



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**PRIMER PROGRAMA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA
TRABAJO DE TITULACIÓN DE ESPECIALISTAS**

**“APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MAS
LIMPIA EN EMBORIENTAL”**

Previo a la obtención del Título de:

ESPECIALISTA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Presentada por:

Ing. Mónica Florencia Béhar Castro.

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2003

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Telmo Paredes dueño de la Industria Emboriental S.A., cuya valiosa colaboración permitió la realización del presente trabajo y especialmente al Coordinador de la Especialidad en Producción Limpia PHD. Alfredo Barriga, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral y la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, al CEPL, al BID, y a todas las personas que contribuyeron con la realización de este programa de especialización y por sobre todos a Dios.

DEDICATORIA

A todos los profesionales cuyas labores son las de optimizar el uso de recursos naturales en las industrias, y especialmente a las Instituciones Educativas cuyos profesores encargados de impartir herramientas que permiten conseguir la utilización racional de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente, por lo que empresarios, industriales y los países alcanzan sus mas grandes desarrollos.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S.

DECANO (E) DE LA FIMCP

Dr. Alfredo Barriga R.

DIRECTOR POSTGRADO

Ing. Jorge Duque R.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Rodolfo Paz M.

EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Ing. Mónica Florencia Béhar Castro.

RESUMEN

El presente trabajo, sigue una metodología de aplicación de estrategias para obtener procesos productivos en la industria EMBORIENTAL, dentro de un marco de producción limpia. Esta industria está dedicada a la elaboración de etanol como producto principal, en la cual básicamente se han identificado oportunidades de mejoramiento a través de planillas de diagnóstico, que relacionan aspectos e impactos ambientales, productivos, de procesamiento, de recursos naturales entre otros, que merecen ser atendidos dentro de un plan de mejoramiento continuo.

A través del análisis del flujograma del proceso, que detalla los recursos naturales e insumos que intervienen en cada etapa del proceso, así como los productos y residuos sólidos, líquidos o gaseosos que se generan, se han establecido los principales indicadores que permiten controlar su uso racional y/o su generación, los mismos que guardan una estrecha relación con el costo de producción y su eficiencia. Dentro de la lista de casos diagnosticados se han seleccionado tres principales, por considerarlos que afectan directamente al costo de producción como son: el primero la corrección de factor de potencia que permite optimizar el consumo de energía eléctrica disminuyendo el costo de kilowatts por hora; segundo caso, reciclaje de bagazo para utilizarlo como materia prima en la elaboración de

abono orgánico y para evitar la compra de fertilizantes químicos costosos y perjudiciales para la calidad sanitaria del etanol, el mismo que se utiliza en dicha industria para la elaboración de licores; se ha determinado también que una parte de producción de abono orgánico puede comercializarse, generando beneficios económicos. Y finalmente como tercer caso, el uso de otra parte del bagazo, como fuente generadora de energía que permitirá evitar uso excesivo de combustible como es el bunker.

La metodología utilizada, implica identificar los principales indicadores que rigen los tres casos de estudio, su plan de monitoreo, los recursos y los responsables de su control; también se evalúa económicamente las nuevas inversiones, así como sus beneficios y viabilidad económica, con lo cual se demuestra claramente la prioridad para atenderlos, puesto que generan mayores costos de producción, al pagar mas por consumo eléctrico, insumos químicos y combustible; pudiéndose aprovechar el bagazo, que es un subproducto susceptible de ser utilizado para procesos alternos.

En los tres casos seleccionados, se logrará una disminución en los consumos mensuales de energía eléctrica, una disminución del consumo de combustibles que contaminan el aire, así como disminución del consumo de fertilizantes químicos, propiciando el cuidado de sembríos de caña y cosechando cañas de azúcar de mejor calidad.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCES TÉCNICOS.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo del caso 1.....	8
1.3.2 Objetivos del caso 2	9
1.3.3 Objetivos del caso 3	10
1.4 Alcances técnicos.....	11
CAPÍTULO 2	
2. METODOLOGÍA.....	12
2.1 Obtener respaldo real y participación de la dirección de la empresa.....	12
2.2 Formación del eco - equipo	13
2.3 Recopilación de datos de la empresa.....	13

2.4 Información del proceso de elaboración de etanol.....	15
2.4.1 Flujograma de bloques.....	16
2.4.2 Diagrama de las etapas de fermentación y destilación del Jugo de caña de azúcar.....	17
2.4.3 Análisis cuantitativo del proceso de obtención de etanol a partir de la caña de azúcar.....	18
2.5 Indicadores y plan de monitoreo.....	20
2.6 Elaboración de la ficha de los principales indicadores.....	22
2.7 Recopilación de datos cuantitativos y económicos del proceso.....	22
2.8 Identificación de oportunidades de aplicación de estrategias De producción mas limpia.....	23
2.9 Evaluación de la identificación de oportunidades de aplicación De estrategias de producción mas limpia.....	24

CAPÍTULO 3

3. CASOS SELECCIONADOS.....	25
3.1 Caso de Estudio N° 1: Corrección del factor de potencia.....	27
3.1.1 Concepto de factor de potencia.....	27
3.1.2 Ventajas de la corrección del factor de potencia.....	28
3.1.3 Objetivos.....	28
3.1.4 Procedimiento del estudio.....	29
3.1.5 Determinación de la solución.....	31
3.1.6 Cálculo de beneficios económicos y resumen Evaluación económica.....	32
3.2 Caso de estudio N° 2: Utilización del bagazo como abono orgánico	33
3.2.1 Descripción del caso de estudio N° 2.....	33

3.2.2	Concepto de abono orgánico (compost).....	34
3.2.3	Ventajas de uso.....	34
3.2.4	Proceso de elaboración.....	36
3.2.5	Elaboración del plan de monitoreo del proceso.....	37
3.2.6	Descripción del plan de monitoreo.....	39
3.2.7	Identificación de los principales indicadores.....	39
3.2.8	Ficha de los principales indicadores.....	41
3.2.9	Resumen de evaluación económica.....	41
3.3	Caso de Estudio N° 3: Utilización del bagazo como fuente generadora de energía.....	41
3.3.1	Descripción del caso de estudio N° 3.....	41
3.3.2	Procedimiento del estudio de caso.....	43
3.3.3	Análisis del flujograma general y cuantitativo del proceso De elaboración de etanol.....	43
3.3.4	Elaboración del plan de monitoreo.....	43
3.3.5	Descripción del plan de monitoreo.....	45
3.3.6	Identificación de los principales indicadores.....	47
3.3.7	Ficha de los principales indicadores.....	48
3.3.8	Resumen de la evaluación económica.....	48

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
4.1 Resultados.....	49
4.2 Conclusiones y recomendaciones.....	57

ANEXOS 59

ANEXO 1 Diagrama de las etapas de fermentación y destilación del jugo de caña de azúcar.....	60
ANEXO 2 Flujograma del Balance de Materiales.....	62

ANEXO3 Planillas Auxiliares Para la Selección de los Casos de Estudio.....	64
ANEXO 4 Evaluación de las Planillas Auxiliares Para Seleccionar Los casos de estudio.....	73
ANEXO 5 Indicadores de Eficiencia de Productividad y Ambientales.....	77
ANEXO 6 Ficha del Plan de Monitoreo de los Indicadores.....	80
ANEXO 7 Ficha de los Principales Indicadores Para la Empresa.....	83
ANEXO 8 Ficha Del Plan de Monitoreo – Caso 1.....	86
ANEXO 9 Identificación de los Principales Indicadores – Caso 1.....	88
ANEXO 10 Evaluación Económica antes y después de La Implementación de P + L.....	90
ANEXO 11 Descripción del Plan de Monitoreo – Caso 2.....	92
ANEXO 12 Ficha de los Principales Indicadores – Caso 2.....	95
ANEXO 13 Resumen de Datos para la Evaluación Económica - Caso 2.....	97
ANEXO 14 Ficha de los Principales Indicadores – Caso 3.....	100
ANEXO 15 Resumen de Datos Para La Evaluación Económica – Caso 3.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	105

ABREVIATURAS

Cc	Centímetros cúbicos
FP	Factor de Potencia
°GL	Grados Gay Lussac
gal	Galones
° Brix	Grados Brix
°C	Grados centígrados
Kg	Kilogramos
Kg/año	Kilogramos/año
Kcal	Kilocalorías
Kw	Kilo vatios
Kwh	Kilovatio hora
Kva	Kilovatio amperios
Kavar	Kilovatio amperio reactivos
lt	Litros
m²	Metros cuadrados
m³/\$	Metros cúbicos/dólar
P+L	Producción Mas Limpia
pH	Potencial de hidrógenos
PSI	Pounds per square inch (1 lb/pulg ²)
ton/tn	Toneladas
°T/°t	Temperatura
Vol	Volumen

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla # 1 Formación del eco – equipo.....	13
Tabla # 2 Datos de las instalaciones de la industria.....	14
Tabla # 3 Productos principales que genera la industria.....	23
Tabla # 4 Casos de estudio.....	26
Tabla # 5 Principales indicadores durante la elaboración De compost.....	40
Tabla # 6 Ficha del plan de monitoreo para controlar contenido De humedad en el bagazo.....	46
Tabla # 7 Principales indicadores para uso del bagazo como fuente Generadora energética.....	47
Tabla # 8 Resumen de beneficios y viabilidad económica del Bagazo como fuente energética.....	51
Tabla # 9 Resumen de beneficios económicos utilizando Bagazo para elaboración de compost.....	53
Tabla # 10 Resumen de evaluación y viabilidad económica de la Compra del banco de capacitores para corrección del factor de potencia.....	55

INTRODUCCIÓN

Este trabajo trata sobre la aplicación a una industria local de las técnicas aprendidas en el programa de Producción más Limpia (ESPOL). La finalidad es establecer, de una forma técnica, los procedimientos para reducir los posibles impactos ambientales negativos que se producen por la actividad industrial y, al mismo tiempo, utilizar las herramientas adquiridas para mejorar el rendimiento operacional y financiero de la empresa.

En EMBORIENTAL una industria procesadora de caña de azúcar para la obtención de alcohol etílico, donde se seleccionaron tres casos de estudio que revisten importancia dentro de las actividades de la empresa. El estudio de los casos se basaron en el análisis de aspectos económicos, ambientales y operacionales, a través de metodologías que involucran el conocimiento de los procesos productivos, los principales indicadores que permiten controlarlos y que se relacionan directamente con los costos del producto o servicios; también involucran los aspectos e impactos ambientales que estos generan, estos conocimientos permiten el diagnóstico de casos de estudio que van hacer analizados individualmente, con el fin de que bajo un esquema de plan de monitoreo sean controlados y mejorados; posteriormente se realiza la evaluación económica para determinar su viabilidad y sus beneficios operativos, ambientales y sobre todo económicos.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCES TÉCNICOS

1.1 Antecedentes

El presente trabajo se refiere al estudio de aplicaciones de estrategias de Producción Limpia en una Industria local procesadora de caña de azúcar Emboriental Cía. Ltda.

Este estudio se realizó con el respaldo de la dirección de la empresa, cuyo apoyo incluye al Director General y a su personal, profesional y técnico, los cuales conocen la importancia ambiental y económica que tienen los sistemas de producción integrado que promueven el uso

racional y creativo de residuos generados por las industrias para obtener su mejor aprovechamiento,

Para producir impacto ambiental positivo (reducción de la contaminación ambiental), se deberá utilizar los residuos como materias primas intervinientes en otros procesos o como fuentes alternas de energía como es el caso de la utilización del bagazo generado a partir de la caña de azúcar o reutilizando los efluentes producidos durante los procesos, los mismos que pueden ser reciclados como agua de riego para sus propios cultivos de caña, o mediante su tratamiento previo, convirtiéndolos en efluentes que pueden ser reutilizables durante los procesos.

Los directivos de la empresa ya conocen la importancia de producir impactos ambientales positivos, mediante la aplicación de normas ISO 14.000, así como la importancia de obtener la certificación sello verde, que certifica procesos de producción o cultivos orgánicos y es aquí donde se introduce la metodología que aplica producción limpia, que permitirá la prevención y minimización de la contaminación ambiental que generan las instalaciones industriales, cuyo enfoque además de permitir enfrentar problemas de deterioro ambiental, genera ventajas competitivas como:

- Reducir los costos de producción al optimizar equipos y procesos, reducir el volumen de materia prima no transformada, provocando la disminución del precio de venta y generando mayores utilidades.
- Facilitar el cumplimiento de la normativa ambiental local e internacional lo que conlleva acceso a los grandes bloques comerciales internacionales.
- Promover un ambiente laboral sano y seguro permitiendo mayor motivación hacia la productividad, y mejorando la imagen pública de la industria ante la sociedad. A continuación se escribe en forma resumida las actividades de la empresa EMBORIENTAL.

EMBORIENTAL, Cía. Ltda. Es una pequeña industria alimenticia, ubicada en el Km. 28.5 vía Durán Tambo, cuyas actividades iniciaron en Enero del 2002. Esta empresa está dedicada a la destilación de alcohol, manufactura de licores, y próximamente a la elaboración de panelas cuya línea de procesos está casi instalada. Produce también sus propios cultivos de caña de azúcar.

Actualmente su mercado de ventas es local, con perspectivas de comercialización internacional. La descripción general del proceso de producción de alcohol potable a partir de la caña de azúcar (motivo de nuestro estudio), básicamente empieza con la recepción de la caña,

seguido por etapas de troceado de la caña, lavado, molienda y diluciones del jugo obtenido, su tamizado, fermentación, destilación y almacenamiento del mismo.

Esta descripción nos lleva a determinar las implicaciones que permiten poner en marcha un proceso de elaboración del alcohol potable, como es el caso de las entradas del proceso es decir del uso de materias primas e insumos como: la caña de azúcar, la urea, los fosfatos, las levaduras etc., el agua, la energía eléctrica, el vapor de agua, los combustibles (diesel, bunker, etc.). Así como la generación de salidas ó residuos propios del proceso (bagazo, cenizas, lodos), efluentes como vinazas, flegmazas (mosto o jugo fermentado residual de la etapa de destilación, que ha sido agotado su grado alcohólico), aguas de condensación, enfriamiento, y dióxido de carbono, etc.

El análisis del flujograma general y cuantitativo implicados en este proceso, en parte nos permite identificar las estrategias de aplicación de producción limpia cuya selección de casos se describen a continuación.

1.2 Justificación

Mediante planillas auxiliares de análisis para la selección de los estudios de casos, como parte de la metodología empleada en la aplicación de Producción mas Limpia (anexo 3), se realizó un análisis y diagnóstico de los posibles casos aplicables de P+L, encontrándose 3 casos viables y prioritarios para resolverlos. . Estos tipos de casos se identifican en función del tipo de estrategia aplicada ya sea para, la Minimización, Re-uso, Reciclado y Reproceso de Sustancias y Residuos (subproductos, desechos, efluentes y emisiones).

Específicamente se va a realizar el reciclaje interno del bagazo que se genera diariamente durante el procesamiento de la caña y cuya acumulación ocupa espacio y terreno que puede ser dedicado a otras actividades productivas. Este argumento explica la selección de dos casos de estudios:

Caso de estudio 1. El primer caso de estudio es el uso del bagazo como fuente generadora de energía, cuya combustión en las calderas produce vapor de agua, permitiendo el ahorro en la compra de combustible.

Caso de estudio 2. El segundo caso de estudio es el uso del bagazo para la elaboración de abono orgánico (compost), evitando compra de agroquímicos.

Caso de estudio 3. El tercer caso está relacionado con el ahorro de energía eléctrica, cuyo objetivo es alcanzar una máxima eficiencia del sistema eléctrico involucrado en el proceso de producción, evitando multas en la facturación de consumo energético eléctrico causado por trabajar con bajos factores de potencia (FP).

Siendo el FP, un indicador de cuanto la energía eléctrica es transformada en otras formas de energía, entonces éste determina el grado de eficiencia en el uso de sistemas eléctricos.

Lo que nos permite establecer el tercer caso de estudio que es la corrección del Factor de Potencia (FP) en Instalaciones Eléctricas.

Todo lo mencionado, implicará un aumento en los costos de producción, encarecimiento del producto, disminución de las utilidades y aumento de la contaminación ambiental; al realizar los estudios técnicos y económicos que determinan la aplicación de estrategias de P+L en los casos seleccionados, se va a contribuir a la reducción de los costos de

producción, se generará impacto ambiental positivo al reciclar el bagazo, así como el uso racional de la energía eléctrica.

1.3 Objetivos

Los objetivos generales de este trabajo se describen siguiendo la guía de la aplicación de producción mas limpia del manual 4.

- Conocer la Metodología de Aplicación de Estrategias de Producción Limpia, P+L, cuyo fin es el diagnóstico y evaluación de los posibles casos ó problemas de estudio.
- Seleccionar 3 casos de estudios, susceptibles de aplicación de estrategias de P+L.
- Desarrollar los estudios de casos seleccionados, los cuales tienen los siguientes objetivos.

1.3.1 Objetivos del caso 1

Objetivo General: Reciclaje interno del bagazo, utilizándolo como fuente generadora de energía (vapor de agua).

Objetivos Específicos

- Evitar acumulación del bagazo generado diariamente, durante el periodo de zafra.
- Utilización del 40 % del bagazo generado diariamente durante el procesamiento de la caña de azúcar.
- Evitar consumo de combustible y disminuir costos de proceso.

1.3.2 Objetivos del caso 2

Objetivo General: Reciclaje externo del bagazo, utilizándolo como materia prima para la elaboración de abono orgánico, y destinado como fertilizante de 25 hectáreas de cultivo de caña de azúcar.

Objetivos Específicos:

- Utilización del 60 % del bagazo generado diariamente durante el proceso de elaboración de alcohol, para evitar su acumulación improductiva.
- Elaboración de fertilizante orgánico (compost), destinado para la fertilización de 25 hectáreas de cultivo de caña de azúcar, así como para su comercialización.

- Evitar compra y uso de agroquímicos, que degradan las condiciones físicas y químicas del suelo de cultivo de caña de azúcar.
- Optimización en el uso de aceleradores orgánicos de bajo costo, durante el proceso de elaboración de compost.

1.3.3 Objetivos del Caso 3

Objetivo General: Aumento de la eficiencia de los sistemas eléctricos, utilizados durante el procesamiento de caña de azúcar para la elaboración de etanol.

Objetivos Específicos

- Aumentar Factor de Potencia (FP) de 0.79 a 0.95, con el fin de aumentar eficiencia en sistemas eléctricos.
- Eliminar multa el 10%, por trabajar con bajo FP, lo que implica directamente la disminución del costo del KW-H y a su vez disminuye el costo del proceso.
- Disminuir pérdidas de energía eléctricas generadas durante el proceso de producción.

1.4 Alcances técnicos

Los alcances técnicos están relacionados directamente con los indicadores de los procesos antes y después de la aplicación de Producción Limpia, remitiéndose a los estudios de los casos y considerando el análisis cuantitativo del proceso involucrado en la elaboración del alcohol a partir del procesamiento de caña de azúcar. Se pueden resumir los alcances técnicos, que pretende este estudio de la siguiente manera:

- Determinación general de las posibles oportunidades de aplicar estrategias de P+L.
- Realizar estudios técnicos y económicos con la finalidad de establecer las ventajas del reciclaje interno y externo del bagazo.
- Determinar la ventaja económica que permite la corrección del Factor de Potencia, de los sistemas eléctricos.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Está basada en las siguientes etapas principales que conforman un programa de prevención de la contaminación ambiental, las cuales se resumen a continuación.

2.1 Respaldo real y participativo de la dirección de la empresa

El apoyo e involucramiento del personal, se refiere básicamente al dueño de EMBORIENTAL, Ing. Telmo Paredes, a los ingenieros y jefes de los diferentes departamentos, al personal administrativo y al resto de la organización, que participaron en la formación del eco-equipo.

2.2 Formación del eco-equipo

Integrado por el siguiente personal, como se expone en el cuadro 1.

TABLA # 1
FORMACIÓN DEL ECO-EQUIPO

Nombre	Sección	Cargo	Formación
Ing. Telmo Paredes	-----	Gerente General	Ingeniero Mecánico
Q.F. William Verneuville	Producción	Gerente de Producción	Químico Farmacéutico
Ing. Mónica Béhar	-----	Asesora	Química Farmacéutica e Ing. de Alimentos
Ing. Vicuña	Producción y Conexiones Eléctricas	Jefe de Producción	Ingeniero Eléctrico
Ing. Orlando Paredes	Agricultura/Cultivos de caña de azúcar	Asistente Agrícola	Ingeniero Agrónomo
Ing. Enrique Anchundia	Cultivos de caña de azúcar	Asistente Agrícola	Ingeniero Agrónomo

2.3 Recopilación de datos de la empresa

Datos obtenidos en función de la ubicación de la Industria, según zonificación municipal, situación del predio, dimensiones de las áreas que conforman la industria, distancias con respecto a otras industrias, residencias, hospitales, comercio, depósitos de combustibles u otros

productos peligrosos, etc. Como lo muestra la siguiente tabla, la misma permite un análisis general de la magnitud del impacto ambiental que se pueda generar.

TABLA # 2
DATOS DE LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA

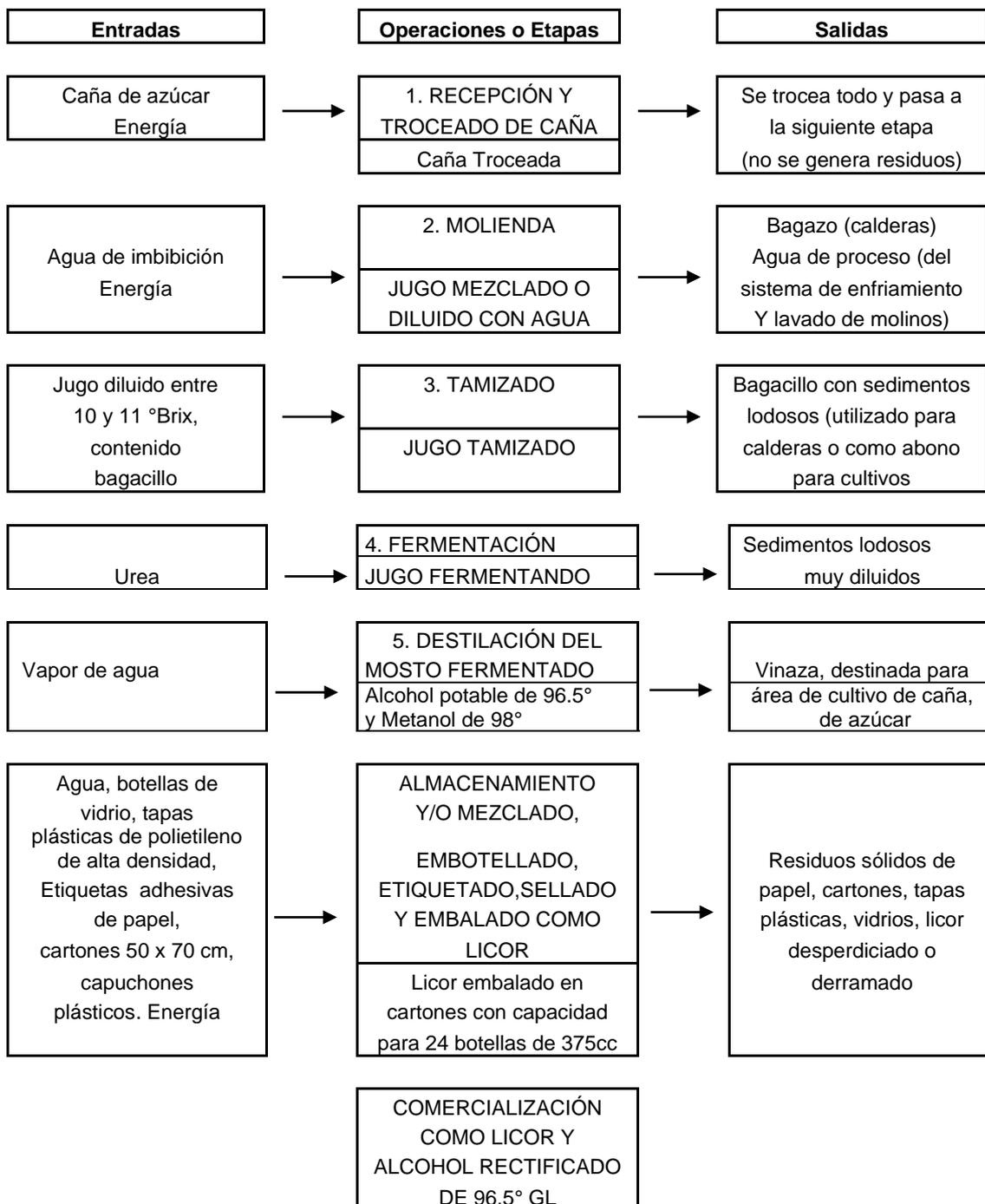
Situación de la Industria	Clase
Ubicación en función de zonificación Municipal	Zona de transición (entre zona residencial e industrial)
Situación del Predio y su edificación	Propios
Dimensiones del área de procesos productivos	100 metros cuadrados
Área de bodegas	60 metros cuadrados
Área total de equipos fuertes y tanques combustibles	70 metros cuadrados
Área destinada al sistema de tratamiento de efluentes y otros desechos	25 Hectáreas
Área cultivos de caña	110 hectáreas
Área total del predio	6.100 metros cuadrado
Vecindad con respecto a otras industrias	A 150 metros, se ubica, industria procesadora de café soluble.
Distancia con depósitos de combustibles u otros productos peligrosos	En boliche, a 1.5 km. se ubica una gasolinera
Huertos u otras propiedades de producción agrícola	Alrededor de la Industria hay cultivos de caña, 250 metros aproximadamente.

2.4 Información del proceso de elaboración de etanol

Mediante la elaboración del flujograma del principal proceso, que detalla sus etapas, con sus respectivos entradas y salidas, e indicando los productos semi-acabados que se genera en cada etapa, se expone el flujograma relacionado con el procesamiento de la caña de azúcar.

2.4.1 Flujoograma de bloques

ELABORACIÓN DE ETANOL A PARTIR DE LA CAÑA DE AZÚCAR



2.4.2 Diagrama de las etapas de fermentación y destilación del jugo de Caña de azúcar.

Nos permite establecer una idea general de la etapa de fermentación y destilación para la obtención de alcohol etílico, durante la fermentación el jugo de caña se pone en contacto con la levadura responsable de su fermentación, como resultado se obtiene un mosto fermentado con grado alcohólico entre el 6 y 7 %, mosto que se dirige al proceso de destilación pasando por varias etapas, dadas por las siguientes columnas:

Columna de agotamiento de platos perforados, ingresa el mosto por la parte superior, se produce su destilado, obteniéndose por la parte superior de dicha columna alcohol de 70 a 80 °GL, y por la parte inferior la vinaza con alto contenido contaminante de materia orgánica y nutrientes, por lo que se la diluye con agua para posteriormente ser vertida en los sembríos de caña.

Columna hidro-selectora, aquí ingresa el alcohol de la columna anterior junto con agua caliente (70 °C), el alcohol se solubiliza en el agua, baja por la columna despidiendo y separando por ebullición impurezas livianas, aldehídos, esteroides, etc., y por la parte inferior de la columna sale el alcohol diluido, que ingresa a la

Columna de rectificación, aquí el alcohol adquiere grado alcohólico de 96 °GL, separando fracciones como alcohol propílico, butílico, amílico e impurezas como la flegmaza y finalmente el alcohol entra a la **columna desmetilizadora** la cual posee un intercambiador de calor que permite expulsar por la parte superior el metanol que hierve a 65 °C., obteniéndose etanol de alrededor 96,5 °GL por la parte inferior de dicha columna, (diagrama se expone en el anexo 1).

2.4.3 Análisis cuantitativo del proceso de obtención de etanol a partir del jugo de caña de azúcar.

La siguiente descripción se refiere al procesamiento diario de la caña de azúcar para obtener su jugo fermentado, cuyo grado alcohólico puede ser destilado para producir alcohol etílico como producto principal. A continuación se detalla el procesamiento:

El proceso empieza con la recepción de la caña, alrededor de 57 toneladas diarias, las cuales pasan por la etapa de troceado, proceso que requiere de energía para hacer funcionar la troceadora.

Una vez cortada la caña en fragmentos pequeños, estos pasan a la etapa de molienda cuyo objetivo es extraer su jugo. En esta etapa se requiere agua que facilita la extracción de la sacarosa contenida en el jugo, obteniéndose jugo diluido de 11°Brix, y residuos sólidos como el bagazo cuyas cantidades se generan alrededor de 17 toneladas diarias, las mismas que se exponen en el flujograma de balance de materia (anexo 2)

El jugo diluido obtenido, 65.000 litros aproximadamente, es dirigido para la etapa de tamizado cuyo objetivo es separarlo del bagacillo y el lodo. Generalmente dicho residuo está entre 600 a 1000 kilos para el volumen de jugo diluido.

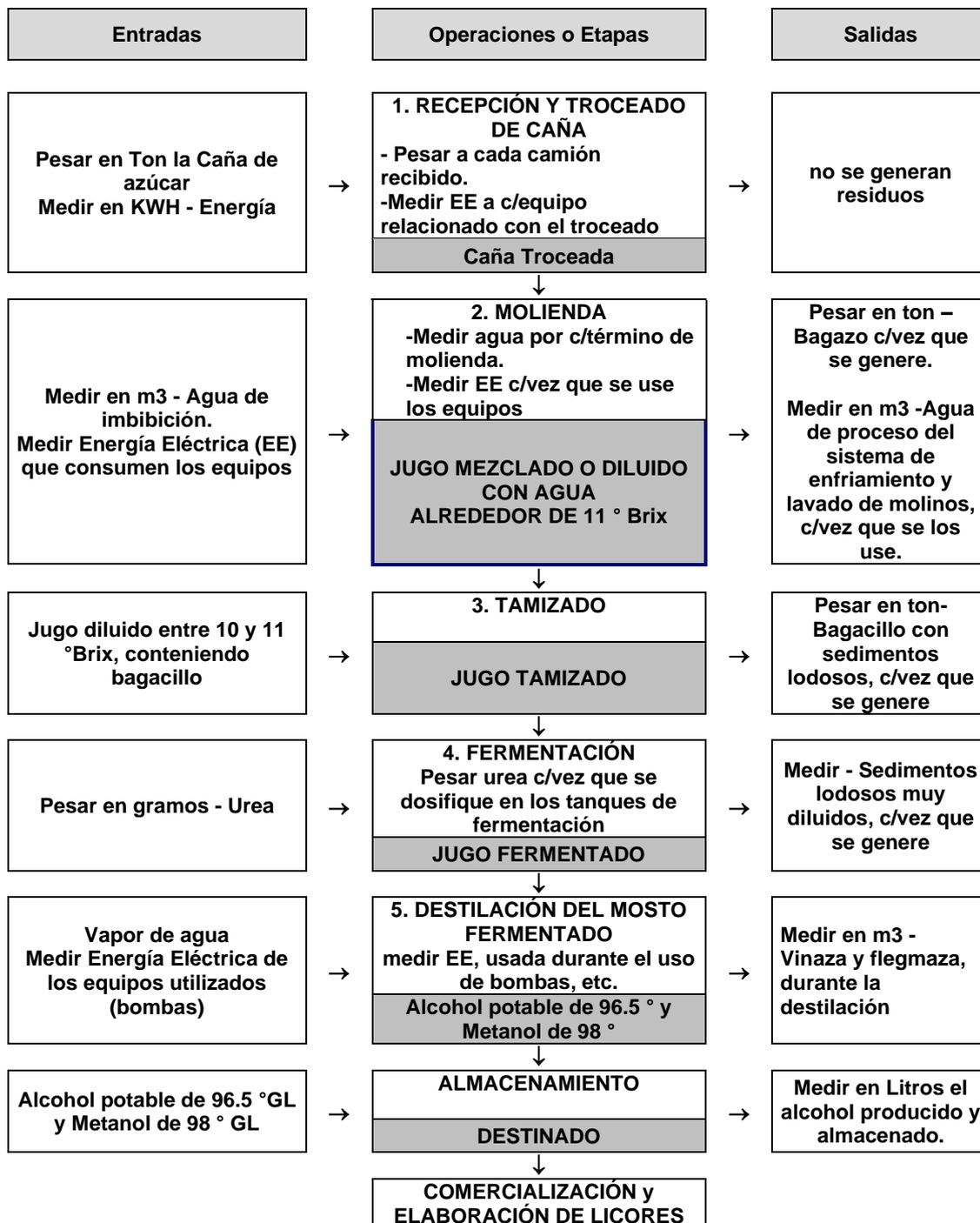
Este jugo tamizado es colocado en tanques de fermentación en cuyo seno se añade urea y levaduras, mediante condiciones específicas de concentraciones, ph y temperatura se realiza la etapa de fermentación para convertirlo en mosto fermentado cuyo grado alcohólico es alrededor de 6 a 7° GL (Gay Lussac) el cual está apto para pasar a la siguiente etapa del proceso, que es la destilación.

El mosto fermentado es destilado, obteniéndose una serie de fracciones del destilado que van desde vinazas, producto de la primera torre de destilación seguidas de flegmazas, agua de condensadores, alcoholes pesados y finalmente el alcohol etílico rectificado, que permite su separación del metanol. Durante este proceso existe consumo de energía eléctrica y agua como se detalla en el anexo 2. Flujograma del balance de materias.

2.5 Indicadores y plan de monitoreo

Realizando mediciones de las entradas involucradas en el proceso de obtención de etanol, se construye las planillas que expone los principales indicadores de eficiencia productiva y ambientales, los cuales señalan directamente las oportunidades de aplicación de P+L, al ser comparados con el mismo tipo de indicadores óptimos, alcanzados por otras industrias dedicadas a la obtención de alcohol etílico, industrias que pueden ser locales o extranjeras (anexo 3 y 5). La ficha del plan de monitoreo de los indicadores se expone en el anexo 6.

FLUJOGRAMA.- PRINCIPALES PUNTOS DE MONITOREO MACRO, DURANTE LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE LA CAÑA DE AZÚCAR



2.6 Elaboración de la ficha de los principales indicadores.

La ficha de los principales indicadores (anexo 7), está desarrollada exponiendo datos concernientes a los nombres de principales indicadores intervinientes en el proceso, descripción de los mismos en función de los parámetros involucrados, con sus respectivas áreas de monitoreo. Establece también, los recursos necesarios que permiten determinar los indicadores reales medioambientales y de rendimiento de la industria, así como los factores de conversión que permiten indicar las unidades con que se definen cada indicador, establece la frecuencia, período y duración de los parámetros que deberían ser monitoreados, permitiendo recolectar los datos a ser evaluados, y determina al personal responsable del manejo y registro de los monitoreos.

2.7 Recopilación de datos cuantitativos y económicos del proceso

Información que está en función de los principales productos que proporciona la industria, así como los relacionados con los subproductos, residuos, efluentes, emisiones y materias primas generados y consumidos respectivamente por la industria alcoholera. Información resumida que se expone a continuación en fichas técnicas.

TABLA # 3
PRODUCTOS PRINCIPALES QUE GENERA LA INDUSTRIA

No.	Principales Productos / Servicios	cantidad mensual	Unidad*
1	Alcohol etílico proveniente de la melaza	40.950	Litros
2	Alcohol etílico proveniente de la caña de azúcar	57.924	Litros
3	Alcohol metílico proveniente de la melaza	4.086	Litros
4	Alcohol metílico proveniente de la caña de azúcar	5.796	Litros

2.8 Identificación de oportunidades de aplicación de estrategias de producción mas limpia.

Mediante una clasificación de residuos de acuerdo a su origen y expuestos en forma resumida en planillas (anexo 3), se hace un análisis de las posibles alternativas de eliminación, reducción o tratamiento de los mismos. Posteriormente se hace una evaluación de las posibles alternativas de mejoramiento, las áreas de la empresa en dónde se aplicarían. Y finalmente se seleccionan los estudios de casos inmediatos o prioritarios que la industria deberá resolver.

2.9 Evaluación de identificación de oportunidades de aplicación de estrategias de producción mas limpia.

Mediante la identificación de oportunidades de prevención de la contaminación del medio ambiente, que implica el análisis de las planillas auxiliares para la selección de estudios de casos dependiendo de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones generados por la industria, y en conjunto con las alternativas identificadas para su minimización, en función de las estrategias de la aplicación ya sean como estrategias de: Buenas prácticas operacionales, cambios e innovaciones tecnológicas, tratamiento, re- uso y reciclaje. Se han resumido estas oportunidades de aplicación de estrategias de P+L en el anexo 3 y 4.

CAPITULO 3

3.CASOS SELECCIONADOS

A partir de la elaboración de las planillas de las alternativas o estrategias de aplicación de P+L, así como del análisis de las oportunidades o problemas diagnosticados anteriormente, se dispone de los elementos que permiten elegir los posibles estudios de casos a ser implementados y evaluados.

Los estudios de casos seleccionados están en función de la aplicación del reciclaje interno y externo del bagazo que se genera durante el proceso, por ser considerados prioritarios según la directiva de la industria, que requiere evitar su acumulación improductiva, considerando también la viabilidad técnica y económica.

Otro de los casos elegidos se relaciona con el mejoramiento de la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas con el propósito de evitar multas por operar con bajo factor de potencia. Sin embargo según la evaluación realizada en la industria existen oportunidades de P+L, que son de interés para la empresa las cuales quedarán pendientes para realizar su respectivo estudio e implementación, siguiendo el plan de mejoramiento continuo de la misma. A continuación se resumen los casos seleccionados.

TABLA # 4
CASOS DE ESTUDIO

Estudio de caso	Nombre del estudio	Motivo de elección
1	Corrección factor de potencia	Eliminar multa de planillas eléctricas y disminuir el costo total del consumo, disminuyendo pérdidas energéticas
2	Utilización de bagazo como fuente energética	Utilización del residuo sólido de la caña. Disminución de combustible para generar vapor.
3	Utilización del bagazo como abono orgánico	Obtener certificación de producción orgánica de panela y alcohol potable. Eliminación del uso de insumos químicos en la fertilización de la caña

3.1 Caso de estudio No. 1: Corrección del Factor de Potencia (FP).

Descripción del Estudio de Caso No. 1: Se iniciará la descripción del presente estudio, resumiendo aspectos como:

- Concepto de Factor de Potencia;
- Ventajas técnicas y económicas que se obtendrán una vez que se implemente la solución para corregir el FP.
- El procedimiento que nos permite establecer el análisis y evaluación económica, en función de los indicadores que se deberán evaluar antes y después de la corrección del FP.

3.1.1 Concepto del Factor Potencia:

Número que indica cuánto de energía eléctrica es transformada en otras formas de energía. Muestra el grado de eficiencia del uso de los sistemas eléctricos (100%), el FP indica además cuánto de la potencia total suministrada (KVA) es utilizada como potencia activa KW . Sistemas eléctricos que operan con bajo FP, inferior a 0.92, la concesionaria que da la energía eléctrica aplica una multa estimada en el 10% del costo total de planillas de consumo eléctrico.

3.1.2 Ventajas de la corrección de Factor de Potencia

Las ventajas de la corrección de Factor de Potencia son las siguientes:

- La corrección del Factor de Potencia a los niveles normales, mínimo del 92% que maneja la Empresa Eléctrica del Ecuador, permitirá evitar las multas que se registran en las planillas eléctricas.
- Liberación de capacidad eléctrica en el Sistema de Distribución de Energía.
- Elevación del nivel de tensión, ocasionando aumento de eficiencia en el sistema eléctrico.
- Reducción en las pérdidas de energía.
- La corrección del Factor de Potencia nos permitirá ahorrar \$975 dólares por semestre, por multas y pérdidas energéticas.

3.1.3 Objetivos

- Corregir el Factor de Potencia actual de 0.79 a 0.95, con el cual funciona el sistema eléctrico de la empresa, mediante la adquisición e implementación de un Banco de Capacitores.
- Eliminar multas del 10% en las planillas de consumo eléctrico.

- Disminuir el costo total por concepto de consumo de energía eléctrica por producción diaria.
- Disminuir las pérdidas energéticas estimadas en un 5%.

3.1.4 Procedimiento del Estudio

Básicamente se ha seguido cierta secuencia que permite identificar los principales indicadores que hay que controlar en este caso y en cuya dependencia permite realizar el análisis económico del futuro cambio o la implementación de la solución. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Determinar el consumo total de energía eléctrica por producto, mediante el balance energético, realizado según el flujograma general del proceso (anexo 2), donde se establece el consumo de energía eléctrica total por los motores y bombas que intervienen durante el proceso diario.
- Desarrollar la planilla de administración de energía . Se realizará el análisis de las planillas de consumo eléctrico concernientes al periodo de zafra (6 meses). Se obtiene datos promedios de: FP (0.79), precio del KW-h \$0.13/KW-h) y el rubro de multa sobre los costos totales de consumo de energía eléctrica.

- Se elabora una planilla del plan de Monitoreo (anexo 8), planilla que determina la frecuencia, periodo de los parámetros que se requiere monitorear, así como los equipos y personal involucrado. Esto permite determinar el % promedio de pérdidas energéticas ya estimado (alrededor del 5%).
- Se identifican los principales indicadores que deberán ser calculados en base al análisis de la planilla de administración de energía que evalúa los parámetros relacionados con eficiencia en consumo energético y rubros señalados en las planillas de pago de consumo de energía eléctrica generadas por la misma planta (anexo 9). También se ha considerado el consumo total diario de energía eléctrica por proceso, como lo demuestra el análisis cuantitativo del flujograma relacionado.
- Mediante los cuatro pasos anteriores se puede realizar el análisis económico que establece las ventajas económicas también, una vez que se decida realizar la implementación de la solución, que en este caso es la adquisición e instalación de un Banco de Capacitores en el sistema eléctrico.

3.1.5 Determinación de la Solución

Según el estudio eléctrico realizado por los técnicos de la empresa se determina que el Banco de Capacitores debe tener las siguientes especificaciones:

- Capacidad del Banco 80 Kvar automático
- Tensión: 220 V

La capacidad del Banco de Capacitores está calculada a partir de las demandas energéticas requeridas para el proceso, que incluyen etapas de molienda y destilería (incluido funcionamiento de caldera). La demanda energética del proceso es de alrededor de 53 Kvar; sin embargo, hay que considerar la demanda energética de soldadoras, taller mecánico, iluminación, etc. Se considera también que los motores funcionan entre 80 y 100% de carga, proyectando crecimiento futuro de las diferentes áreas. Por lo tanto, se concluye que se requiere alrededor de 80 Kvar para el Banco de Capacitores.

3.1.6 Cálculos de los beneficios económicos y resumen de la evaluación económica

Los beneficios económicos se calculan en función del indicador ambiental de energía eléctrica por proceso, generado diariamente, según el flujograma de balance de materia (1081.72 kw-h) así como en función del costo medio de KW-h (\$0.13), antes de la implementación del Banco de Capacitores.

Este mismo análisis se realiza omitiendo las multas en el valor de KW-h, obtenidos en las planillas de administración energética, como ya se mencionó, y disminuyendo el 5% de pérdidas energéticas al 1%, así como reduciendo el 10% por concepto de multas sobre el costo total del consumo de energía eléctrica, Esto se explica mejor en el resumen de la evaluación económica antes y después de la implementación de P + L.

Posterior a esto, se obtiene el análisis económico calculado para un semestre de producción anual, considerando 26 días de trabajo por mes , así como el costo de consumo total de energía por producción diaria antes de P + L por \$154.01 y después de P + L por \$1.030.21; es decir, omitiendo multas y sin pérdidas energéticas que se traducen en un ahorro monetario del 33% aproximadamente,

como se detalla en el resumen de evaluación económica antes y después de la implementación de P + L. (anexo 10).

3.2 Caso de estudio No. 2: Utilización del bagazo como abono Orgánico.

3.2.1 Descripción del caso de estudio No. 2

Durante los procesos de elaboración de alcohol y panela, en la etapa de molienda de la caña de de azúcar se generan residuos sólidos como el bagazo (alrededor de un 30% de caña procesada), lo que implica tener un espacio disponible para el almacenamiento del mismo. Generalmente este espacio destinado al almacenamiento en la empresa es parte del terreno utilizado para el cultivo de caña, el cual está sobrepasando los linderos establecidos para dicho confinamiento, lo que conduce a una alternativa de reciclaje externo del bagazo como materia prima para la elaboración de abono orgánico o compost, que permitirá no solamente evitar el uso de agroquímicos en los cultivos de caña, si no también se propone la comercialización de un nuevo producto, compost orgánico, el cual tiene buena acogida con los cañi-cultores.

3.2.2 Concepto de abono orgánico (compost)

Es el producto de un proceso de descomposición o degradación aeróbica termofílica de los materiales de desechos orgánicos, por la acción de una población mixta de microorganismos como bacterias y hongos actinomicetos en un ambiente cálido, húmedo y aireado, que permiten la obtención de humus en aproximadamente seis o siete semanas.

Los desechos se amontonan y se mezclan juntos en una pila, de manera que el calor generado en el proceso pueda ser conservado. Como resultado, sube la temperatura de la pila, acelerando por tanto el proceso básico de degradación natural que normalmente ocurre con lentitud en desechos orgánicos que caen sobre la superficie del suelo.

3.2.3 Ventajas de uso

La producción de abono orgánico tiene muchas propiedades biológicas, como por ejemplo, aumenta la actividad de microorganismos en suelos, mejora propiedades físicas: aireación, permeabilidad, retención de nutrientes de suelos que impide que

el agua se lleve el potasio, nitrógeno, entre otros nutrientes. A continuación se mencionan sus ventajas principales.

- Promueve la agricultura ecológica y sustentable, ya que ofrece el medio ideal para procesar una amplia gama de desechos orgánicos para formar humus, que es la forma más estable de la materia orgánica del suelo y la más adecuada para su incorporación al mismo, mejorando la estructura, resistencia a la erosión y contenido de humedad.
- Minimiza la expansión de organismos causantes de enfermedades que se encuentran en los desechos orgánicos, debido a que durante su proceso de obtención se asegura la destrucción masiva de agentes patógenos.
- Se crea oportunidades de empleo.
- Aumenta la productividad de los cultivos, por ser un material que ayuda a mejorar la fertilidad, aporta nutrimentos minerales y tiene propiedades idóneas para el mejoramiento físico y microbiano de los suelos agrícolas.
- Es una alternativa de bajo costo. Utilizado como sustrato en invernaderos y viveros comerciales.

3.2.4 Proceso de elaboración

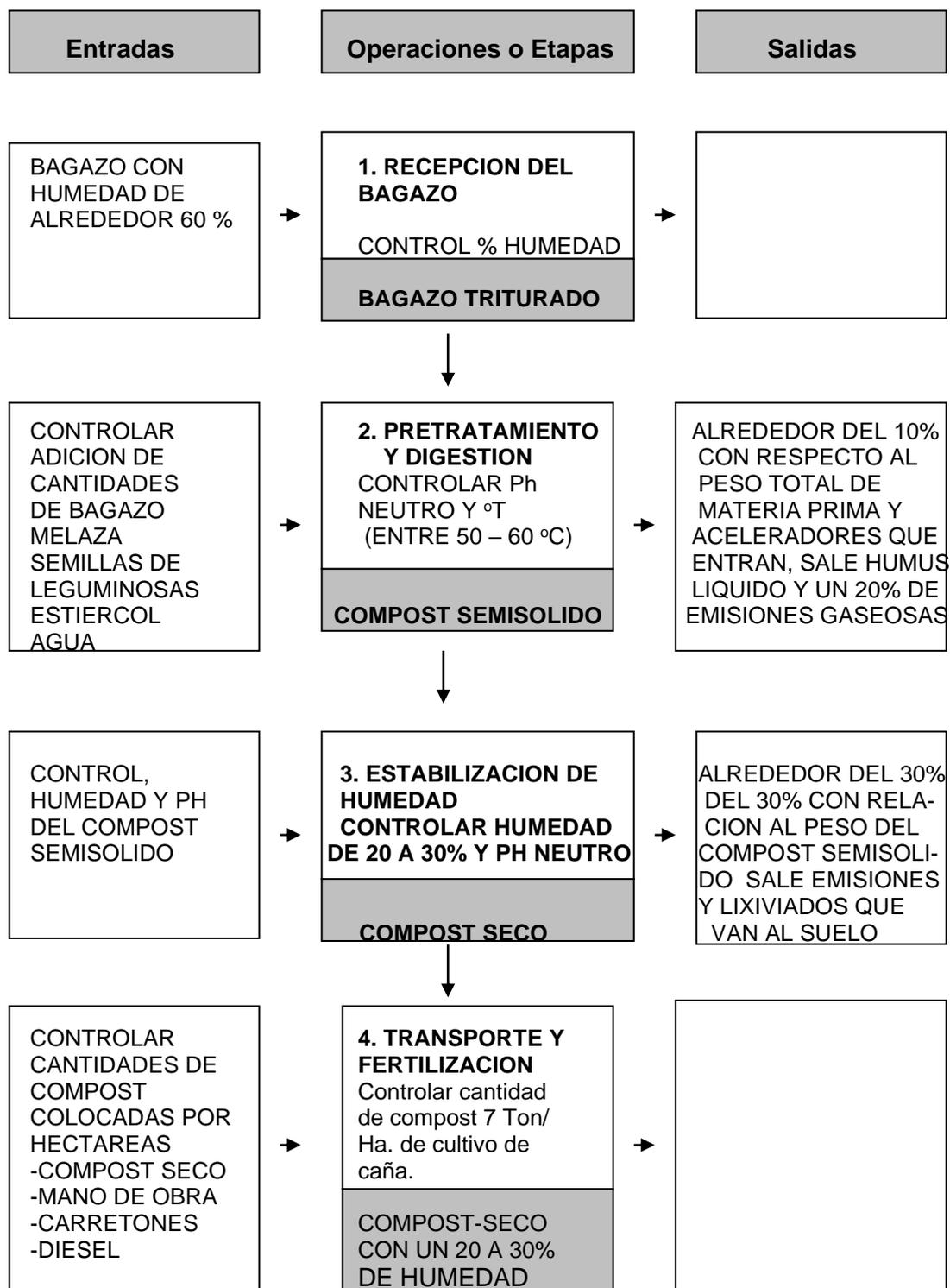
El proceso involucrado básicamente consiste en la recepción de un bagazo en un área despejada que implica facilidad de aireación. En dicha área se da un pre-tratamiento (digestión) que consiste en la aplicación de aceleradores de descomposición del bagazo (semilla de fréjol, melaza, estiércol de vaca, etc.), con volteos periódicos de 2 a 3 veces en las dos primeras semanas. Al final de la tercera semana con un volteo, hasta cumplir el ciclo (35-45 días) para mantenerlo aireado.

Una vez que se ha cumplido con el proceso de digestión de la materia orgánica, aproximadamente entre 25 a 35 días, se pasa a una fase de estabilización donde se regula la humedad. Para esto, extendemos una masa descompuesta en capas de 20 cm de espesor y con rodillo se voltea con el objeto de regular la humedad (hasta el 30%). Posteriormente se realiza una etapa de selección donde se recoge el mejor material para ser aplicado al campo. Durante este proceso de "compostaje", que incluye aireación, digestión (aplicación de aceleradores de descomposición) y estabilización de la humedad, se necesitan monitoreos periódicos durante los 35 a 45 días que dura todo el proceso.

3.2.5 Elaboración del plan de monitoreo del proceso

Por medio del flujograma del balance de materiales del proceso de elaboración de compost, se define el Flujograma concerniente al plan de monitoreo del proceso, donde se van a determinar en forma general los parámetros del control de cada etapa que se deberán controlar durante la elaboración de compost, es decir humedad del bagazo, temperatura y pH de la mezcla, aceleradores de la digestión, etc., como a continuación se expone:

FLUJOGRAMA DE LABORACION DE COMPOST Y SUS PRINCIPALES MONITOREOS



3.2.6 Descripción del plan de monitoreo

Mediante la elaboración de una ficha de plan de monitoreo donde se señala la metodología de evaluaciones que se deberá seguir para realizar el monitoreo determinando su frecuencia y periodos de control de los parámetros de humedad, temperatura, pH de la mezcla producida en el proceso, las cantidades de aceleradores del proceso, las operaciones del personal involucrado, etc.: es decir, se define las condiciones del proceso más los recursos humanos y materiales que se requieren durante el periodo de duración de elaboración de compost hasta cuando se selecciona cantidades del mismo que van hacer utilizados sobre las hectáreas cultivadas de caña, para evitar el consumo de fertilizantes orgánicas hasta su cosecha (anexo 11)

3.2.7 Identificación de los principales Indicadores

La identificación de los principales indicadores ambientales que se deberán controlar durante la elaboración de compost, se han determinado básicamente mediante el análisis del flujograma cuantitativo del proceso, de su plan de monitoreo y de la descripción del mismo, lo que permite resumirlos en el siguiente cuadro:

TABLA # 5
PRINCIPALES INDICADORES DURANTE ELABORACIÓN DE
COMPOST

NOMBRE DEL INDICADOR AMBIENTAL	ANTES DEL PROGRAMA		EXPECTATIVA PARA DESPUES DE IMPLEMENTAR EL PROGRAMA	
	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
Consumo de materia prima por producto	*1.46 Ton bagazo/ Ton compost	Tn/Tn		kg/kg
Consumo de agua por producto	1 M3 agua/ Ton Compost	M3/t		m3/t
*Consumo de energía por producto	(no se requiere)	Kw/t		Kw/t
*Consumo de materiales auxiliares por producto	*7.30 Gln melaza/ Ton compost	Gln/tn		kg/kg
	*7.30 Kg Semillas oleaginosas Por Ton compost	Kg/Tn		
	*531.19 Kg estiércol Por Ton compost	Kg/Tn		
*Costos de proceso por producto (incluye mano de obra).	*9.27	\$/Tn Compost		kg/t
*Cantidad de nutrientes (NPK) por producto	*5-8% Gr NPK 100 gr. Compost			
Otros parámetros que se consideren durante la elaboración y que no han sido determinados	*Indicadores y cantidades ideales que deben ser monitoreadas en caso de reajustes			

3.2.8 Ficha de los principales indicadores

Para realizar el seguimiento de los controles y monitoreos que se deben realizar durante la elaboración de compost se define la ficha de indicadores ambientales exponiendo los nombres de los principales indicadores, los parámetros involucrados, la clasificación y desarrollo de la base de datos, recursos necesarios entre otra información necesaria para el correcto control del mismo, como se expone en el anexo 12.

3.2.9 Resumen de evaluación económica

Expone el costo del proceso de conversión del bagazo a abono orgánico, así como permite comparar los costos de fertilización de 25 hectáreas de cultivo de caña, con abono químico y orgánico, demostrando su ventaja económica, anexo 13.

3.3 Caso de estudio No. 3: Utilización del bagazo como fuente generadora de energía.

3.3.1 Descripción del Estudio de caso N°3:

Durante el proceso de caña de azúcar para la elaboración de alcohol se genera bagazo como residuo sólido, del cual una parte

será dirigida para utilizarlo en la caldera como fuente energética que permitirá hacer funcionar la sección molienda del proceso, significando esto ahorro en el consumo de bunker utilizado como combustible durante el proceso; actualmente en la industria EMBORIENTAL no se está utilizando bagazo como fuente energética, porque su contenido de humedad es superior al 50% lo que imposibilitaba quemarlo en la caldera. Como consecuencia se ha preferido almacenarlo en un espacio destinado para el cultivo de caña, sin embargo considerando que dicho residuo tiene un alto contenido de humedad y % de azúcares se lo está utilizando como materia prima para la elaboración de abono orgánico espontáneo.

El re-uso interno de este residuo sólido, es posible por la adición de un cuarto molino que fue colocado en la línea de molienda, lo que permite extraer más jugo de la caña, disminuyendo el % de humedad y concentración de azúcares en el bagazo destinado en este caso a ser quemado en las calderas. En este trabajo se referirá al beneficio económico que significa el reciclaje interno del bagazo como fuente energético, evitando gastos de combustibles, por lo tanto disminuyendo el costo del proceso.

3.3.2 Procedimientos del estudio de caso:

La secuencia que se siguió para realizar el presente estudio se resume a continuación.

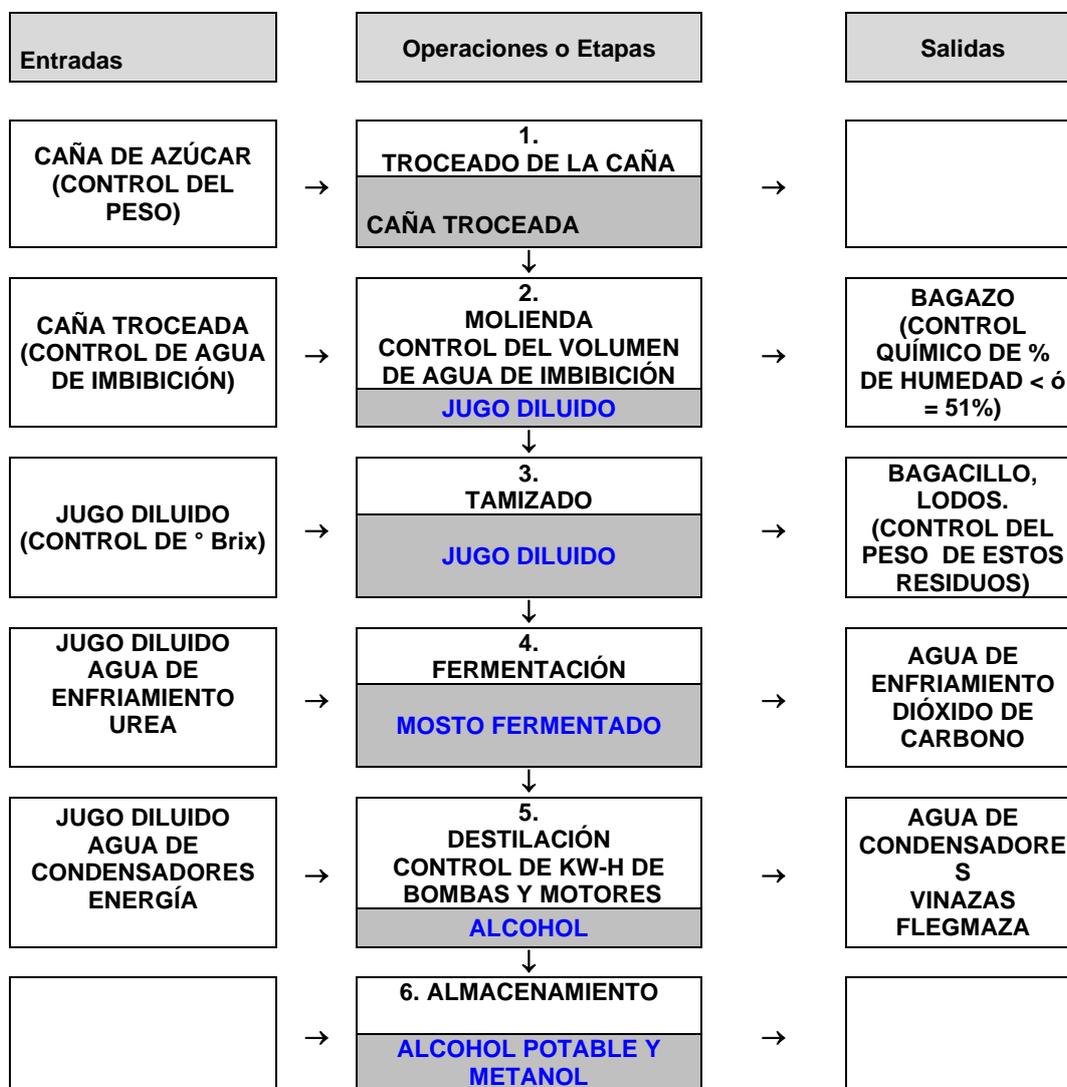
3.3.3 Análisis del flujograma general y cuantitativo del proceso de elaboración de etanol.

Análisis que permite determinar de forma general el plan de monitoreo de los posibles indicadores que se deberán controlar durante el proceso una vez instalado el cuarto molino (anexo 2).

3.3.4 Elaboración del plan de monitoreo.

A partir del análisis de los posibles indicadores determinados en el flujograma del proceso general y su balance cuantitativo, se elabora un plan de monitoreo, que se deberá seguir durante el proceso de obtención de alcohol, el cual permite determinar los indicadores ambientales del proceso; básicamente se requiere controlar la caña que se recibe, el volumen de agua que se adiciona a la caña durante la molienda y el control de humedad del bagazo cuando sale de la línea de molienda, que no deberá superar el 51% de humedad.

FLUJOGRAMA DEL PROCESO GENERAL DE OBTENCIÓN DE ETANOL



3.3.5 Descripción del plan de monitoreo.

Se describe la metodología de evaluación de los indicadores ambientales determinados con sus respectivas unidades involucradas.

- Peso de la caña de azúcar recibida: Toneladas
- Agua de dilución del jugo de caña (agua de imbibición): metros cúbicos.
- Contenido de humedad del bagazo: % de humedad.
- Se describen los recursos necesarios en función de equipos y personal, la frecuencia de recopilación de datos y los responsables de las evaluaciones.

TABLA # 6
FICHA DEL PLAN DE MONITOREO PARA CONTROLAR CONTENIDO DE
HUMEDAD DEL BAGAZO

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO				
1. METODOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES				
<p>BÁSICAMENTE SE PROCEDERÍA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Se pesa la caña recibida 3. Durante la etapa de molienda se controla la cantidad de agua de imbibición 4. Se controla la humedad del bagazo generado 				
5. RECURSOS NECESARIOS				
<p>SE REQUIERE BÁSICAMENTE:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Báscula 2. Caudalímetro 3. Implementos de laboratorio: estufa, desecador y materiales de vidrio 				
6. DEFINICIÓN DE LA FRECUENCIA DE LA RECOPIACIÓN DE DATOS				
Parámetro	Unidad	Punto de la evaluación	Frecuencia	Período
PESO DE LA CAÑA	TON	RECEPCIÓN	UNA VEZ POR LOTE	PERIODO DE DURACIÓN DE TANDA
CAUDAL DE AGUA	(m) 3	MOLIENDA	UNA VEZ POR LOTE	PERÍODO DE DURACIÓN DE TANDA
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	MOLIENDA	DOS VECES POR LOTE	AL INICIO Y FINAL DE LA MOLIENDA
Responsable por la evaluación:		ENCARGADO DEL CONTROL DE PROCESO PERSONAL DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD		
Cargo:	ASITENTES O LOS JEFES DE ÁREA		Fecha:	AL INICIO DE LAS SIGUIENTES ZAFRAS.

3.3.6 Identificación de los principales indicadores

El siguiente cuadro resume los principales indicadores ambientales que se deberán medir antes y después de la implementación de la solución o estrategia de producción limpia, el antes implica mediciones realizadas y el después los valores ideales a los cuales la industria deberá aspirar, los cuales también requieren monitoreo.

TABLA # 7
PRINCIPALES INDICADORES PARA USO DEL BAGAZO COMO FUENTE ENERGÉTICA

Nombre del Indicador ambiental	Antes del programa		Expectativa para después de implementar programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo de agua de imbibición por jugo obtenido en molienda ó por peso de caña procesada.	35-40% (Incluida Agua de Dilución)	% Vol/ Peso ó m3/ ton.	25-30 % (sin Incluir agua De dilución)	m3/t
Generación de residuos sólidos por caña molida	30-35%	% peso/ peso Ton/ton	De 28 a 30 %	Kg/t
Costos asociados a residuos sólidos	4,5	US\$/t	-	US\$
Contenido de humedad del bagazo	60-70	%(g/100 g muestra	< ó = 51	% peso/ peso

3.3.7 Ficha de los principales indicadores.

Además de contener información más detallada de los indicadores ambientales que se deben monitorear y controlar, se describen los pasos que se deberán seguir para el desarrollo de una base de datos real, definiendo frecuencia periodos de recopilación de datos, define el personal involucrado en las evaluaciones. Así como los factores de conversión que intervienen en el análisis de los beneficios económicos, expone también información requerida para el cálculo del bagazo necesario para reemplazar el bunker utilizado diariamente en el proceso de producción, (anexo 14).

- Valor calorífico Neto (VCN) Bunker: 8.333 Kcal./kg
- Densidad: 0.87 Kg/Lt de bunker
- V.C.N. del bagazo = 1.825 KCAL/ KG
- 1 Gln Bunker/1 Kg Bagazo = 15.04
- Consumo Promedio de Bunker/día = 450 glns bunker

3.3.8 Resumen de evaluación económica

La evaluación económica se realiza considerando el costo de la compra del cuarto molino, el costo operacional antes y después de aplicar la solución, así como los beneficios y viabilidad económica, como a continuación se expone en la tabla VI y anexo 15.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 Resultados

Los resultados que a continuación se exponen, se encuentran en función de las consideraciones ambientales y evaluaciones económicas que se han realizado dependiendo de los tres estudios de casos seleccionados.

A partir de la metodología que se ha indicado y resumido en el presente trabajo, ha permitido diagnosticar estudios de casos de aplicación de estrategias de P+L, se realiza una lista de oportunidades

de prevención de contaminación, que implica la identificación de los problemas, las áreas de los procesos involucradas, las acciones que se deben adoptar para solucionar los problemas y las principales barreras o necesidades (anexo 4), eligiéndose los casos prioritarios, por ser seleccionados por los directivos de la propia industria:

- Reciclaje interno y externo del bagazo acumulado.
- Optimización del consumo energético de los sistemas eléctricos.
- El reciclaje interno del bagazo, utilizándolo como fuente generadora de energía, cuyo paso previo es la adquisición e implementación de un cuarto molino en la línea de molienda, resulta ser un proyecto viable según evaluación económica y análisis de los beneficios económicos, beneficio que se encuentra en función del ahorro del consumo semestral de bunker como a continuación se resume en la siguiente tabla.

TABLA # 8

**RESUMEN DE BENEFICIOS Y VIABILIDAD ECONÓMICA DEL BAGAZO
COMO FUENTE ENERGÉTICA.**

Resumen de Beneficios	
Costo del Cuarto Molino, mas instalación.	\$ 10.000
Costo del Consumo Diario de 450 galones de bunker.	\$ 360.0
Costo del Consumo Diario de 6.8 Ton de Bagazo.	\$30.6
Costo de Consumo Semestral de Bagazo.	\$ 4773.6
Costo de Consumo Semestral de Bunker.	\$ 56160
Ahorro Diario de Bunker.	\$ 360.0
Beneficio por Ahorro de Consumo Semestral de Bunker.	\$ 51.368.0
Viabilidad Económica	
Inversión en la Compra del Molino.	\$ 10.000
Depreciación del Equipo	10 Años.
Tasa de Recuperación del Capital	3.09 Meses
Tasa Interna de Retorno	39 %
Valor Actual Neto	\$ 188.368,05

- El reciclaje externo del bagazo, utilizándolo como materia prima para la elaboración de compost, es un proyecto relativamente económico para llevarlo a cabo y muy rentable si es encaminado no solamente para evitar la compra de agroquímicos, si no también dirigido a su comercialización, como se muestra en el siguiente resumen de evaluación económica y análisis de beneficios económicos.

TABLA # 9

**RESUMEN DE BENEFICIOS ECONÓMICOS UTILIZANDO BAGAZO PARA
ELABORACIÓN DE COMPOST**

Resumen de los Beneficios Económicos.	
En base a los cálculos realizados en la planilla de evaluación económica se señalan los siguientes rubros que Determinan los beneficios económicos.	
Costo de Compra de Insumos Químicos, utilizados para fertilizar 25 hectáreas/año	\$ 2100.0
Costo de Producción de 175 ton de Compost, utilizado para fertilizar 25 hectáreas/año	1622.25
Ahorro por año, evitando compra de agroquímicos.	478.0
Costo de Producción Semestral de Compost.	\$ 9898.50
Cantidad de Compost Producido Semestralmente	1068 ton aprox.
Cantidad de Compost Destinado para Ventas	892.8 ton
Precio de Venta de Compost	\$ 30/ton
Venta de Compost	\$ 26784
Ganancias Netas	\$ 16885.5

- Evitar multas en las planillas de consumo eléctrico debido al funcionamiento de la industria con bajos factores de potencia, implica aumentos en el consumo de energía por litros de alcohol producido, así como el aumento del costo promedio de Kilowatts, esto significa un aumento directo del costo del proceso, cuya solución radica en la adquisición de un banco de capacitores que eviten pérdidas energéticas que optimice su distribución y uso racional. La evaluación económica y el análisis de los beneficios económicos establece su viabilidad económica, como a continuación se expone.

TABLA # 10
RESUMEN DE EVALUACIÓN Y VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA
COMPRA DEL BANCO DE CAPACITORES PARA CORRECCIÓN
DEL FACTOR DE POTENCIA

Resumen de la Evaluación Mensual	
Inversión de la compra del Banco de Capacitores	\$ 3.50,00
Costo Operacional por Consumo Total de Energía Eléctrica por Producción Diaria antes de P + L	\$ 154,00.
Costo Operacional por Consumo Total de Energía Eléctrica por Producción Diaria después de P + L	\$ 104,00.
Resumen de la Evaluación Económica Semestral	
Costo -Consumo Total Energético antes de P + L	\$ 4.025,80/semestre
Costo-Consumo Total Energético después de P + L	\$ 16.232,0/ semestre
Ahorro Económico. Representa el 32, 44 % de ahorro económico	\$ 7793.80/ semestre
Resumen de la Viabilidad Económica	
Inversión en banco de Capacitores.	\$ 3.500,00
Depreciación del Equipo	10 años de vida útil.
Tasa de Retorno Máxima (TREMA)	38.5 %
Valor Actual Neto (VAN)	\$ 48.074,16
Periodo de Recuperación del Capital	10 meses

- Se debe mencionar que el reciclaje externo del bagazo trae muchos beneficios ambientales desde el punto de vista que se evita el consumo de agroquímicos en los cultivos de caña y que su uso como abono orgánico genera terrenos de cultivos saludables, cuya producción de caña orgánica es sostenible.
- El proceso de la caña orgánica permite obtener alcohol etílico con características de producción orgánicas. Lo que beneficia su precio y su aceptación de grupos comerciales extranjeros.
- El uso del bagazo como fuente de energía y como materia prima para procesar abono orgánico, va a permitir el aprovechamiento de los terrenos que lo almacenan, evitando su acumulación improductiva, entre los principales beneficios económicos, está el evitar el consumo costoso de combustible (bunker), y agroquímicos al utilizarlo como generador de abono orgánico lo que produce grandes beneficios económicos y ambientales considerando su capacidad regeneradora de la fertilidad de los suelos de cultivos.

- Se debe considerar que existen otros casos diagnosticados que son importantes desde otros puntos de vista de aplicación de estrategias de P+L, que van a permitir ahorros económicos, mejorar rendimiento de producto procesado, etc., que deberán ser tomados en cuenta en un momento dado para alcanzar niveles de competitividad internacional.

4.2 Conclusiones y Recomendaciones.

1. Se sostiene que la aplicación de la metodología utilizada para encontrar oportunidades o casos susceptibles de aplicación de P+L, ha permitido diagnosticar problemas relacionados a etapas específicas del proceso como:

- Molienda, tamizado, fermentación y destilación
- Ventas y comercialización del alcohol etílico
- Sistemas de conducción del vapor del agua.
- Proceso de producción de alcohol.
- Optimización en el consumo de energía eléctrica.
- Uso de residuos para procesos alternos, etc.

2. Los casos seleccionados en el presente trabajo: Corrección del Factor de Potencia, utilización del bagazo como fuente Generadora de energía y como materia prima para la elaboración de compost. Se observa en los resultados de la evaluación económica que son proyectos viables, sin embargo se sugiere el control mediante los planes de monitoreo propuesto por cada caso y una vez que se haya realizado su implementación, con propósito de determinar indicadores de producción, bajo un banco de datos debidamente registrado.
3. Los casos encontrados y registrados en la planilla de evaluación de identificación de oportunidades para prevenir contaminación, deberán ser desarrollados técnicamente para proponer su implementación bajo un plan de mejoramiento continuo en función de las prioridades de la misma industria.

ANEXOS

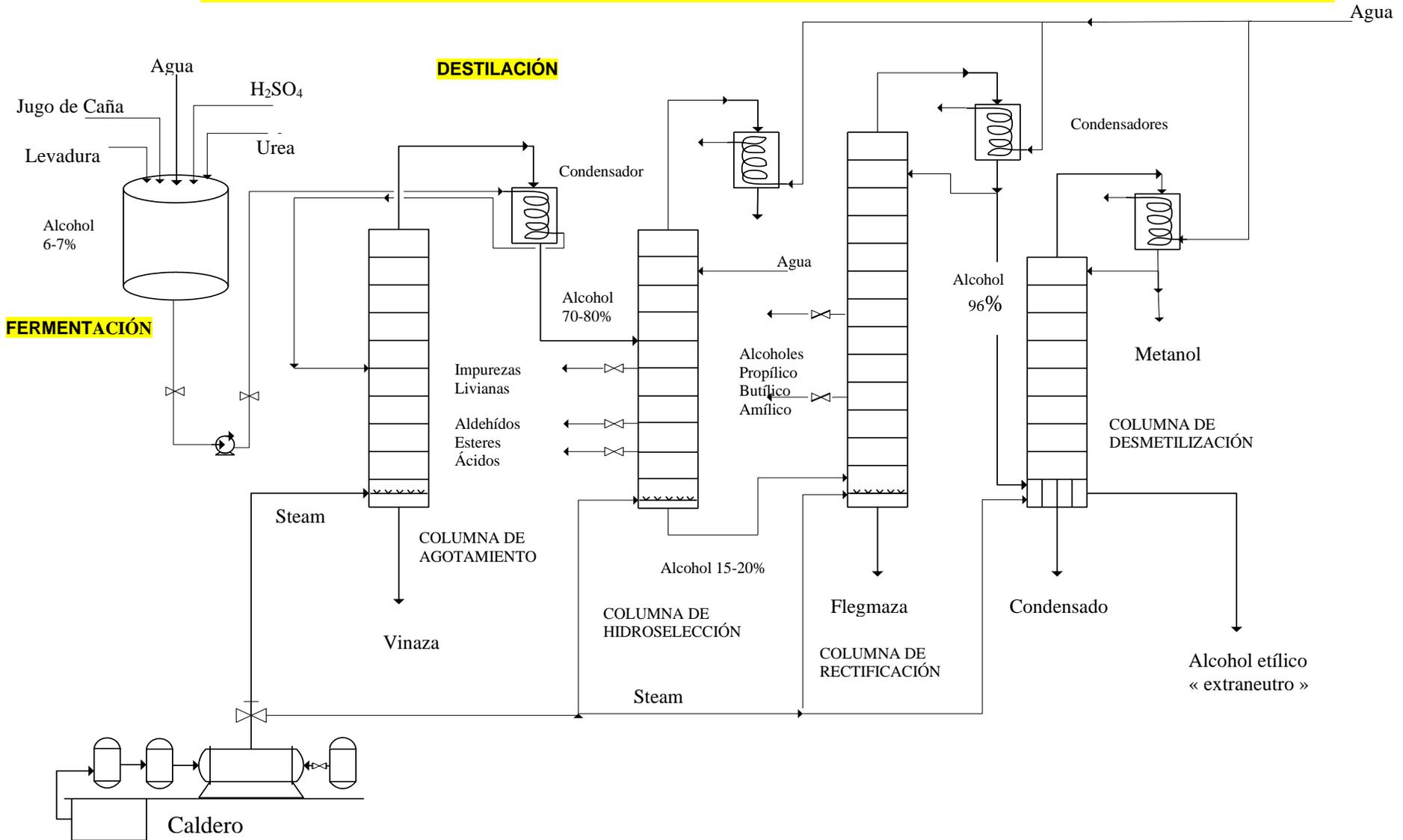
ANEXO 1:

DIAGRAMA DE LAS ETAPAS DE FERMENTACIÓN Y DESTILACIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR

Fuente: EMBORIENTAL CÍA. LTDA.

ANEXO 1

DIAGRAMA DE LAS ETAPAS DE FERMENTACIÓN Y DESTILACIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR



ANEXO 2:

FLUJOGRAMA DEL BALANCE DE MATERIA

Fuente: Manual de Mediciones, Propiedad del Centro Ecuatoriano de Producción más limpia,

ANEXO 2.- FLUJOGRAMA DEL BALANCE DE MATERIAS ANALISIS CUANTITATIVO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ETANOL

ENTRADAS		PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS			
Materias primas, insumos y auxiliares	Agua	Energía	Etapas	Efluentes Líquidos	Residuos Sólidos	Emissiones Atmosféricas
56.75 TONELADAS CAÑA DE AZÚCAR			1. TROCEADO DE LA CAÑA			
			CAÑA TROCEADA			
CAÑA TORCEADA	25.279 LITROS DE AGUA DE IMBIBICIÓN PARA BAJAR a 11 ° Brix, EL JUGO PURO QUE ESTÁ a 18 ° BRIX (PARTE DEL AGUA DE CONDENSADORES)	MOTORES 577 kHz	2. MOLIENDA		17.025 Kg TONELADAS DE BAGAZO	
65.000 LT JUGO DILUIDO A 11 °BRIX CONTENIENDO BAGACILLO			3. TAMIZADO		650 KG DE BAGACILLO, LODOS Y CENIZAS	
			JUGO TAMIZADO			
64.350 LT DE JUGO A 11 ° Brix, 16,09 KG UREA	212.400 LTS AGUA DE ENFRIAMIENTO		4. FERMENTACIÓN	193.050 LT DE AGUA DE ENFRIAMIENTO		DIÓXIDO DE CARBONO (NO CUANTIFICADO)
			5. DESTILACIÓN			
64.350 LTS JUGO DE 11 °BRIX	247.800 LTS DE AGUA DE CONDENSADORES	192.55 KWH (BOMBAS) 260,66 KWH (CALDERA) + 5 % pérdidas energéticas	3218 LT DE ETANOL 96.5 ° 322 LT METANOL 3.540 LITROS DE MEZCLA DE ALCOHOL	225.260 LTS AGA DE CONDENSADORES 56.209 LTS DE VINAZA 20.528 LT DE FLEGMAZA		
56.75 TONELADAS CAÑA DE AZÚCAR	460.200 LT DE AGUA UTILIZADA EN PROCESO	1081.72 KWH (1030.21 + 51.51kw-h)	TOTAL	495.047 LTS DE EFLUENTES		

ANEXO 3:

PLANILLAS AUXILIARES PARA LA SELECCIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Fuente: Manual de Diagnóstico, Propiedad del Centro Ecuatoriano de Producción más limpia,

Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

Nº	Grupos	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones												
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES	Optimización de parámetros operacionales				X					X	X	X		
2		Estandarización de procedimientos				X					X	X			
3		Mejoramiento en el sistema de compras y ventas								X					
4		Mejoramiento en el sistema de información y entrenamiento													
5		Mejoramiento en el sistema de mantenimiento													
6	PROCESO Y TECNOLOGÍA	Cambios e innovaciones tecnológicas	X	X				X							
7		Alteraciones en el proceso, inclusión o exclusión de etapas													
8		Cambio en las instalaciones, lay-out o proceso													
9		Automatización de procesos				X					X	X			
10	PRODUCTO	Pequeños cambios en el producto													
11		Cambio en el diseño o proyecto del producto													
12		Sustitución de componentes o embalaje del producto													
13	MATERIAS PRIMAS	Sustitución de la materia prima o del proveedor													
14		Mejoramiento en la preparación de la materia prima	X	X	X				X						

15		Sustitución de embalajes de la materia prima												
16	RECICLADO Y TRATAMIENTO	Logística asociada a subproductos y residuos	X	X	X				X					
17		Re-uso y reciclaje interno	X											
18		Re-uso y reciclaje externo	X	X	X				X					
19		Tratamiento y disposición de residuos	X											

Continuación de Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

Nº	Grupos	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones											
			XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX				
1	BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES	Optimización de parámetros operacionales												
2		Estandarización de procedimientos				X		X						
3		Mejoramiento en el sistema de compras y ventas												
4		Mejoramiento en el sistema de información y entrenamiento												
5		Mejoramiento en el sistema de mantenimiento								X				

Prevención y minimización de desechos con Buenas Prácticas Operacionales, Cambios e innovaciones tecnológicas, tratamiento, re-uso y reciclaje.

Nº	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Específico para cada caso												
	CONTROL ADECUADO DE PARÁMETROS DE PROCESOS (OPTIMIZACION DE PARÁMETROS OPERACIONALES)				X					X	X	X	
	MANUALES DE PROCEDIMIENTOS POR ESCRITO (ESTANDARIZACION DE PROCESOS)				X					X	X	X	
	ESTABLECER UNA CARTERA DE CLIENTES FIJOS (MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE COMPRAS)								X				
	ESTABLECER SI EL TIEMPO ESTIPULADO PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ES CORRECTO O NO DETERMINAR ORIGEN, COMPOSICIÓN Y PRETRATAMIENTO DE LA MELAZA (MEJORAR RENDIMIENTO EN LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL). CONTROL DE LA FERMENTACIÓN (MEJORAR RENDIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL)												X
	AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PERMITIRÍA CONTROLAR MEJOR LOS PARÁMETROS OPERACIONALES (COSTOSO)				X					X	X		

<p>TRATAMIENTOS PREVIOS PARA TODOS LOS SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS UTILIZADOS EN RECICLAJE INTERNO Y EXTERNO (RECICLADO Y TRATAMIENTO) BAGAZO COMO FUENTE ENERGÉTICO; CACHAZA COMO MATERIA PRIMA PARA ENSILAJE Y ALIMENTACIÓN DE CERDOS; VINAZA COMO FUENTE DE ABONO PARA CULTIVOS MEJORAMIENTO DE LA MOLIENDA PARA OBTENER BAGAZO CON PORCENTAJE DE HUMEDAD NECESARIO COMO FUENTE ENERGÉTICO. UTILIZAR EL BAGAZO COMO ABONO ORGANICO. CANALIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA DESTILACIÓN COMO ABONO PARA CULTIVOS</p>	X	X	X				X							
<p>ESTABLECER MECANISMO PARA RECOGER EL DIÓXIDO DE CARBONO EN FUNCION DE LAS CONCENTRACIONES PRODUCIDAS (COSTOSO). DETERMINAR CONCENTRACIONES DE CO2</p>						X								
<p>COSECHA DE LA CAÑA SIN QUEMAR (MEJORAMIENTO EN LA PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA) COLOCAR UN FILTRO DE POROS MENORES</p>	X	X												

Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

XIII	Cartones (24 botellas de 375 cc)	XVIII	Evaporación de alcohol en tanques de almacenamiento
XI V	Tanques plásticos de 200 lt, 60 y 30 lts	XIX	Pérdidas de temperatura por tuberías no correctamente aisladas
XV	Jugo de caña, vino, vinaza y alcohol etílico.	XX	Alcoholes de segunda
XV I	Disminución de la concentración de alcohol (no control del time de fermentación.	XXI	Restos de cosecha (cogollos, hojas)
XV II	Detergente, cal, gomas y aceites		

I	Bagazo, bagacillo	VII	Humos, Cenizas
II	Cachaza (Iodos)	VIII	Licor de 34 °GL
III	Vinaza	IX	Alcohol Etílico Extra Neutro Rectificado de 96,0 °0 GL (fuera de especificaciones)
IV	Metanol	X	Alcohol Etílico Neutro Rectificado de 95 ° GL (fuera de espf.)
V	Etanol Fuera de Especificaciones	XI	Carbón Activado
VI	CO2	XII	Incrustaciones en Torres de Destilación

ANEXO 4:

EVALUACIÓN DE LAS PLANILLAS AUXILIARES PARA SELECCIONAR LOS CASOS DE ESTUDIO

**Fuente: Manual de Diagnóstico, Propiedad del Centro Ecuatoriano de
Producción más limpia,**

Anexo 4.- Evaluación de las planillas auxiliares para seleccionar los casos de estudio

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
MOLIENDA, FERMENTACIÓN Y DESTILACIÓN	DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGIA	MEDIANTE UN ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO DEL CONSUMO ENERGÉTICO, DETERMINAR PÉRDIDAS ENÉGETICAS CON PROPÓSITO DE MINIMIZAR COSTOS DE PRODUCCION	MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA Y FACTOR CARGA. COLOCAR UN BANCO DE CAPACITORES.
FERMENTACIÓN Y DESTILACIÓN	GENERACIÓN DE PRODUCTOS FUERA DE ESPECIFICACIONES Y DISMINUCIÓN DE SUBPRODUCTOS COMO EL METANOL	CONTROL ADECUADO DE PARÁMETROS DE PROCESOS	FALTA DE SUMINISTROS EN EL LABORATORIO. OPTIMIZAR PARÁMETROS OPERACIONALES
FERMENTACIÓN Y DESTILACION	GENERACIÓN DE PRODUCTOS FUERA DE ESPECIFICACIONES Y DISMINUCIÓN DE SUBPRODUCTOS COMO EL METANOL. ELIMINACIÓN DEL CARBON ACTIVO COMO MATERIA PRIMA AUXILIAR PARA LA RECTIFICACIÓN DE ETANOL	MANUALES DE PROCEDIMIENTO POR ESCRITO	ESTABLECER UNA ESTANDARIZACION DE PROCESOS
VENTAS	VENDER EL PRODUCTO NO COMERCIALIZADO	ESTABLECER ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACION E IMPLEMENTAR UNA CARTERA DE CLIENTES FIJOS	CONTRATAR DISTRIBUIDORES Y VENDEDORES DEL LICOR FLOR DE CAÑA

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
MOLIENDA DE CAÑA	<p>ESPACIO OCUPADO POR EL BAGAZO (BAGAZO HUMEDECIDO)</p> <p>BAGAZO GENERADO EN LAS PROXIMAS ZAFRAS DESTINADO COMO FUENTE ENERGÉTICA</p>	<p>OBTENER BAGAZO CON UN BAJO PORCENTAJE DE HUMEDAD COMO FUENTE ENERGÉTICA (PRÓXIMAS ZAFRAS)</p> <p>TRATAMIENTO PREVIO PARA ACELERAR FERMETACION DEL BAGAZO COMO ABONO PARA EL CULTIVO DE CAÑA PARA DISPONER DEL ESPACIO OCUPADO POR BAGAZO HUMEDECIDO.</p>	<p>COLOCAR UN MOLINO ADICIONAL AL SISTEMA DE MOLIENDA PARA EXTRAER MAS JUGO E IMPLEMENTAR EQUIPO DE LABORATORIO PARA ANÁLISIS DE HUMEDAD DEL BAGAZO.</p> <p>TIEMPO REQUERIDO PARA LA FERMENTACIÓN DEL BAGAZO ESPACIO E INSUMOS CUYAS CONDICIONES FAVOREZCAN LA FERMENTACIÓN DEL BAGAZO GENERADOS EN LAS PRÓXIMAS ZAFRAS CUYA CANTIDAD SERÁ DESTINADA COMO MEJORADOR DE SUELOS Y ABONO PARA CULTIVOS.</p>
CLARIFICACIÓN DEL JUGO (ELABORACIÓN DE PANELA)	CACHAZA OBTENIDA	DILUIR EN AGUA LA CACHAZA PARA DIRIGIRLOS A LOS CANALES DE RIEGO CACHAZA UTILILIZADA COMO INGREDIENTE EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	ESPACIO APROPIADO PARA LA ELABORACIÓN DE ENSILAJE CON CACHAZA
TAMIZADO	BAGACILLO Y LODOS EN JUGO DE CAÑA	COLOCAR FILTROS DE POROS MAS PEQUEÑOS QUE PERMITA RETENER EL BAGACILLO Y LOS LODOS	COMPRAR EL TAMIZ CON POROS ADECUADOS
FERMENTACION	GENERACIÓN DE CO2	MEDIR Y CAPTURAR EL DIÓXIDO DE CARBONO	OBTENCIÓN DE EQUIPO APROPIADO PARA MEDIR, RECOGER Y COMPRIMIR EL CO2 (COSTOSO)

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
FERMENTACIÓN	<p>GENERACIÓN DE VINAZA</p> <p>DISMINUCIÓN DE LAS CANTIDADES DE ALCOHOL (PROBLEMA)</p>	<p>OPTIMIZACION EN LAS CONDICIONES DE FERMENTACIÓN PARA OBTENER UN MOSTO CON MAYOR CANTIDAD DE ALCOHOL</p> <p>CONTROL DE LAS CONDICIONES (T°, pH, concentración de azúcares, grado alcohólico) DURANTE LA FERMENTACION</p>	<p>SISTEMAS ADECUADO DE REGISTROS</p> <p>INFORMACIÓN DE REGISTROS ACCESIBLE A PERSONAL NUEVO</p> <p>SISTEMA DE EVALUACIÓN DE REGISTROS</p>
FERMENTACIÓN	GENERACIÓN DE CO2	CAPTURA Y VENTA DE CO2 EN FUNCION DE LA CANTIDAD PRODUCIDA	MEDIR LA CANTIDAD DE CO2
MOLIENDA Y DESTILACIÓN	GENERACIÓN DE BAGAZO, CACHAZA Y VINAZA	MANUAL DE USOS DE DESECHOS ORGANICOS DE ACUERDO A LAS NECESIDADES CIRCUNSTANCIALES DE LA INDUSTRIA	PERSONAL APROPIADO QUE SE DEDIQUE EN LA ELABORACIÓN DEL MANUAL (BAJO LOS LINEAMIENTOS Y CONDICIONES DE ISO9000)
SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE VAPOR DESDE EL CALDERO HACIA LAS COLUMNAS DE DESTILACIÓN	ELIMINAR LAS PERDIDAS DE CALOR POR LAS TUBERÍAS QUE CONDUCCEN VAPOR	CAMBIO DE LAS TUBERÍAS DE VAPOR HACIA LAS COLUMNAS DE DESTILACION	<p>FALTA DE MANTENIMIENTO DE LAS TUBERÍAS ANTIGUAS.</p> <p>PERSONAL QUE SE DEDIQUE A EVALUAR EL ESTADO DE LAS TUBERÍAS Y ELABORE UN PRESUPUESTO PARA SU REPARACIÓN O CAMBIO.</p> <p>(ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO)</p>
PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CON JUGO DE CAÑA	FALTA DE PESAJE DE LA CAÑA FALTA DE PESAJE DEL JUGO DE CAÑA (PARA OBTENER CANTIDAD PRODUCIDA DE BAGAZO)	INSTALACIÓN DE UNA BÁSCULA	LIMITANTE ECONOMICA

ANEXO 5:

INDICADORES DE EFICIENCIA DE PRODUCTIVIDAD Y AMBIENTALES

**Fuente: Manual de Diagnóstico, Propiedad del Centro Ecuatoriano de
Producción más limpia,**

ANEXO 5.- Indicadores de eficiencia de productividad y ambientales.

Nombre del Indicador ambiental	Objetivo del Indicador	Construcción del Indicador	Antes del Programa de P+L		Expectativa para después de implementar el Programa de P+L	
			Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo de materia prima por producto	Optimizar y controlar consumo de caña de azúcar	<u>57000 KG caña de azúcar/ día</u> 3540 LT de alcohol por día	16.10	Kg/lit	15 (1 ton caña/ /67 lt Alcohol)	Kg/lit
Consumo de agua por producto	Optimizar y controlar consumo de agua que interviene en el proceso	<u>443.589 lt de agua (proceso) x día</u> 3540 lt. De alcohol por día	125.30 (0.125)	lt/lit ó m3/lit	80-90	Lt/lit M3 /t
Consumo de energía por producto	Optimizar consumo de energía	<u>949,84 KW-H día</u> 3540 lt de alcohol por día	0.27	KWH/lit	0.20	KWH/lit
Consumo de materiales auxiliares por producto	Optimización y Control de urea	<u>16.090 G urea</u> 3540 lt de alcohol	4,54	g/lit	-----	g/lit

Generación de residuos sólidos por productos	Control y su aprovechamiento	<u>17.675 en Kg de Bagazo</u> 3540 lt de alcohol	5.0	kg/lt	----	kg/lt
Generación de efluentes por producto	Control de emisión de de vinaza, flegmaza generadas durante la destilación	<u>495.047 Vinaza, Flegmaza, etc.</u> 3540 lt alcohol	140	lt/lt	-----	m3/ t
Costos asociados a residuos sólidos	Determinar el costo asociado con el bagazo generado	<u>79.60 US \$</u> 17,68 de bagazo	4.5 (30% Costo total	US\$/t	-----	\$/t
Costos asociados a efluentes		<u>Costo de tratamiento en US\$</u> Caudal total de efluentes en m3	No hay Tratamientos	US\$/m3	-----	\$/m3
Carga orgánica desechada por año		<u>Cantidad de DBO5</u> Año	No hay Determinación	DBO5/año	----	DBO5/ año
Generación de efluentes por producto	Control del volumen de vinaza generado durante la destilación	<u>56.209,4 lt de vinaza (efluentes)</u> 3540 litros alcohol	16	Lt/lt	12 - 16	Lt/lt

ANEXO 6:

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO DE LOS INDICADORES

**Fuente: Manual de Mediciones, Propiedad del Centro Ecuatoriano de
Producción más limpia,**

ANEXO 6.- Ficha del plan de monitoreo de los indicadores

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO				
1. METODOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES				
BÁSICAMENTE SE REQUIERE:				
1. Realizar las mediciones durante las etapas del proceso:				
ETAPAS	PARÁMETRO DE EVALUACIÓN			
Recepción Y Troceado:	Kg caña/lit de alcohol			
Fermentación (dosificación de Tachos),:	Gramos de urea/lit de alcohol			
Molienda (término de molienda):	Kg ó ton bagazo/ lit alcohol			
Fermentación y Destilación (efluentes propios del proceso):	Lt de efluentes/lit alcohol			
Durante el cambio de proveedores:	Costo en \$/ton bagazo.			
Destilación:	Lt vinaza / lit alcohol.			
Troceado, molienda y destilación:	Kw-dia/lit alcohol			
Antes de regar los cultivos:	ppm oxígeno disuelto/lit vinaza			
2. RECURSOS NECESARIOS				
En función de cada parámetro que se requiere evaluar:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Báscula 2. Balanza gramera 3. Caudalímetro 4. Equipo y Material de vidrio de laboratorio para medir DBO5, (Demanda Bioquímica de Oxígeno). 5. Personal responsable de realizar los monitoreos y registros de los parámetros implicados en las definiciones de los indicadores que se quieren evaluar. 				
3. DEFINICIÓN DE LA FRECUENCIA PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS				
Parámetro	Unidad	Punto de la evaluación	Frecuencia	Período
Kg caña/lit de alcohol	Ton	Recepción y Troceado	1 vez por cada camión recibido	Diariamente, durante el proceso
Gramos de urea/lit de alcohol	Gramos	Fermentación, durante dosificación de tachos	1 vez, en dosificación de tachos	Diariamente
Kg ó ton bagazo/ lit alcohol	Ton	Molienda	1 vez al finalizar molienda	Diariamente
Lt de efluentes/lit alcohol	Metro cúbico	Fermentación y Destilación	1 vez durante el enfriamiento de tachos y al finalizar destilación	Diariamente
Costo en \$/ton bagazo.	\$	Por cada proveedor nuevo		Con cada cambio de proveedor
Lt vinaza / lit alcohol	Metro cúbico	Destilación	1 vez al finalizar destilación	Diariamente

Kw-día/lt alcohol	KW-Día	Troceado, molienda, fermentación y destilación	1 vez por cada equipo que requiera EE e intervenga en dichas etapas	Diariamente
* ppm oxígeno disuelto/lt vinaza * partes por millón o mg/lt	Ppm	Riego de cultivos de caña	1 vez antes del riego en cultivos de caña	Diariamente
Todos los parámetros	Con sus correspondientes unidades	Deben ser evaluados en cada punto de evaluación o etapa del proceso	Con la frecuencia señalada	Y durante el período señalado , hasta obtener un banco de datos que permita la determinación de indicadores reales, se puede considerar el tiempo de zafra (6 meses de cosecha y procesamiento)
Responsable por la evaluación:		Ing. Vicuña y sus asistentes.		
Cargo:	Jefe de producción y sus asistentes		Fecha:	Desde el inicio de zafra- hasta su finalización

ANEXO 7:

FICHA DE LOS PRINCIPALES INDICADORES PARA LA EMPRESA

**Fuente: Manual de Mediciones,
Propiedad del Centro Ecuatoriano de
Producción más limpia,**

ANEXO 7.- Ficha de los principales indicadores para la empresa.

FICHA DE INDICADORES AMBIENTALES	
NOMBRE DEL INDICADOR:	PARA PROCESO DE ALCOHOL CON CAÑA DE AZÚCAR. <ol style="list-style-type: none"> 1. Consumo de materia por producto 2. Consumo de agua por producto 3. Consumo de materiales auxiliares por producto 4. Generación de residuos sólidos por producto 5. generación de efluente por producto 6. Costo asociado a residuos sólidos 7. Carga orgánica desechada por año 8. Generación de efluentes por producto 9. Consumo de energía por producto.
Descripción del indicador ambiental	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Kg de caña/día. (Recepción de Materia Prima, patio de la fábrica). 2. Litros de agua/litro de alcohol (Área de Molienda, Mezclas/Fermentación)) 3. Gramos de urea/litro alcohol (Área de Fermentación) 4. Kg ó Ton Bagazo/litro alcohol (Area de Molienda) 5. Lt de efluentes/litro alcohol (Area de Fermentación y Destilación) 6. Costo en \$/ Toneladas de Bagazo (Área de Ventas en función de la toneladas vendidas)) 7. ppm de oxígeno disuelto/ Lt de efluente (laboratorio de Control de calidad) 8. Lt de vinaza/litro alcohol. (Área de Destilación) 9. Kw-día /litro alcohol. (Área de molienda, Fermentación y Destilación). 	
Desarrollo de la base de datos	
Observaciones: <ol style="list-style-type: none"> 1. No hay base de Datos de caña pesada diariamente 2. No hay registros del agua consumida durante el proceso diariamente (Fuente de agua- Manto Freático) 3. No hay registros de la urea pesada y consumida durante el proceso diariamente. 4. No hay básculas en consecuencia ni registros de la cantidad de bagazo generado 5. No hay caudalímetros en el área de mezclado, fermentación ni destilación, por lo tanto no se registran los volúmenes de los efluentes generados por producción diaria. 6. Si hay estadísticas de las ventas de bagazo y del alcohol producido diariamente 7. El laboratorio de Control de Calidad, no está equipado para hacer pruebas de DBO5 8. No se mide el caudal de vinaza generada durante la destilación del mosto fermentado diariamente. 9. No hay registros de mediciones de control en cuanto al consumo de energía durante el proceso diario. Pero si hay facturas que indican el consumo de energía global de toda la fábrica. <p>Para determinar indicadores reales, establecidos desde una base de datos registrada, se sugiere que la próxima zafra se realice un monitoreo macro con sus respectivos registros, durante las etapas de proceso que involucren las variables que conforman los indicadores ambientales y de rendimientos que van a establecer niveles de eficiencia y productividad real en la industria (Emboriental).</p>	
Determinación de los recursos necesarios	

1. La planta tiene personal técnico para realizar las mediciones del agua consumidos y efluentes generados, así como para realizar los pesajes de la materia prima e insumos que se requieren durante el proceso, de lo que se carece son de los equipos (básculas y caudalímetros) necesarios para realizar dichas mediciones.
2. En cuanto a evaluaciones energéticas internas, el personal no realiza monitoreos del consumo energético, tienen la mayoría de los equipos necesarios, habría que crear la importancia y la cultura de tales monitoreos.
3. Hay evaluaciones de los equipos e instrumentos (bombas, calderas, voltímetros, etc), pero deberán ser revaluados para determinar sus verdaderas especificaciones, potencias, eficiencias, etc. Personal técnico que realice esta tarea existe, en caso de calibraciones o chequeos que impliquen mayores conocimientos contratar personal que capacite o dé tal servicio. .
4. El jefe de área deberá ser responsable para la designación de un empleado responsable para la recopilación de datos y mediciones durante las próximas zafas.

Determinación de los factores de conversión

MEDICIONES DE VOLÚMENES SERÁN EN: metros cúbicos (1000 lt) y convertidos litros, para efluentes generados, y para el consumo de agua que interviene en el proceso

PESAJE DE MATERIAS PRIMAS DEBERÁN SER EN : Toneladas (1000 kilos) y convertidas a kilos para recibir la caña de azúcar, en unidades de quintales los demás insumos, como urea etc.

ENERGÍA ELÉCTRICA: Medir en Kilovatios por horas, según equipos eléctricos que intervienen en el proceso productivo.

PRODUCCIÓN DE ALCOHOL: Medidos en litros por producción diaria y durante el almacenamiento.

NOTA: Para fines de determinación de indicadores, se puede seleccionar las unidades mas pequeñas para relacionarlas con los litros de alcohol producidos, las cuales guardar mayor concordancia entre si.

Definición de la frecuencia, periodo y parámetros para la recopilación de datos

En función del proceso general, se detalla los parámetros que se deben evaluar con sus respectivas frecuencias y periodos de evaluación.

Parámetro	Frecuencia	Período de la evaluación
Kg caña/Lt de alcohol	1 vez por cada camión recibido	Durante recepción de materia prima
Gramos de urea/Lt de alcohol	Pesar cada vez que se dosifica en tanques de fermentación	Durante la fermentación, antes de colocar la urea en los tanques (diariamente, por lote producido)
Kg ó ton bagazo/ Lt alcohol	1 vez por cada término de molienda	Durante la molienda, cada vez que finalice la molienda en el cuarto molino (diariamente, por lote producido)
Lt de efluentes/Lt alcohol	Una vez por tanque de fermentación. Una vez que se generen la totalidad de los efluentes generados en las torres de destilación	Durante, fermentación y destilación, por cada tanque de fermentación, y por cada torres de destilación. (diariamente, por lote producido)
Costo en \$/ton bagazo	Cada vez que se cambie de proveedor	Por cada Nuevo proveedor y considerando el tiempo de cosecha y la calidad de la caña.

Ppm oxígeno disuelto/lit vinaza		Por cada etapa de destilación	Hasta determinar su calidad microbiológica para verificar si está dentro de los límites permisibles de las normas ambientales
Lit vinaza/lit alcohol		Por cada etapa de destilación	Durante la destilación
Kw-día/lit alcohol		Cada vez que se utilice equipos que requieran energía eléctrica	Durante el proceso, hasta determinar el indicador real
RESPONSABLES DEL ÁREA	JEFE DE PLANTA Y SU ASISTENTE	FECHA DE INICIO Y DURACIÓN DEL MONITOREO.	DIARIAMENTE DURANTE LOS PROCESOS REALIZADOS DURANTE UNA ZAFRA , HASTA OBTENER UN BANCO DE DATOS E INDICADORES REALES

ANEXO 8:

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO-CASO 1

Fuente: Manual de Mediciones, Propiedad del Centro Ecuatoriano de Producción más limpia,

ANEXO 8.- Ficha del plan de monitoreo- caso 1

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO				
1. METODOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES				
MEDIR LOS SIGUIENTES PARÁMETROS ELÉCTRICOS:				
<ol style="list-style-type: none"> MEDIR CADA HORA, DURANTE 6 HORAS QUE DURA APROXIMADAMENTE LA ETAPA DE LA MOLIENDA: LA CORRIENTE Y TENSIÓN ELÉCTRICA, ASÍ COMO EL FACTOR DE POTENCIA. MEDIR CADA DOS HORAS DURANTE 24 HORAS TIEMPO APROXIMADO QUE DURA LA DESTILACIÓN: CORRIENTE ELÉCTRICA, TENSIÓN ELÉCTRICA Y FACTOR DE POTENCIA. REALIZAR LOS DOS PASOS ANTERIORES DURANTE EL TIEMPO QUE DURE EL PROCESO DE CAÑA (ZAFRA). 				
2. RECURSOS NECESARIOS				
BÁSICAMENTE SE REQUIERE:				
<ul style="list-style-type: none"> PERSONAL ENCARGADO DE REALIZAR MEDICIONES Y REGISTRALAS APARATOS DE MEDICIONES COMO: AMPERÍMETROS, VOLTÍMETROS. 				
3. DEFINICIÓN DE LA FRECUENCIA PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS				
Parámetro	Unidad	Punto de la evaluación	Frecuencia	Período
CORRIENTE ELÉCTRICA	AMPERIOS (A)	PANEL CENTRAL DE ETAPA MOLIENDA	CADA HORA	DURANTE 6 HORAS
TENSIÓN ELÉCTRICA	VOLTAJE (V)	PANEL CENTRAL DE ETAPA MOLIENDA	CADA HORA	DURANTE 6 HORAS
FACTOR DE POTENCIA	(FP)	PANEL CENTRAL DE ETAPA MOLIENDA	CADA HORA	DURANTE 6 HORAS
CORRIENTE ELÉCTRICA	AMPERIOS (A)	PANEL CENTRAL DE ETAPA DESTILACIÓN	CADA 2 HORAS	DURANTE 24 HORAS
TENSIÓN ELÉCTRICA	VOLTAJE (V)	PANEL CENTRAL DE ETAPA DESTILACIÓN	CADA 2 HORAS	DURANTE 24 HORAS
FACTOR DE POTENCIA	(FP)	PANEL CENTRAL DE ETAPA DESTILACIÓN	CADA 2 HORAS	DURANTE 24 HORAS
Responsable por la evaluación:		ING. VICUÑA Y ASISTENTES		
Cargo:	JEFE DE MENTENIMIENTO	Fecha:	CONTROL DIARIO DURANTE EL TIEMPO QUE DURA EL PROCESO	

ANEXO 9:

IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES INDICADORES- CASO 1

**Fuente: Manual de Mediciones, Propiedad
del Centro Ecuatoriano de Producción más
limpia,**

ANEXO 9.- Identificación de los Principales Indicadores- caso 1

Nombre del Indicador Ambiental	Antes del Programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo de energía por producto	0.31	kWh/Lt	0.29	KWH/Lt
Costo medio de kw-h	0.13	\$/kWh	0.10	\$/kWh

ANEXO 10:

EVALUACIÓN ECONÓMICA ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE P + L

**Fuente: Manual de Mediciones, Propiedad
del Centro Ecuatoriano de Producción más
limpia,**

ANEXO 10.- Evaluación económica antes y después de la implementación de P+ L- caso 1

– COSTO DEL CAMBIO O COSTO DEL EQUIPO REQUERIDO

El Banco de Capacitores incluido la instalación y pruebas de funcionamientos, tienen un costo aproximado de \$ 3.500.

Total	\$ 3.500
-------	----------

– CONSUMO ENERGÉTICO ANTES DE P + L

El consumo energético por producción diaria de alcohol es aproximadamente de 1030.21 KWH.

Se estima que el KWH tiene un costo promedio y aproximado de \$ 0.13

Costo total del consumo energético diario.	\$ 133.93
--	-----------

Multa por bajo Factor de Potencia (0,79) es alrededor del 10 % del costo del consumo total energético.	\$ 13.39
--	----------

Costo por pérdidas de energía alrededor del 5 % = 51.51 (kw-h) * 0.13	\$ 6.69
---	---------

Total	\$ 154.01
-------	-----------

– CONSUMO ENERGÉTICO DESPUÉS DE P + L

El consumo energético durante la producción diaria de alcohol es aproximadamente de 1030.21 KWH

Se estima que el KWH tiene un costo aproximado de \$ 0.10, sin rubro de multas

Costo del consumo energético	\$ 103.02
------------------------------	-----------

Con corrección del Factor de Potencia a (0,95) se evita las multas	0.0
--	-----

Costo por pérdidas de energía alrededor del 1 % una vez instalado el Banco de Capacitores = 10.31 * 0.1	\$ 1.031
---	----------

Total	\$ 104.05
-------	-----------

BENEFICIO ECONOMICO SEMESTRAL, CON 26 DÍAS DE TRABAJO POR MES

El costo energético de la producción diaria de aproximadamente 3540 litros de alcohol antes de P+L es de \$ 154.01, representa \$ 4004.3 mensuales, y por semestre \$ 24025.8	\$ 24025.8
---	------------

El costo energético de producción diaria de aproximadamente 3540 litros de alcohol después de P+L es de \$104.05 representa \$ 2705.33 mensuales, y por semestre \$ 16232.0	\$ 16232.0
---	------------

La diferencia entre el costo energético después de producción limpia es alrededor de \$ 2077.20 considerando un semestre de producción (El ahorro monetario se traduce en un 32.44 %)	\$ 7793.56
---	------------

Total	\$7793.56 /SEMESTRE DE PRODUCCIÓN.
-------	---

ANEXO 11:

DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE MONITOREO- CASO 2

**Fuente: Manual de Mediciones, Propiedad
del Centro Ecuatoriano de Producción más
limpia,**

ANEXO 11.- Descripción del Plan de Monitoreo – caso 2

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO				
7. METODOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES				
<p>Básicamente Se deberá monitorear los siguientes parámetros en función de las etapas del proceso que se deben controlar.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. % humedad del bagazo durante la recepción (una sola vez por recepción) 2. Cantidades de sustratos o insumos que se colocan como acelerantes del proceso, durante el pre-tratamiento. (una vez por etapa) 3. pH, Tempertura y volteo durante el proceso de digestión (2 a 3 veces por semana durante 3 semanas, a partir de la 4 semana se controla una vez por semana hasta completar un mes) 4. pH y humedad durante el proceso de estabilización (una vez por semana durante dos semanas para completar el ciclo de 6 semanas) 5. Control de nutrientes (análisis químico) del compost seco obtenido. Cada mes durante 6 meses que dura la zafra, hasta obtener un promedio de a calidad nutricional del compost. (estandariza su proceso) 6. Control de la cantidad de compost colocado en los terrenos cultivados con caña, durante 6 meses cada día se controlara la cantidad de compost colocado por lotes de cultivo cosechado. 				
8. RECURSOS NECESARIOS				
<p>Se requerirá los siguientes aparatos para mencionados monitoreos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Básicamente para el control de humedad se requiere una balanza, estufa de laboratorio, un desecador y materiales de vidrio. 2. Peachimeto y papel tornasol. 3. Termómetro de punzón o de vidrio. 4. Balanza transportable (para pesar sustratos) 				
Parámetro	Unidad	Punto de la evaluación	Frecuencia	Período
Humedad	% agua	Recepción y Estabilización	Una vez por recepción. Una vez por semana durante estabilización	Cada recepción Durante dos semanas, posteriores al periodo de digestión.

Temperatura	°C	Digestión	2 a 3 veces por semana. A partir de la 4 semana se controla una vez por semana hasta completar un mes	durante 3 semanas
PH	1 - 14	Digestión	2 a 3 veces por semana, a partir de la 4 semana se controla una vez por semana hasta completar un mes	durante 3 semanas
		Estabilización	una vez por semana	durante dos semanas para completar el ciclo de 6 semanas
Pesos de sustratos	Kg	Digestión	una vez por etapa	
Volteos	veces	Digestión	2 a 3 veces por semana, a partir de la 4 semana se controla una vez por semana hasta completar un mes	durante 3 semanas
		Estabilización	una vez por semana	durante dos semanas para completar el ciclo de 6 semanas
Cantidad de compost colocado en terreno de cultivos	toneladas	Transporte y fertilización	cada día	durante 6 meses hasta estandarizar la calidad del producto y el proceso
Responsable por la evaluación:		<p>Control de humedad, temperatura y pH responsable el analista de Control de Calidad o Jefe de área de cultivo.</p> <p>Control de volteos del compost responsable el jefe de área de cultivo.</p> <p>Control del análisis químico del compost, responsable Laboratorio particular.</p> <p>Control de sustratos, responsable encargado del proceso de compost.</p> <p>Control de la cantidad de compost seco aplicado a los terrenos cosechados de caña, responsable el jefe de área de cultivo.</p>		
Cargo:	Intervienen personal de Control de Calidad, áreas de cultivo y sus respectivos Jefes de área		Fecha:	Desde las próximas zafas.

ANEXO 12:

**FICHA DE LOS PRINCIPALES
INDICADORES– CASO 2**

**Fuente: Manual de Mediciones, Propiedad
del Centro Ecuatoriano de Producción más
limpia,**

ANEXO 12.- Ficha de los principales indicadores – caso 2

FICHA DE INDICADORES AMBIENTALES			
NOMBRE DEL INDICADOR:		Consumo de materia prima por producto Consumo de agua por producto Consumo de materiales auxiliares por producto Cantidad de nutrientes (NPK) por producto	
1. Descripción del indicador ambiental			
Ton/Ton m ³ /t Gln/Ton kg/Ton kg/Ton gr % p/p			
2. Clasificación y desarrollo de la base de datos			
Crear registros de procesos que permitan controlar el peso del bagazo Crear registros del control del peso del producto terminado Controlar el volumen de agua que forma parte de la formulación del compost Registrar de cada sustrato utilizado en la formulación del compost Control de calidad del producto terminado			
3. Determinación de los recursos necesarios			
Personal que realice las mediciones Equipos tales peachímetro, termómetros, estufas, balanzas, etc ya mencionado en las fichas de monitoreo			
4. Determinación de los factores de conversión			
Todas las unidades relacionadas con los indicadores permiten un monitoreo fácil de entender			
5. Definición de la frecuencia de la recopilación de datos			
Parámetro		Frecuencia	Período
Peso del bagazo		Una vez	recepción
Producto obtenido (compost)		Una vez	35-45 días
Consumo de materiales auxiliares (Melaza, semillas oleaginosas, estiércol)		Una vez	Digestión
Consumo de agua		Una vez	Digestión 35-45 días hasta estandarizar calidad y proceso
Cantidad de nutrientes (NPK)		Una vez	
Responsable por la evaluación:		Jefes o responsable de área	
Cargo:	Personal responsable de control de calidad, cultivo y procesos		Fecha: A Partir de las próximas zafras.

ANEXO 13.

RESUMEN DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA – CASO 2

**Fuente:
Manual de Mediciones, Propiedad del
Centro Ecuatoriano de Producción más
limpia,**

ANEXO 13.- Resumen de datos para la evaluación económica – caso 2

– COSTO DEL CAMBIO	
Costo del proceso de bagazo para convertirlo en 6.85 ton de compost	\$ 53.5
Costo de mano de obra (dos personas que trabajan alrededor de 3 horas)	5.0
Costo de combustibles/ Transporte (un carretón requiere 5 glns de diesel)	5.0
Proceso de compost dura un período de 35 a 45 días	
Total	\$ 63.5 /6.845Ton de compost.
– COSTO DE FERTILIZACIÓN CON ABONOS QUÍMICOS, ANTES DE P + L	
Costos de insumos químicos colocados en 25 hectáreas de terrenos de caña cosechados (etapa de fertilización realizada en un año).	
5 sacos de urea por hectárea (son 25 hectáreas que se fertilizan), \$10 c/saco	\$ 1250
2 sacos de muriato de potasio/hect.(25 hect.), \$12/saco	600.0
Costo de mano de obra por aplicación en 25 hectáreas. (\$10/hect)	250.0
Total	\$2100 en abonos químicos/año y por 25 hect.
– COSTO DE FERTILIZACIÓN CON COMPOST Y COSTOS DE ELABORACIÓN DE COMPOST – PARA VENTA.	
Costo de elaboración y aplicación de compost: \$ 9,27/ Ton de compost. Se requiere alrededor de:	
7 Ton de compost/hectárea como equivalente de 7 sacos de insumos. Químicos/hect.	
Son 25 Hectáreas por año que hay que fertilizar (175 ton de compost)	\$ 1622.25/ costo de 175 ton de compost.
Total	\$ 1622.25 costo elaboración de compost requerido para fertilizar 25 hect.

– **BENEFICIO ECONÓMICO**

Costo de insumos químicos utilizados para fertilizar 25 hectáreas/año	\$ 2100.0
Costo de 175 ton de Compost utilizado para fertilizar 25 hectáreas/año	1622.25
AHORRO POR AÑO (EVITANDO COMPRA DE ABONOS QUÍMICOS)	478/año
Costo de Producción semestral de Compost, considerando producción de 26 días/mes y por semestre de producción ($6.845 * 26 * 6 = 1067.8 \text{ ton} * \$ 9.27/\text{ton}$)	\$ 9898.50/SEMESTRE DE PRODUCCIÓN
Cantidad de Compost destinado para ventas: $1067.8 \text{ ton} - 175 \text{ ton} = 892.8 \text{ ton}$ para Ventas	
Precio de venta de Compost : \$ 30/ton ($892.8 * 30$)	\$ 26784 POR VENTAS DE COMPOST
Ganancias Netas: \$ 26784 – \$ 9898.50	\$ 16885.5
	\$ 16885.5 GANANCIAS POR VENTAS DE COMPOST
Total	\$ 478 AHORRO /AÑO EVITANDO COMPRA DE ABONOS QUÍMICOS.

– **BENEFICIOS AMBIENTALES**

Recuperación de la vida del suelo de los terrenos utilizados para el cultivo de caña	
Cultivo de caña de azúcar orgánica, cuyo precio es superior	
Se evita que se compren agroquímicos (pesticidas, herbicidas y fertilizantes) cuyas cantidades de consumo va en aumento, provocando desgaste irreversible del suelo	\$ 478/año
Recuperación de propiedades físicas y químicas idóneas de suelo destinado a cultivos.	
Total	\$ 478/año

ANEXO 14:

**FICHA DE LOS PRINCIPALES
INDICADORES – CASO 3**

**Fuente: Manual de Mediciones, Propiedad
del Centro Ecuatoriano de Producción más
limpia,**

ANEXO 14.- Ficha de los Principales Indicadores – caso 3

FICHA DE INDICADORES AMBIENTALES		
NOMBRE DEL INDICADOR:	1. Consumo de agua de imbibición por jugo obtenido en molienda ó por peso de caña procesada. 2. Generación de residuos sólidos por caña molida. 3. Contenido de humedad del bagazo	
6. Descripción del indicador ambiental		
1. % Vol/Peso ó m3/ton (en función del peso de caña procesada o jugo obtenido durante la molienda) 2. % peso/peso ó ton/ton (en función de la cantidad de caña procesada) 3. % peso/peso (g/100 g muestra), en función de la humedad obtenida después de la molienda.		
7. Clasificación y desarrollo de la base de datos		
EL CONTROL DE LOS INDICADORES SERÁN A PARTIR DE LA RECEPCIÓN Y MOLIENDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR. <ol style="list-style-type: none"> 1. Pesar la recepción de caña. 2. Pesar las tandas que entran a la etapa de la molienda. 3. Medir el volumen de agua de imbibición que será adicionada a los molinos en función de las tandas. 4. Tomar muestras al inicio de las primeras tandas de molienda para determinar % de humedad del bagazo 		
8. Determinación de los recursos necesarios		
SE REQUIERE EQUIPO COMO: <ol style="list-style-type: none"> 1. Báscula. 2. Caudalímetro. 3. Aparatos y materiales de laboratorio (estufa, desecador y materiales de vidrio como pesa filtros, etc.) 		
9. Determinación de los factores de conversión		
PARA EL PLAN DE MONITOREO NO SE REQUIERE DE FACTORES DE CONVERSIÓN, NO OBSTANTE PARA EL CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE BAGAZO QUE SE NECESITA PARA REEMPLAZAR EL BUNKER UTILIZADO DIARIAMENTE EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN SE NECESITAN DATOS COMO: <ul style="list-style-type: none"> • Valor Calorífico Neto Búnker: 8.333 kcal/ kg • DENSIDAD: 0.87 KG/LT DE BUNKER • V.C.N. = 1.825 KCAL/KG • 1 GAL BUNKER/1 KG BAGAZO = 15.04 • CONSUMO PROMEDIO DE BUNKER/DÍA = 450 GLNS BUNKER 		
10. Definición de la frecuencia de la recopilación de datos		
Parámetro	Frecuencia	Período
Peso de caña.	Por cada camión	Durante la recepción
Volumen de agua de imbibición.	Por cada tanda que entra a la molienda	Durante la molienda
% de humedad.	Al inicio de las primeras tandas molidas.	Durante la molienda
Responsable por la evaluación:	<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de controlar el proceso y/o asistente. • Personal de control de calidad 	
Cargo:	Jefes de área respectivos	Fecha: A partir de próximas zafras (Julio del 2003)

ANEXO 14.- Continuación /cálculos

BUNKER

VALOR CALORÍFICO NETO DEL BUNKER: 8.333 Kcal/Kg
DENSIDAD: 0.87 KG/LT DE BUNKER

$$8.333 \text{ KCAL/KG} * 0,87 \text{ KG/LT} * 3,785 \text{ LTS/1 GLN} = 27.440,15 \text{ KCAL/GL.}$$

BAGAZO

SEGÚN FORMULA

$$V.C.N.= 4250 - 4850 W$$

W= HUMEDAD DEL BAGAZO

$$W = 50 \% (0.50)$$

$$V.C.N= 4.250 - 4.850 (0.5)$$

$$V.C.N = 4.250 - 2425 = 1825$$

$$V.C.N. = 1.825 \text{ KCAL/KG}$$

RESUMEN

$$1 \text{ GLN BUNKER} \text{ ----} \rightarrow 27.440,15 \text{ KCAL}$$

$$1 \text{ KG BAGAZO} \text{ ----} \rightarrow 1825 \text{ KCAL}$$

$$27.440,15 \text{ KCAL}/1825 \text{ KCAL} = 15.04$$

$$1 \text{ GAL BUNKER}/1 \text{ KG BAGAZO} = 15.04$$

$$1 \text{ GALÓN DE BUNKER} \text{ ----} \rightarrow 15,04 \text{ KG DE BAGAZO}$$

DATOS DE CALDERA (TRABAJÓ EN AÑOS ANTERIORES)

PRESIÓN: 30 P.S.I.

CONSUMO PROMEDIO DE BUNKER/DÍA = 450 GLNS BUNKER

$$\text{COSTO} = 450 \text{ GLNS} * \$ 0.80/\text{GLNS} = \$360 / \text{DIARIOS DE CONSUMO DE BUNKER}$$

$$\$360 / \text{DÍA} 26 \text{ DIAS DE TRABAJO/MES} * 6 \text{ MESES/SEMESTRE} = \$ 56.160/\text{SEMESTRE EN BUNKER (AHORRO)}$$

$$15.04 (450) = \mathbf{6.768 \text{ KG DE BAGAZO} = 450 \text{ GLNS BUNKER}}$$

SE DISPONE DE BAGAZO/DIARIAMENTE:

17.025 KG GENERADOS A PARTIR DE 57 TONELADAS DE CAÑA QUE SE MUELE DIARIAMENTE

17.025 KG DE BAGAZO, EL 40 % (6.810 Kg) ESTÁ DESTINADO A PRODUCIR VAPOR Y EL 60 % (10.257 KG) A PRODUCIR ABONO ORGÁNICO (COMPOST)

ANEXO 15.

RESUMEN DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA – CASO 3

**Fuente: Manual de Mediciones, Propiedad del Centro Ecuatoriano de
Producción más limpia,**

ANEXO 15.- Resumen de datos para evaluación económica – caso 3

– Costo del Cambio

Adquisición del cuarto molino colocado en la línea de molienda		
Total		\$ 10.000
– Costo operacional antes de P+L		
Costo de bunker: \$ 0.80/galón		
Consumo Diario de bunker: 450 galones		
Total		\$ 360.0/día
– Costo operacional después de P+L		
Se considera que para operar diariamente durante la producción se requiere 450 galones de Bunker cuyo equivalente en bagazo es 6.8 Ton, y su costo es de \$ 4.5/Ton. internamente		
Total		\$30.6/6.8 ton diarias
– Beneficio económico		
Se considera el costo de consumo de bunker generado en 6 meses (zafra):		\$ 56160/ AHORRO DE BUNKER POR SEMESTRE
\$360 * 26 Días * 6 meses de Trabajo Continuo		
Costo de consumo de bagazo generado en 6 meses:		
6.8 Ton * \$4.5/ton * 26 días * 6 meses de trabajo		\$ 4773.6/COSTO DEL BAGAZO POR SEMESTRE
AHORRO ECONÓMICO/EVITAR CONSUMO DE BUNKER		
Total		\$ 51.386.4 AHORRADOS POR EVITAR CONSUMO DE BUNKER

Bibliografía

1. INSTITUTO CUBANO DE INVESTIGACIONES DE LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR. Manual de los Derivados de la caña de azúcar. Segunda Edición. Grupo de Países Exportadores Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar (GEPLACEA) 1990.
2. CENTRAL DE PRODUCTORES DE AZÚCAR Y ALCOHOL DEL ESTADO DE SAO PAULO. Fermentación. Coordinación del Departamento Técnico y División de Desarrollo de Recursos Humanos. 1998.
3. SHARMA MAHENDER. Producción de Etanol a partir de la Caña de Azúcar para Exportar y Usos como Mezcla con Gasolina en Guyana. Tesis-OLADE. 2002.

