continuación se detallan los cálculos del ahorro en agua controlando las fugas en las tuberías de conducción y distribución.

**Cuadro 35. Cálculos de ahorro de agua por reparar una fuga en el sistema de conducción y distribución**

|                                                    |               |
|----------------------------------------------------|---------------|
| Consumo estimado de agua (m <sup>3</sup> / día )   | 210.60        |
| Porcentaje de ahorro (%)                           | 10.1          |
| Tiempo de operación (días)                         | 120           |
| Consumo total anual por una fuga (m <sup>3</sup> ) | 2,552.47      |
| Costo del agua promedio L./ m <sup>3</sup>         | 0.04          |
| <b>Ahorro Anual L.</b>                             | <b>102.10</b> |

Las pérdidas de agua ocasionadas por fugas de los equipos se presentan constantemente mientras no se aplique un plan de mantenimiento correctivo.

La Tabla anterior, muestra las pérdidas en m<sup>3</sup> de agua por la no reparación de una fuga en las tuberías de conducción y distribución, donde el consumo por esta fuga puede llegar a ser de hasta **2,552.47** m<sup>3</sup> anuales por lo que esto nos generaría un ahorro de L. 102.10 por fuga reparada.

### **CÁLCULO DEL AHORRO POR CAMBIO DE ACTITUD DEL PERSONAL PARA REALIZAR EL USO ÓPTIMO DEL AGUA**

El consumo de agua dentro de las operaciones, en gran medida depende del uso racional que los empleados hagan de él, de acuerdo Producción más Limpia, los porcentajes de ahorro que se pueden llegar a obtener a través de la concientización de los empleados puede llegar a ser de hasta un 5%.

**Cuadro 36. Cálculos de ahorro de agua por cambio de actitud de personal**

|                                                                |              |
|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Consumo estimado de agua (m <sup>3</sup> /día)                 | 210.60       |
| Porcentaje de ahorro (%)                                       | 5            |
| Tiempo de operación (días)                                     | 120          |
| Consumo total por actitud del personal anual (m <sup>3</sup> ) | 1,263.60     |
| Costo del agua promedio L./ m <sup>3</sup>                     | 0.04         |
| <b>Ahorro Anual L.</b>                                         | <b>50.54</b> |

**Cuadro 37. Cálculos de ahorro de agua por usar un sistema de recirculación de agua**

|                                                |               |
|------------------------------------------------|---------------|
| Consumo estimado de agua (m <sup>3</sup> /día) | 210.60        |
| Porcentaje de ahorro (%)                       | 50-60         |
| Tiempo de operación (días)                     | 120           |
| Ahorro estimado de agua (m <sup>3</sup> )      | 13,899.60     |
| Costo del agua promedio L./ m <sup>3</sup>     | 0.04          |
| <b>Ahorro Anual L.</b>                         | <b>555.98</b> |

## **ANEXO 8. ALTERNATIVAS PARA MATERIA PRIMA EN EL BENEFICIADO DE CAFÉ**

**Cuadro 38. Alternativas de disposición de residuos del beneficiado del café**

| <b>Residuo Denominación Oficial</b> | <b>Método de Disposición Recomendado</b>                                                                        | <b>Disposición Actual</b>            |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Pulpa del café                      | Reciclaje (abono orgánico, lombricultura)<br>Aprovechamiento térmico en secadoras<br>Tratamiento físico-Químico | Se emplea como abono en los cultivos |



|            |                                                                                                                |                                 |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Mucílago   | Reciclaje (abono orgánico, lombricultura).<br>Aprovechamiento térmico en hornos.<br>Tratamiento físico-Químico | Se desecha.                     |
| Cascarilla | Aprovechamiento térmico en secadoras                                                                           | Se envían al relleno Sanitario. |

## ANEXO 9. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA AGUAS MIELES GENERADAS

### Cálculos de volumen de aguas mieles generadas en el proceso.

Para conocer los volúmenes de aguas mieles que se generan en el proceso se realizan mediciones en las salidas del proceso de beneficiado.

A continuación un ejemplo de este cálculo.

**Cuadro 39. Cálculos de volúmenes de aguas residuales en el proceso de beneficiado de café**

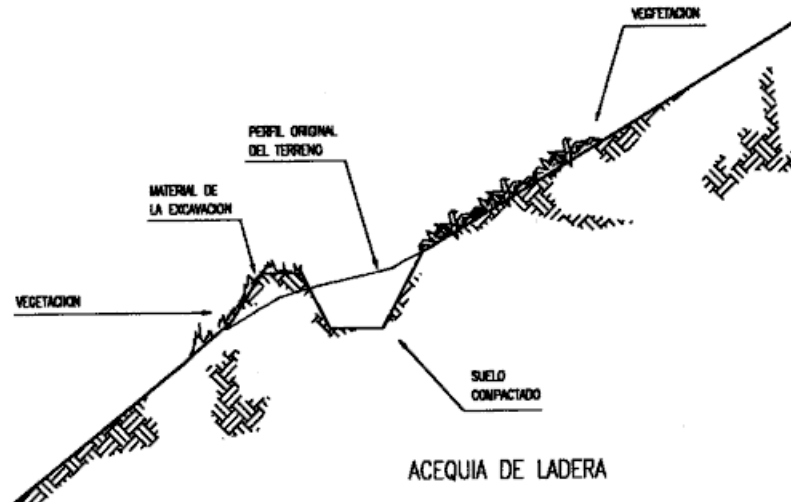
| Etapa                                 | Dato de medición<br>m3 | Volumen<br>m3 /seg. | Tiempo de descarga<br>promedio<br>Hrs. | Descarga por etapa<br>m3/ día |
|---------------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| DESPULPADO                            | 0.50                   | 0.002               | 6.50                                   | 46.80                         |
| DESMUCILADO Y<br>LAVADO               | 1.50                   | 0.006               | 6.50                                   | 140.40                        |
| TOTAL DE AGUAS<br>MIELES<br>GENERADAS |                        |                     |                                        | 187.20                        |

### ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA AGUAS MIELES.

#### 9. 1 ALTERNATIVAS DE DRENAJE

##### 9.1.1 Acequias.

Son estructuras mecánicas aplicables a terrenos con pendientes máximas del 30 %, se utiliza cuando no es posible construir terrazas de base ancha. Consisten en canales que normalmente tienen 30 cm de ancho en el fondo, con taludes 1H : 1V, estos se construyen a distancias regulares de acuerdo con la pendiente y el uso del terreno. A 15 cm del borde superior y a todo lo largo es conveniente sembrar una barrera viva, a modo de filtro, y a 15 cm del borde inferior se deposita el material producto de la excavación. Las acequias de ladera se recomiendan si el suelo es poco permeable o impermeable. (Ver Figura)



### 9.1.2 Drenaje francés.

Consiste en la construcción de zanjas rellenas de material filtrante (arena y grava) que en el fondo de las cuales se instala tubería drenante (tubería con perforaciones).

Las zanjas drenantes se proyectarán para proteger las capas de firme y la explanada de la infiltración horizontal, para evacuar parte del agua que pudiera haber penetrado por infiltración vertical, así como para rebajar niveles freáticos y drenar localmente taludes de desmonte o cimientos de rellenos.

Cuando las zanjas drenantes pretendan el rebajamiento del nivel freático, el proyecto deberá determinar la necesidad de efectuar ensayos in situ para conocer el valor de los coeficientes de permeabilidad de los terrenos.

El agua afluirá a las zanjas a través de sus paredes laterales, se filtrará por el material de relleno hasta el fondo y escurrirá por la tubería drenante. También podrá acceder por su parte superior, si el sistema de drenaje subterráneo estuviera concebido para funcionar de esta manera.

En caso de que no estuviera bien aislada superficialmente podría penetrar agua lluvia, lo que deberá evitarse en todo caso.

En ocasiones, previa justificación expresa del proyecto, podrán omitirse las tuberías drenantes, en cuyo caso la parte inferior de la zanja quedaría completamente rellena de material drenante, constituyendo un dren denominado ciego o francés, en el que el material que ocupa el centro de la zanja es preceptivamente grava preferiblemente de  $\frac{3}{4}$ ".

#### Prescripciones específicas sobre la zanja drenante

En el proyecto de las zanjas drenantes deben observarse los siguientes aspectos:

- Si el terreno natural y el relleno de la zanja no cumplieran condiciones de filtro, se dispondrá un elemento separador que cumpla dichas condiciones, con el fin de evitar las migraciones de finos

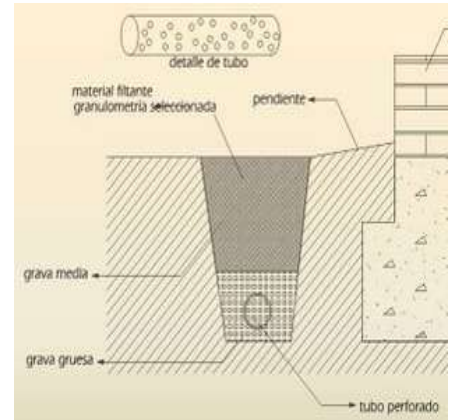
que podrían producir erosión interna en el terreno y colmatación en el relleno de la zanja. Si el fondo de la zanja no estuviera situado en terreno impermeable, se deberá considerar la conveniencia de impermeabilizarlo. Su pendiente longitudinal mínima se determinará en función del material que lo conforme, si bien en todo caso habrá de ser superior a cinco décimas porcentuales (0,5%).

- Salvo justificación expresa en contra del proyecto, las zanjas se proyectarán con tubería drenante en el fondo, la cual resulta muy conveniente para canalizar las aguas captadas y posibilitar los trabajos de limpieza y conservación.

### Desagüe de la zanja drenante

Cuando en las operaciones de inspección y limpieza en zanjas drenantes, se detecten fugas o roturas en el sistema, se deberá proceder -siempre que sea posible- a la apertura de la zanja, la extracción y sustitución de los elementos inutilizados, y la posterior restitución del sistema a su estado inicial.

Asimismo deberá tenerse en cuenta que las zanjas drenantes constituyen recintos subterráneos de elevada porosidad y permeabilidad, que en caso de fallo del sistema de desagüe, podrían saturarse produciendo acumulaciones de agua indeseables.



## 9.2 ESTRUCTURAS PARA SEPARACIÓN DE SÓLIDOS

Estas estructuras persiguen principalmente retener la cascarilla y la pulpa del café que se generan en las etapas de despulpado y lavado de café.

### 9.2.1 Mallas o rejillas



Son estructuras que se colocan a la salida de los canales de conducción de las aguas residuales con el objeto de retener la cascarilla y la pulpa que van en suspensión en las aguas de despulpado y lavado del café. Consisten en retenes que pueden estar hechas con malla zaranda gruesa, con varilla de



hierro o acero de pequeños diámetros colocados en ambos sentidos formando mallas con pequeñas separaciones a manera que impidan el paso de los residuos sólidos mencionados o bien con lámina perforada. Estas están consideradas como pre tratamientos que deben utilizarse antes de disponer finalmente las aguas residuales.

### 9.2.2 Sedimentadores.

Tiene por objeto separar del agua la cascarilla y la pulpa en suspensión, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las lagunas de oxidación evitando sobrecargas y el rápido azolvamiento de estas.

Para su diseño es básico conocer el volumen de aguas generados así como el de los sólidos contenidos en estas. Estas unidades pre tratamiento serán diseñadas para el caudal máximo diario.



Consisten en pilas cuyas dimensiones dependerán del volumen que se desea tratar y en cuyo piso se debe dejar una pendiente que permita la sedimentación de los residuos y el libre flujo del agua residual las cuales constan de varios depósitos:

**a) Zona de entrada**

Estructura hidráulica de transición, que permite una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador.

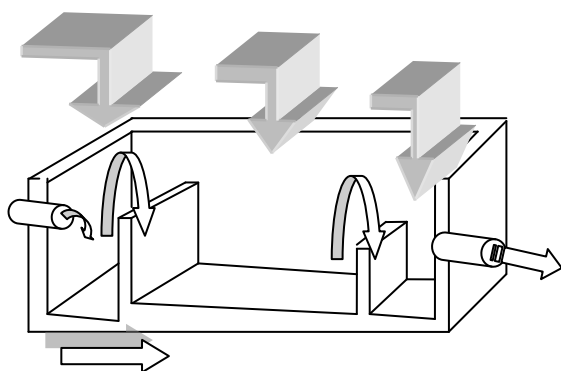
**b) Zona de sedimentación**

Consta de un canal rectangular con volumen, longitud y condiciones de flujo adecuados para que sedimenten las partículas. La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos.

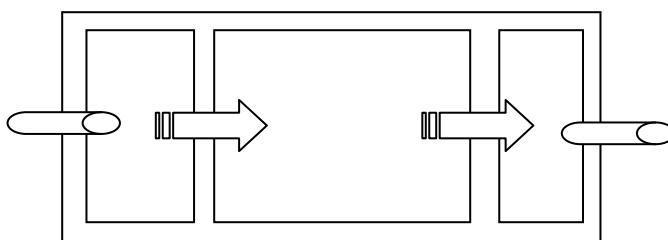
**c) Zona de salida**

Constituida por un vertedero, canaletas o tubos con perforaciones que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la sedimentación de las partículas depositadas.

|         |               |         |
|---------|---------------|---------|
| Zona de | Zona de       | Zona de |
| Entrada | sedimentación | salida  |



VISTA EN CORTE DE SEDIMENTADO

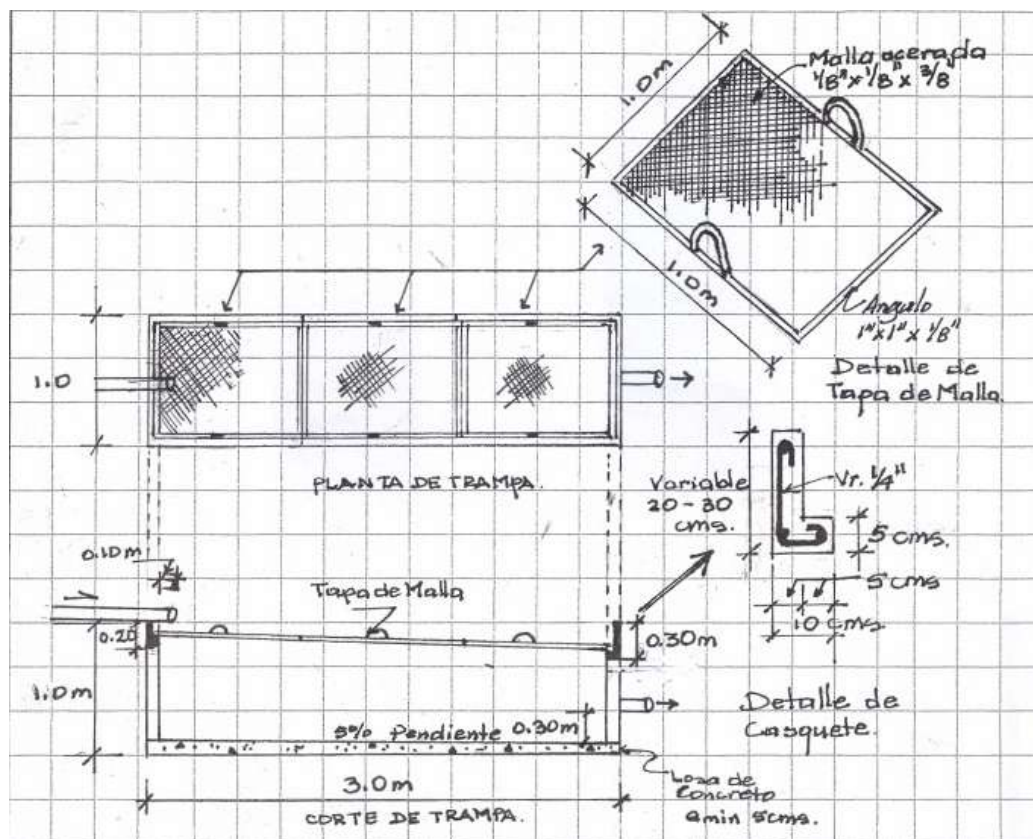


VISTA EN PLANTA DE SEDIMENTADOR

### 9.2.3 Trampas para mucílago

Una modificación de los sedimentadores son las Trampas para Mucílago, las cuales al igual que los anteriores consisten en pilas donde se descargan las aguas mieles que con la variación de que en su parte superior llevan mallas de muy poca separación donde se retiene el mucílago. A su vez estas hacen la función de sedimentador pues se diseñan de tal forma que retengan por un lapso de

tiempo el agua que se filtra para dar lugar a que se sedimenten los restos de mucílago que no se retuvieron en las mallas.



#### 9.2.4 Lagunas de Oxidación

Son excavaciones de poca profundidad en el cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural patógenos relacionados con sólidos en suspensión y materia orgánica. Este sistema es efectivo en costos cuando se dispone de suficiente terreno para construirlas; es decir, el costo de la tierra no es de un valor limitante.

El sistema está compuesto por un tratamiento primario que consiste en un grupo de trampas que atrapan y separan los elementos sólidos no inherentes al diseño del sistema.

En etapas siguientes el agua y sus residuos pasan a un sistema de lagunas (una o más) donde permanecen en contacto con el entorno, principalmente el aire, experimentando un proceso de oxidación y sedimentación, transformándose así la materia orgánica en otros tipos de nutrientes que pasan a formar parte de una comunidad diversa de plantas y ecosistema bacteriano acuático

## ANEXO 10. OPCIONES DE ELABORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO

## COMPOST TIPO “WINDROW”<sup>20</sup>

### ¿Qué es compost?

Es la descomposición biológica de un volumen determinado de material orgánico, en condiciones controladas, que se efectúa en pilas o canteros sobre la superficie del suelo.

### Elaboración de compost

#### *Procedimientos*

##### *Selección del lugar*

- Área algo plana, donde no haya encharcamiento en época de invierno. También se le puede hacer canales de drenaje para dar salida al exceso de humedad.
- Proteger el área de fuertes vientos, lluvias, cerca de algunos árboles, o acondicionar poco el área sin incurrir en muchos gastos económicos.
- Cerca del lugar donde se están depositando los desechos.
- Cercar el área para evitar el acceso de animales (cerdos, perros, etc.)

##### *Orientación de las pilas, canteros, eras o composteras*

Se deben ubicar soleado y orientadas de Este a Oeste, para que el sol siempre bañe todo el volumen de desechos y no haya partes sombreadas en el transcurso del día.

##### *Dimensión de las composteras*

Se recomienda construirlas sobre la superficie del suelo (más fácil y sencillo), con las siguientes dimensiones:

-Ancho: mínimo 1 metro, o bien 2.5 metros.

-Altura: mínimo 1 metro, o bien 1.5 metros.

-Largo: de acuerdo al volumen del material de desecho y a las dimensiones del área en la que se va a trabajar.

##### *Condiciones del material que se quiere procesar*

Es de mucha importancia que el material orgánico que se va a procesar se triture o se pique, para que al final queden partículas o pedazos pequeños, ya que esto ayuda para que el desecho se descomponga con mayor facilidad y rapidez, obteniendo el producto en menor tiempo.

##### *Materiales y herramientas que se utilizan para construir una compostera*

Herramientas:

- Palas
- Rastrillo
- Machetes
- Carretilla de mano

---

<sup>20</sup> <sup>20</sup> El detalle de aplicación de estas técnicas de elaboración de abono orgánico, pueden consultarse en: Manual básico para la elaboración y producción de de abono orgánico, PROARCA (2004).

- Regadera o manguera
- Tubos o palos para construir un orificio en medio de la compostera, que servirá para airear o ventilar el material.

**Materiales:**

- Residuos de cocina, como cáscaras y vegetales
- Desechos orgánicos del mercado
- Rastrojos de cultivos y árboles
- Estiércol de ganado, gallina, etc.
- Vísceras, sangre, restos del matadero
- Pulpa de café
- Ceniza o cal
- Agua.





5. Para ventilar el compostero se utiliza un pedazo de tubo, bambú o estaca de 1.5 a 2 metros de largo por 2-3 pulgadas de grosor, distribuyendo un tubo cada metro, a lo largo de la pila.



6. Se continúa construyendo la pila, agregando una capa de 10-20 centímetros donde se pueden colocar los desechos de comida, vísceras, estiércol, hojas, etc. Se agrega un cernido de cal o ceniza y agua.

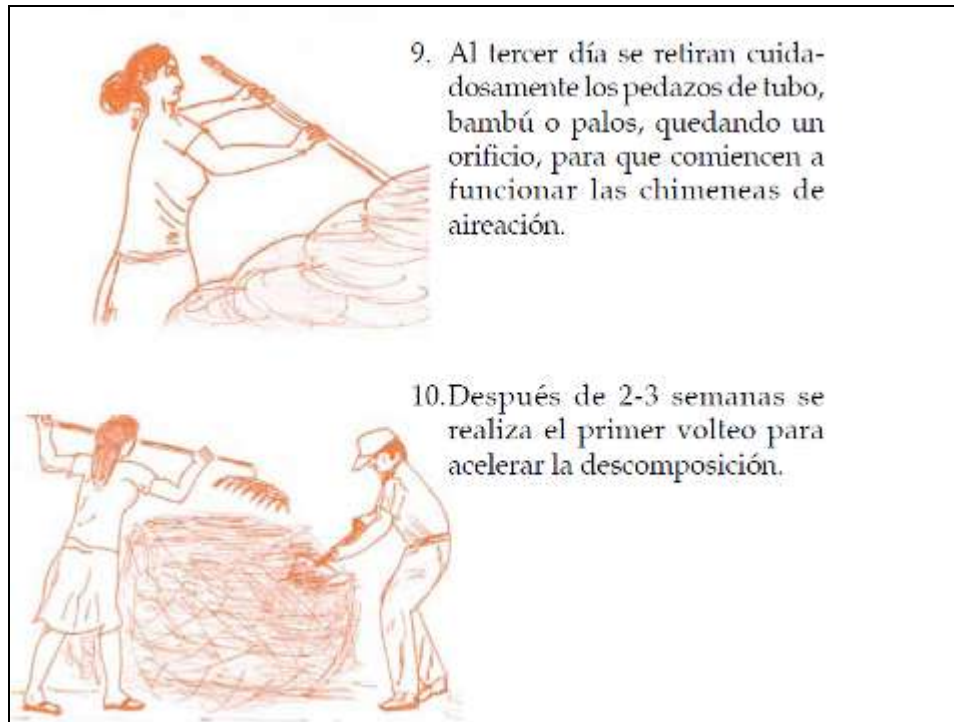


7. Luego se continúa haciendo más capas, hasta alcanzar 1 metro de altura.



8. Cuando está terminado el compostero, hay que regarlo de tal forma que se mantenga la humedad adecuada, para facilitar la descomposición, es decir, ni seco ni tampoco saturado.





11. El volteo se realiza para mezclar las capas y también para invertir la posición inicial del compostero. Se ventila el material y acelera la descomposición.
12. Cuando se ha volteado un tercio del compostero se colocan de nuevo los palos o tubos, de la misma forma en que se utilizaron en el inicio del compostero. Se continúa volteando, hasta que el material esté trasladado a su nuevo lugar, o sea a la par.
13. Al terminar el volteo se continúa con el riego, sobre todo en verano, para garantizar una humedad adecuada.
14. A los 2-3 días se quitan otra vez los palos o tubos, para que comiencen a funcionar las chimeneas.
15. Después del primer volteo hay que estar realizando esta práctica cada 8-10 días de intervalo, hasta que la degradación o descomposición se realice totalmente.
16. En términos de 2-3 meses ya se ha obtenido abono orgánico, el cual se puede tamizar para darle una mejor presentación o control de calidad, para empacarlo y comercializarlo, o utilizarlo en las áreas verdes municipales.

## LOMBRICULTURA

### Qué es la lombricultura?

Es la técnica de crear lombrices en cautiverio, bajo condiciones creadas por el hombre, con el objetivo de aprovechar el humus que generan, ya que es un fertilizante orgánico de excelente calidad.

## **Materiales y herramientas para iniciar una explotación de lombrices**

### **Herramientas:**

- Palas
- Carretilla de mano
- Regadera o manguera
- Machetes
- Cerco para evitar animales domésticos

### **Materiales:**

- Lombrices
- Sustrato descompuesto (Residuos vegetales, Desperdicios orgánicos domiciliarios, Pulpa de café, Cachaza de caña de azúcar, Estiércol de ganado, gallina, etc.,
- Agua
- Recipientes (canoas)
- Área de sombra

### ***Procedimiento para el cultivo de lombrices***

Antes de establecer el cultivo de lombrices se debe disponer de suficientes alimentos ya descompuestos para proporcionarles a las lombrices.

#### ***Paso 1 Pie de cría***

Se considera pie de cría a una mínima cantidad de lombrices para iniciar la reproducción que bien puede ser de 1 a 5 kilogramos. Como promedio, 1 kilogramo contiene de 1,000 a 1,200 lombrices. Inicialmente se debe comenzar en un recipiente pequeño, para traslado del pie de cría y luego al vivero.

#### ***Paso 2 Vivero***

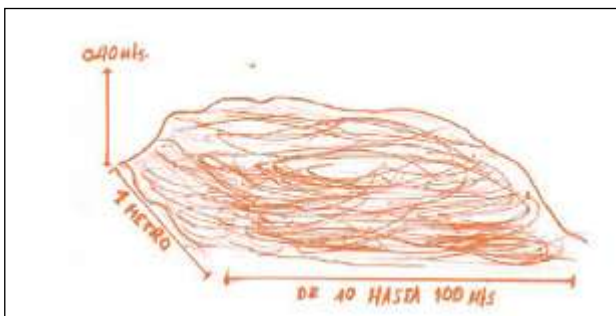
Se selecciona un área con condiciones óptimas para establecer el vivero. Las lombrices se colocan en canoas y la cantidad depende del plan de explotación; éstas pueden ser de madera o un barril cortado por la mitad, para que no haya contenidos tóxicos.



#### ***Paso 3 Canteros***

Es un área destinada para incrementar las lombrices. Los canteros tienen comúnmente 1 metro de ancho por 0.40 metros de altura y de 10 a 100 metros de largo, y estos se construyen sobre la superficie del suelo, con el material orgánico maduro.

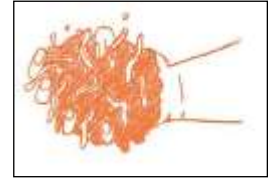
El lugar que se seleccione para construir los canteros debe cumplir con las siguientes condiciones:



- Poseer un buen drenaje para evitar encharcamiento
- Tener árboles de sombra al menos en un 50% del área, o que esté bajo techo.
- Que sea un lugar accesible
- Que tenga agua cerca.

#### ***Prueba previa a la cosecha***

- Cuando se introduce la mano dentro de la canoa y se sacan de 30 a 40 lombrices.

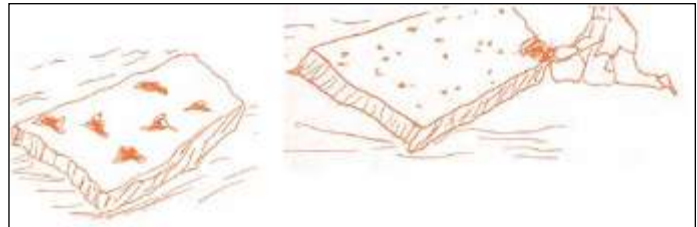


- Cuando se introduce una pala en el cantero y se sacan de 100 a 150 lombrices por palada.

#### ***Retiro de lombrices***

Hay diferentes formas de retirar lombrices:

- Aplicando sustrato maduro en un extremo de la canoa o cantero, las lombrices se agrupan en el material nuevo, buscando alimento.



- Con una cajilla de gaseosa, llenándola de material nuevo y maduro, las lombrices se incorporan y después sólo se traslada la cajilla a otro sitio donde se almacena.

#### ***Cosecha de humus***

Una vez retiradas las lombrices se cosecha el humus y se expone al sol para reducir la humedad hasta el 40%, para luego tamizarlo y empacarlo, o utilizarlo en los cultivos. Para un kilo de lombrices en un m<sup>3</sup> se puede empezar a cosechar en 80 días.

## **ELABORACIÓN DE ABONO BOCASHI**

### **¿Qué es Bocashi?**

Es una técnica rápida para transformar en abono orgánico todo tipo de desechos orgánicos. Tiene como base de activación las levaduras agregadas, los microorganismos contenidos en el suelo vegetal, en el estiércol y otros componentes agregados. Desarrolla grandes temperaturas los primeros tres a cuatro días y el tiempo de elaboración oscila entre los 10 a 15 días.

### **Ingredientes básicos para la elaboración del abono Bocashi**

- Gallinaza y otros estiércoles
- Carbón de madera en partículas pequeñas
- Pulidura de arroz, salvado de arroz o concentrado para cerdos
- Cascarilla de arroz, pulpa de café o zacate bien picado
- Carbonato de calcio, cal agrícola o ceniza de fogón
- Melaza, miel de purga, jugo de caña o dulce sólido
- Levadura para pan o maíz molido y fermentado
- Tierra vegetal cernida o Bocashi maduro
- Agua (solamente una vez y al momento de preparación)
- Pulpa de café triturado o picado.

### **Procedimiento**

1. Se construyen capas de los diferentes componentes, siguiendo el siguiente orden:
  - Primero, abajo, la pulpa de café triturada o picada
  - Una capa de cascarilla de arroz
  - Tierra vegetal
  - Gallinaza o estiércol
  - Carbón
  - Pulidura de arroz
  - Cal agrícola.
2. Se mezclan todos los componentes, realizando volteo de un montón a otro montón. Esto se realiza en seco.
3. Se mezclan tres ingredientes en un recipiente; estos son melaza, levadura y agua.
4. Se vuelven a mezclar todos los componentes, realizando volteo de un montón a otro, y se va humedeciendo con la mezcla de melaza, levadura y agua, en el proceso de volteo. La mezcla debe estar húmeda con la solución hasta que un puño de esa mezcla, al apretarlo y luego soltarlo, el contenido se deshace en pequeños trozos, Así se mide la humedad de la mezcla.
5. La mezcla de los ingredientes sólo se humedece una vez.
6. Luego que se hace la mezcla y se humedece esta masa se extiende en el piso, de tal forma que la altura del montón extendido tenga en lo máximo 50 centímetros de altura. Además se protege del sol y la lluvia, preferiblemente bajo techo.

7. En los primeros días la temperatura tiende a subir a más de 80 grados, lo cual no se debe permitir. Para corregir la temperatura se debe voltear el montón, dos veces durante el día: una vez en la mañana y otra vez en la tarde. Esto generalmente se realiza hasta el séptimo día.
8. Cuando baja y se estabiliza la temperatura (menos de 50 grados), ya se puede voltear sólo una vez al día.
9. Entre los 12 y 15 días, el abono Bocashi ya está preparado.
10. El abono Bocashi ya preparado debe tener una temperatura igual a la temperatura ambiental, su color es gris claro, queda seco, con un aspecto de polvo arenoso y de consistencia suelta.
11. Debe procurarse conseguir todos los ingredientes necesarios. Esto le dará al abono Bocashi una mejor calidad, en comparación con otros abonos Bocashi que no tienen todos los componentes necesarios de la mezcla.
12. Existen recetas establecidas, con las proporciones de los ingredientes de acuerdo al volumen que se desea procesar.

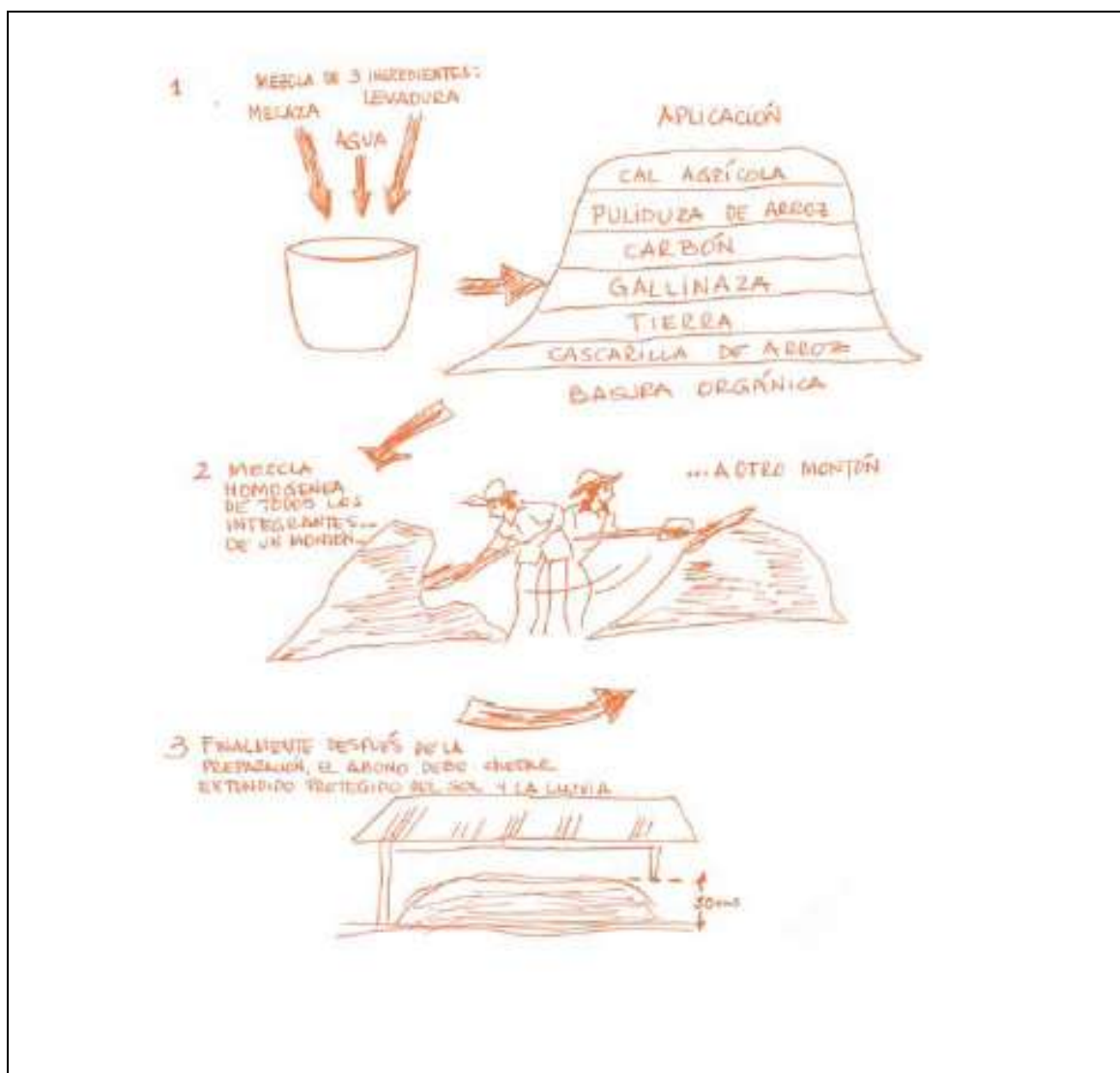
#### **Cuidado del Bocashi**

- Sólo se humedecen una vez los materiales mezclados.
- Hay que realizar bien los volteos, para regular la temperatura.
- Hay que proteger el material del viento, el sol y la lluvia.

#### **Utilidades del Bocashi**

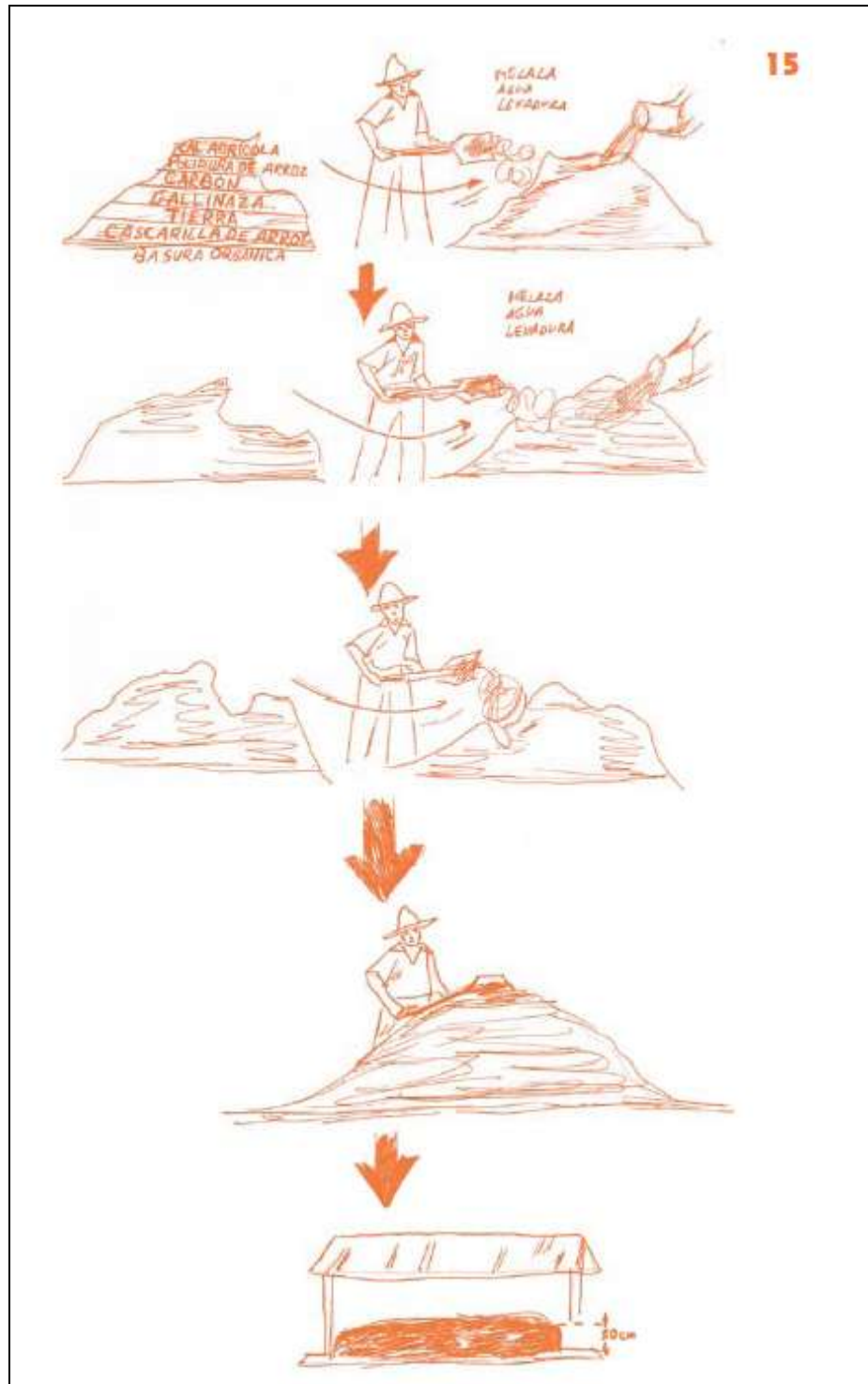
- Fertilización de cultivos diversos
- Producción libre de tóxicos
- Mejoramiento de los suelos
- Horticultura.

A continuación se presenta el esquema de preparación del abono Bocashi.



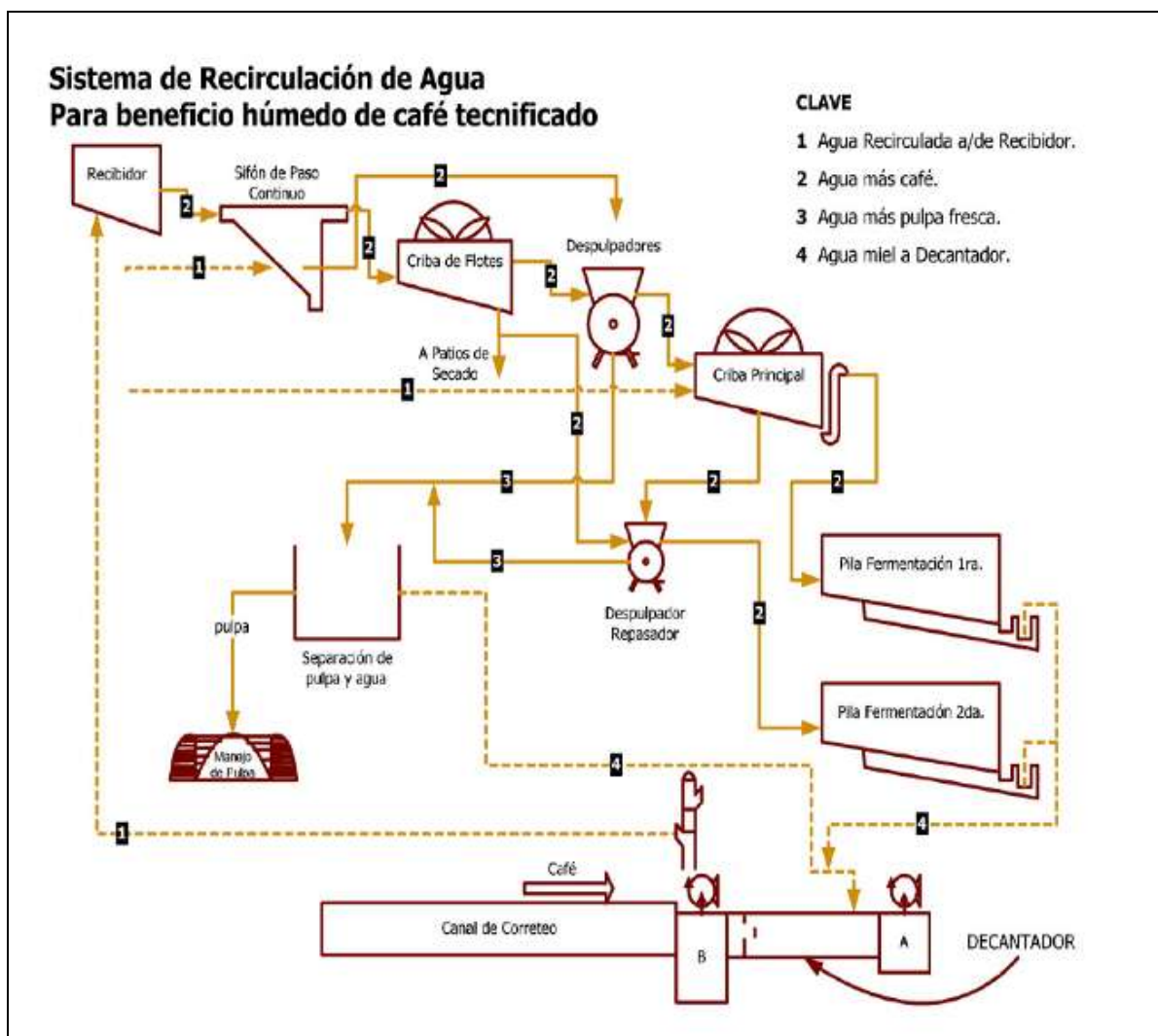
**Diagrama de la Mezcla para la elaboración de abono Bocashi.**

**Nota: La basura orgánica seria la pulpa de café que se genera en el beneficio.**



**Resumen de la elaboración del abono Bocashi**

## ANEXO II. PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA PARA BENEFICIO HÚMEDO<sup>21</sup>.



<sup>21</sup> Tomada de Manual de Buenas Prácticas Operativas de P+L en el sector de beneficiado de café, PROARCA y Centro Guatemalteco de P+L



