

T-PPMH
6143
AUHa.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

**“ APLICACIÓN DE TECNICAS DE PRODUCCION MAS
LIMPIA EN LA INDUSTRIA DE SODERAL ”**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

ESPECIALISTA EN PRODUCCION MAS LIMPIA

Presentada por:

LUIS FERNANDO LAHING BALLADARES

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

2004

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo. Un especial agradecimiento al Ing. Eduardo Orcés, Director de Tesis y al Dr. Alfredo Barriga, Director del Programa de Producción, por su constante apoyo.

DEDICATORIA



A MI DIOS CELESTIAL

A MI MADRE

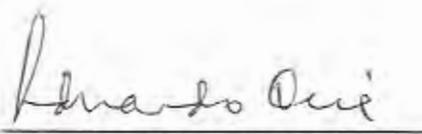
A MIS ABUELOS

A MI HERMANA MONICA, YA
FALLECIDA

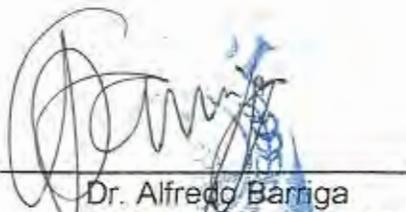
A MIS HERMANAS CRISTINA
Y CAROLINA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN


Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP


Ing. Eduardo Orcés
DIRECTOR DE TESIS


Ing. Luis Bonilla
EVALUADOR


Dr. Alfredo Barriga
DIRECTOR DEL PROGRAMA

UNIVERSIDAD
ZONALLANAS

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Ing. Luis F. Aujing B.

ÍNDICE DE GENERAL

	Pag.
INDICE GENERAL.....	II
INDICE DE FIGURAS.....	V
INDICE DE TABLAS.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
I. ANTECEDENTES, JUSTIFICACION Y OBJETIVOS.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivos Generales.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
II. METODOLOGIA DE PRODUCCION MAS LIMPIA.....	6
2.1. Obtención del respaldo real y participativo de la Dirección de la Empresa.....	6
2.2. Formación del Eco-Equipo.....	6
2.3. Recopilación de Datos de la Empresa.....	7
2.4. Obtención de la información acerca de los procesos.....	9

2.5. Resumen de la evaluación de los datos.....	14
2.6. Elaboración del Lay-Out de la Empresa.....	17
2.7. Análisis Cuantitativo del Proceso Productivo de Obtención del Alcohol a partir de la Melaza.....	
2.8. Indicadores y Plan de Monitoreo.....	17
2.9. Elaboración de la Ficha de los Principales Indicadores.....	19
2.10. Recopilación de Datos Cuantitativos y Económicos del Proceso Productivo.....	23
2.11. Identificación de Oportunidades de Prevención de la Contaminación.....	26
2.12. Evaluación de la identificación de oportunidades de prevención de la contaminación.....	30
2.13. Selección de los Casos de Estudio.....	34
III. CASOS DE ESTUDIOS SELECCIONADOS.....	35
3.1. Desarrollo del Caso de Estudio No.1: Emisiones de SO ₂	36
3.1.1. Descripción del Caso de Estudio No.1.....	36
3.1.2. Objetivos.....	36
3.1.3. Procedimiento de Cálculo.....	37
3.1.4. Aspectos Económicos de la Solución.....	37
3.2. Desarrollo del Caso de Estudio No.2: Aislamiento Térmico.....	43
3.2.1. Descripción del Caso de Estudio No.2.....	45
3.2.2. Objetivos.....	45

3.2.3. Procedimiento de Cálculo.....	46
3.2.4. Aspectos Económicos de la Solución.....	46
3.3. Desarrollo del Caso de Estudio No. 2: Planta de Tratamiento Anaerobio.....	51
3.3.1. Descripción del Caso de Estudio No.3.....	52
3.3.2. Objetivos.....	52
3.3.3. Procedimiento de Cálculo.....	55
3.3.4. Aspectos Económicos de la Solución.....	55
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES.....	58
APENDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Fig. 2.1 Severidad de materias primas y auxiliares.....	13
Fig. 2.2 Impactos a terceros.....	13
Fig. 2.3 Frecuencia de los eventos.....	14
Fig. 2.4 Lay-out de la empresa.....	15
Fig. 3.1 Propiedades del combustible.....	39
Fig. 3.2 Concentraciones de SO ₂ vs. Distancia – condiciones actuales	41
Fig. 3.3 Concentraciones de SO ₂ vs. Distancia – condiciones futuras	42
Fig. 3.4 Pérdidas de energía para una tubería de 8 in a 0 mph y 80°F de temperatura ambiente.....	47
Fig. 3.5 Pérdidas de energía para una tubería de 12 in a 0 mph y 80°F de temperatura ambiente.....	48
Fig. 3.6 Variación del espesor del aislamiento térmico.....	48
Fig. 3.7 Pérdidas de energía para una tubería de 8 in a 4.5 mph y 86°F de temperatura ambiente.....	50
Fig. 3.8 Pérdidas de energía para una tubería de 12 in a 4.5 mph y 86°F de temperatura ambiente.....	50



ÍNDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla 1	Integrantes del Eco-equipo.....	7
Tabla 2	Información de la empresa.....	8
Tabla 3	Comparación cualitativa global de las entradas y salidas del proceso de producción.....	10
Tabla 4	Flujograma del proceso del alcohol etílico rectificado extraneutro.....	10
Tabla 5	Priorización de las oportunidades encontradas.....	15
Tabla 6	Priorización desde el punto de vista económico, político y ambiental.....	16
Tabla 7	Flujograma detallado del proceso del alcohol etílico rectificado extraneutro.....	18
Tabla 8	Indicadores principales del proceso seleccionado.....	20
Tabla 9	Ficha del plan de monitoreo.....	21
Tabla 10	Ficha del indicador de emisión de SO ₂	23
Tabla 11	Ficha del indicador de temperatura superficial.....	24
Tabla 12	Principales productos y servicios.....	26
Tabla 13	Principales materias primas.....	27
Tabla 14	Principales insumos y auxiliares.....	27
Tabla 15	Categorías de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones.....	31
Tabla 16	Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones.....	32
Tabla 17	Prevención y minimización de desechos con buenas prácticas operacionales.....	33
Tabla 18	Adecuación y reducción del impacto ambiental con tratamiento, re-uso y reciclaje.....	33
Tabla 19	Oportunidades o problemas encontrados en las etapas del proceso.....	34
Tabla 20	Casos de estudios seleccionados.....	35
Tabla 21	Concentraciones de SO ₂ en la chimenea de las calderas..	38

Tabla 22	Costo de mantenimiento de los tanques.....	44
Tabla 23	Pérdidas de energía a través de las tuberías por año.....	49
Tabla 24	Costo del cambio del aislamiento térmico.....	52
Tabla 25	Equivalencia de accesorios.....	52
Tabla 26	Parámetros de las muestras de efluentes tomadas.....	54

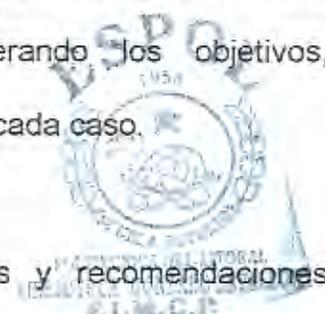
INTRODUCCION

El presente trabajo trata de la aplicación de la metodología aprendida en el Programa de Producción Mas Limpia (ESPOL) a una industria local. La finalidad es de encontrar casos de estudios en donde la planta encuentre oportunidades de invertir para mejoras en la producción considerando los puntos de vista económico y ambiental principalmente.

Este trabajo describe los pasos que se siguieron para la aplicación de la metodología en una planta seleccionada. Para el presente estudio se seleccionó la Planta de Soderal, la cual es una planta que produce principalmente Alcohol Etilico Rectificado Extraneytro.

La selección de tres casos de estudios se basó en un análisis de aspectos políticos, ambientales y económicos. El presente trabajo también incorpora el desarrollo de los casos seleccionados considerando los objetivos, procedimiento de cálculos y aspectos económicos de cada caso.

Finalmente este trabajo termina con conclusiones y recomendaciones basadas en la aplicación de la metodología y del análisis de los casos de estudios seleccionados.



CAPITULO 1

1.- ANTECEDENTES, JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

1.1.- Antecedentes

El presente trabajo se basa en la aplicación de la metodología de Producción Más Limpia en una industria local. La industria seleccionada fue Soderal la cual produce Alcohol Etilico Rectificado Extraneutro teniendo como materia prima la Melaza. La oportunidad de encontrar mejoras en el proceso de producción, disminución de costos, manejo de desechos, evaluación de impactos y otros aspectos, fueron bien vistos por parte de la Gerencia de Planta, la cual apoyó desde el primer momento la iniciativa a esta nueva metodología.

Soderal es una empresa mediana que tiene su principal meta la exportación de sus productos al mercado internacional en especial

al mercado europeo. Actualmente posee la certificación internacional de la ISO-9000 y una auditoría ambiental en su planta ubicada en la parroquia de Marcelino Maridueña. Adicionalmente, ellos tienen planificado la ampliación de su planta con la finalidad de aumentar su producción.

1.2.- Justificación

El presente trabajo identifica oportunidades para mejorar el proceso productivo de la empresa, posibles impactos ambientales, oportunidades de disminuir costos de producción basados en alternativas como buenas prácticas operacionales, análisis del proceso y tecnologías, análisis del producto, análisis de la materia prima, y del reciclado y tratamiento de desechos.

1.3.- Objetivos

1.3.1.- Objetivos Generales

- Aplicación de la Metodología de Producción Mas Limpia en una planta local.

- Selección de tres casos de estudio basados en la metodología aplicada.
- Desarrollo y análisis de los tres casos de estudios seleccionados.

1.3.2.- Objetivos Específicos

- Ahorro de energía mediante el análisis térmico del aislamiento en las tuberías de vapor.
- Disminución de concentración de SO_2 a nivel del suelo en la planta.
- Análisis de la aplicación del tratamiento anaerobio de los efluentes de la planta (vinaza-flegmasa).

CAPITULO 2

2.- METODOLOGIA DE PRODUCCION MAS LIMPIA

La metodología del Programa de Producción Mas Limpia tiene como su principal pilar la participación de la empresa en el mismo. El programa en sí se basa en el análisis de información recopilada a través de cinco manuales, el primer manual realiza una pre-auditoría en donde recopila información básica de la empresa como ubicación, producción, importaciones, entre otros; el segundo manual realiza un diagnóstico ambiental de los procesos y gestión de los residuos que se generen a través de un análisis de los procesos productivos de la empresa; el manual tres realiza una evaluación de los aspectos legales de la empresa con relación a los aspectos ambientales; el manual cuatro realiza una evaluación del proceso mas detallado a través de un balance de materiales y la selección de los casos de estudio; y finalmente el manual cinco realiza el desarrollo de los casos de estudios con sus respectivos análisis económicos. A continuación se muestra la

información y aspectos más relevantes de los manuales anteriormente mencionados y de la aplicación del programa en la empresa.

2.1.- Obtención del respaldo real y participativo de la Dirección de la Empresa.

El apoyo brindado por la gerencia de la Planta, Ing. Mario Aguilera, a través del cual dió a conocer por comunicado en toda la planta la importancia de la participación y el involucramiento de los diferentes jefes departamentales al trabajo que se realizó. Para esto se realizó una charla informativa en donde se dió a conocer los alcances del presente trabajo y se conformó al Eco-Equipo.

2.2.- Formación del Eco-Equipo

El eco-equipo es el conjunto de personas cuya finalidad es de difundir en la planta sobre el Programa de Producción Mas Limpia y de dar su apoyo a la aplicación de la metodología. La formación del Eco-equipo se realizó a través de una charla explicativa en donde estuvieron presentes los jefes de cada área y posteriormente de aquellos que habían ayudado con el presente trabajo hasta el

momento de realizar la exposición. A continuación se indican las personas que formaron parte del Eco-Equipo.

TABLA 1

INTEGRANTES DEL ECO-EQUIPO

Nombre	Sección	Cargo	Formación
Manuel Vargas	Planificación y Producción	Jefe de Producción	Ing. Mecánico
Gladis Espinoza	Laboratorio	Jefe de Laboratorio	Ing. Químico
Mario Aguilera	Gerencia	Gerente de la Planta	Ing. Químico
Maritza Pillajo	Secretaría	Secretaria de Gerencia	Secretaria
Miguel López	Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	Ing. Eléctrico
Luis Arellano	Bodega	Supervisor de Bodega	Ing. Industrial

2.3.- Recopilación de Datos de la Empresa.

Los datos recopilados de la empresa fueron tomados en diferentes visitas que se realizaron en la planta a través de los miembros del Eco-Equipo. A continuación se indica la información más relevante con relación a su ubicación.

TABLA 2
INFORMACION DE LA EMPRESA

Zona urbana		X	Zona rural	
Zonificación municipal				
Tipo	Clasificación		Tipo	Clasificación
	Zona residencial			Zona de transición
	Zona mixta		X	Zona industrial
PROPIEDAD				
ESTADO DEL PREDIO				MARCAR CON UNA X
PREDIO Y EDIFICIOS PROPIOS				X
PREDIO Y EDIFICIOS ALQUILADOS				
PREDIO Y EDIFICIOS EN COMODATO				
OTROS Y PLANES DE RE-UBICACIÓN O COMPRA (especificar):				
ÁREAS DE LA EMPRESA				
DESCRIPCIÓN				ÁREA (m² o ha – especificar)
AREA PROCESOS PRODUCTIVOS				2.5 ha
AREA BODEGAS				0.028 ha
AREA TOTAL EQUIPOS DE FUERZA Y TANQUES COMBUSTIBLE				0.059 ha
AREA DESTINADA AL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y OTROS DESECHOS				No Aplica
OTRO TIPO DE USO: Expansión				2.5 ha
ÁREA TOTAL PREDIO				5 ha
VECINDAD				
DESCRIPCIÓN				DISTANCIA (m)
RESIDENCIAS				200
INDUSTRIAS				Papelera Nacional (A lado)

	San Carlos (Al frente)
COMERCIO	200
GUARDERÍAS, ESCUELAS O COLEGIOS	1000
HOSPITALES O CASAS DE SALUD	1000
AEROPUERTO	700 (Pista para Avionetas)
CUARTELES o CAMPOS DE ENTRENAMIENTO MILITAR	No hay
DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLES U OTROS PRODUCTOS PELIGROSOS	3,000
HUERTOS U OTRAS PROPIEDADES DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	300 (Caña de Azúcar)
OTROS QUE CONSIDERE RELEVANTES (ESPECIFIQUE):	

2.4.- Obtención de la Información acerca de los procesos.

El análisis del proceso de producción en la planta se realizó a través de una comparación cualitativa global de las entradas y salidas del proceso productivo como en cada una de sus etapas, tal como el proceso para la elaboración del alcohol etílico rectificado extraneuro con la finalidad de identificar diferentes puntos del proceso productivo en los cuales se pueda generar diferentes tipos de desechos como lodos de decantación, efluentes (vinaza, flegmasa), entre otros. A continuación se muestra el proceso productivo seleccionado.

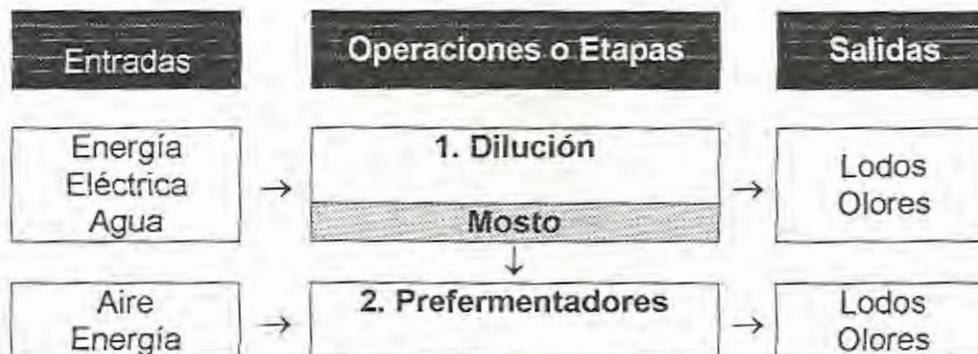
TABLA 3

COMPARACIÓN CUALITATIVA GLOBAL DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

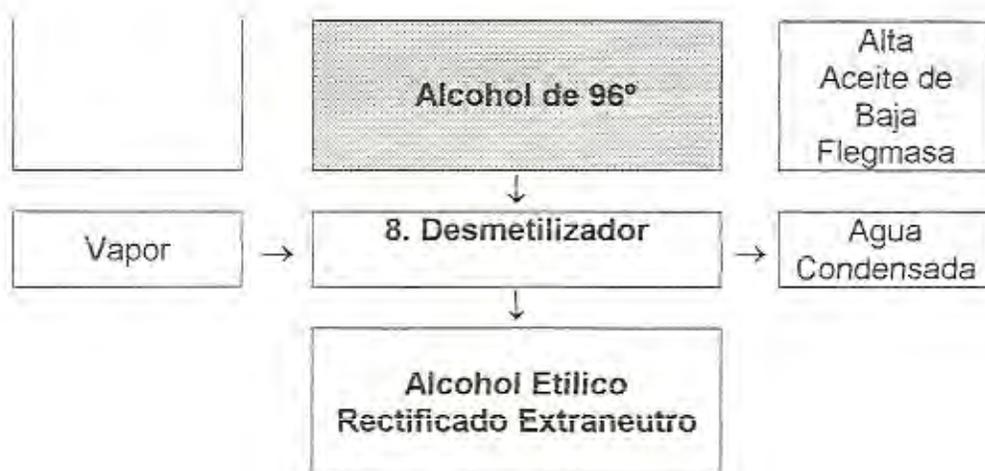


TABLA 4

FLUJOGRAMA DEL PROCESO DEL ALCOHOL ETILICO RECTIFICADO EXTRANEUTRO







Posteriormente de identificar las entradas y salidas en cada etapa del proceso seleccionado que en este caso fue del Alcohol Etílico Rectificado Extraneutro, se aplicó la planilla de aspectos ambientales con la finalidad de obtener las prioridades de los diferentes aspectos ambientales del proceso. La planilla evalúa los posibles impactos ambientales a través de los grados de severidad de lo que ingresa en cada proceso de producción y de lo que sale. Así tenemos como ejemplo que en la primera etapa del proceso es la dilución, lo que ingresa en esta etapa es el consumo de energía eléctrica, consumo de agua y se generan lodos y olores. Para la materia prima o auxiliares se evaluaron a través de la siguiente tabla en donde toman diferente valores dependiendo si el producto al usar es peligroso o no peligroso.

MP - Materias primas y auxiliares		
Consumo / mes	Severidad	
	Producto peligroso	Producto no peligroso
Hasta 30% del consumo total	2	1
31 a 60% del consumo total	3	2
61 a 100 % del consumo total	4	3

FIGURA 2.1.- SEVERIDAD DE MATERIAS PRIMAS Y AUXILIARES

Para evaluar los posibles impactos que puedan originar lo que se genere en esta etapa del proceso, se evalúa dentro de un rango del 1 al 5, lo que indica que si su valor fuese de 1 tiene menos impacto que aquel que fuese de 5. Adicionalmente se consideran los daños o impactos a terceros, es decir si lo que se genera en la etapa del proceso influye dentro o fuera de los límites de la planta como por ejemplo el ruido; para esto se utilizó la siguiente tabla siguiente.

Alcance	Descripción	Puntaje
Local	Restringido a los límites del local de trabajo	1
Regional	Restringido a los límites de la empresa	3
Global	Alcanza áreas más allá de los límites de la empresa Afecta toda la comunidad	5

FIGURA 2.2.- IMPACTOS A TERCEROS

Adicionalmente, la planilla considera la frecuencia con que ocurre determinadas acciones dentro de las etapas del proceso dividiéndose en niveles esporádicos, frecuente y continua, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Frecuencia	Descripción	Peso
Esporádica	El aspecto ocurre de forma esporádica, irregular. Ejemplo: ruptura de la tubería con vertido de producto químico.	1
Frecuente	El aspecto ocurre de forma frecuente (semanal, quincenal, mensual). Es planificado. Ejemplo: cambio de aceite de una máquina.	2
Continua	El aspecto ocurre de forma continua, cuando esta actividad es realizada. Ejemplo: consumo de agua y energía eléctrica.	3

FIGURA 2.3.- FRECUENCIA DE LOS EVENTOS

Finalmente se dan prioridades a través de un análisis de existencia de requisitos legales, medidas de adecuación en la planta y la relevancia del impacto de cada aspecto de entrada y salida de las etapas del proceso productivo. En el anexo A se muestra la planilla ambiental completa y los grados de prioridad obtenidos en las diferentes etapas del proceso productivo seleccionado.

2.5.- Resumen de la evaluación de los datos

A continuación se muestran las diferentes oportunidades encontradas en cada etapa del proceso, con su respectiva priorización desde el punto de vista ambiental.

TABLA 5

PRIORIZACION DE LAS OPORTUNIDADES ENCONTRADAS

Área de la Empresa	Oportunidades o problemas	Plan de acción, estrategias u opciones	Barreras y necesidades	Motivo de la elección	Prioridad*
Area de Producción	Vinaza	Analizar posibles formas de tratamiento y aprovechamiento de la vinaza.	Económico	Ambiental	0
Area de Producción	Olores	Actualizar el estudio de olores con la finalidad de precautelar la salud de los trabajadores.	Económico	Ambiental y Seguridad Industrial	1
Area de Producción y Area de Generación	Ruido	Realizar una auditoría de ruido para precautelar la salud de los trabajadores.	Obtener los equipos de medición (sonómetros)	Ambiental y Seguridad Industrial	2
Area de Producción	Lodos	Realizar estudios y análisis de los lodos de planta con la finalidad de encontrar un posible tratamiento de estos lodos.	Económico	Ambiental	3
Area de Producción	Acido Clorhídrico	Realizar capacitación en la planta sobre el correcto uso y manejo de este tipo de sustancias. Corrosión y efectos en salud	Económico	Ambiental y Seguridad Industrial	4
Area de Producción	Vapores	Realizar un estudio de consumo de vapor en la planta con la finalidad de disminuir el consumo de energía (combustible) en la planta.	Ninguno	Económico	4

* listar en orden descendente por prioridad, utilizando 0, 1, 2 y 3, considerando el 0 como la máxima prioridad.

TABLA 6
PRIORIZACION DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO,
POLITICO Y AMBIENTAL

Nº	Aspectos	Económico	Político	Ambiental	Total	Prioridad*
1	Emisiones de SO ₂	2	2	2	6	2
2	Vinaza y Flegmasa	3	3	3	9	1
3	Olores	1	1	2	4	3
4	Ruido	1	1	1	3	5
5	Lodos	2	2	1	5	4
6	Acido Clorhídrico	1	2	1	4	3
7	Vapor (Aislamiento Térmico)	2	3	1	6	2

1 = Menor, 2 =Medio, 3 = Mayor

Como podemos apreciar en la tabla anterior se da prioridad a los efluentes de vinaza y flegmasa, emisiones de SO₂ y al aislamiento térmico considerando los puntos de vista tanto político, económico y ambiental.



2.6.- Elaboración del Lay-Out de la Empresa.

A continuación se presenta un esquema de las instalaciones de la empresa, cuya finalidad es de darnos una idea del proceso de producción y de sus diferentes etapas.

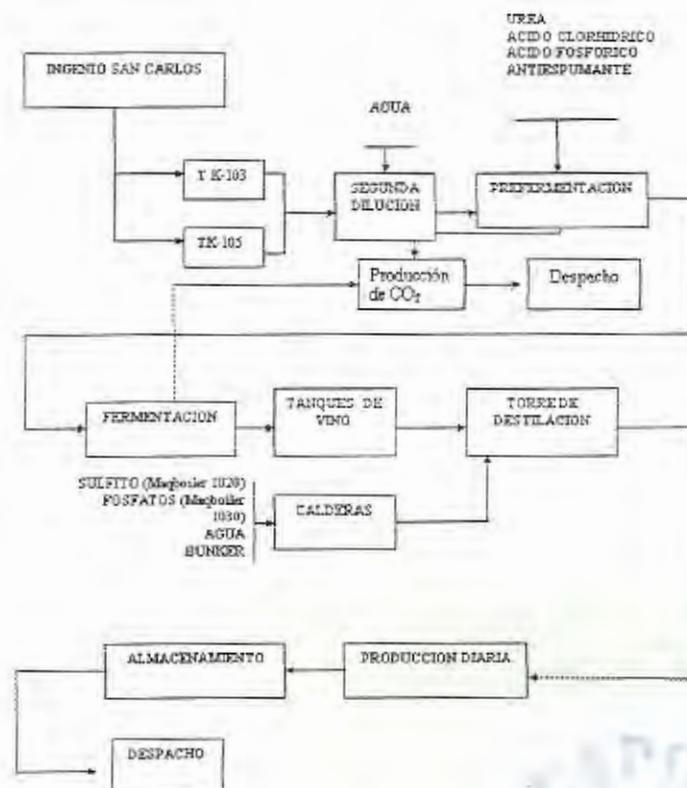


FIGURA 2.4- LAY-OUT DE LA EMPRESA

2.7.- Análisis Cuantitativo del Proceso Productivo de Obtención del Acohol a partir de la Melaza.

Una vez analizada las etapas del proceso productivo desde el punto de vista ambiental, es necesario un análisis cuantitativo más detallado de cada etapa del proceso seleccionado en donde se evalúan las cantidades de materia prima, insumos, auxiliares, consumo de agua, energía y lo que se genera como efluentes líquidos, residuos sólidos, emisiones atmosféricas en cada etapa del proceso productivo. A continuación se muestra los resultados del flujograma completo.

TABLA 7
FLUJOGRAMA DETALLADO DEL PROCESO DEL ALCOHOL ETILICO
RECTIFICADO EXTRANEUTRO

ENTRADAS			PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	Agua	Energía	Etapas	Efluentes Líquidos	Residuos Sólidos	Emisiones Atmosféricas
Melaza = 20000 Gal/d	10-12 GPM	1512.48 KW-h/d	1. Dilución Mosto			
Levadura = 40,000 lb/d Urea = 24Kg/d Acido Fosfórico =6 Kg/d		184.7 KW-h/d	2. Prefermentadores Levadura			
Urea=36 Kg/d Acido Fosfórico=12Kg/d		1147.42 KW-h/d	3. Fermentadores Vino			
Vapor: 3100 Lb/h (T=220°F-222°F, P=5-6 psig) Alcohol = 840 lb/h	11160 lb/h	1534.56 KW-h/d	4. Destrozadora de Vino Alcohol de 65°	Vinaza = 12717.6 lb/h (estimado)		SO ₂ =300 ppm
Vapor: 700 Lb/h (T=219°F-220°F, P=3 psig) Alcohol=7800 lb/h	4200 lb/h		5. Concentrador Alcohol de 93°	Fiegmasa= 4652.78 lb/h (estimado)		
Vapor: 650-750 Lb (T=191°F-195°F, P=3-3.4 psig) Alcohol=11280 lb/h	720 lb/h	258.34 KW-h/d	6. Hidroselectora Alcohol de 15°-30°			
Vapor = 2000 Lb/h (T=220°F-222°F, P=4-4.5 psig) Alcohol=11280 lb/h	720 lb/h	50.78 KW-h/d	7. Concentrador y Rectificadora	Aceite de Alta= 20lb/h		

			Alcohol de 96°	Aceite de Baja= 20 l/h Flegmasa= 797.62 l/h (estimado)
Vapor=1000-1500 Lb/h (T=179°F-180°F, P=3-4 psig) Alcohol=11520 l/h	480 l/h	4.42 KW-h/d	8. Desmetilizador	Alcohol metílico = 15-20 l/h
			Alcohol Etílico Rectificado Extraneuro	
SUBTOTAL				
Melaza= 20000 gal/d Levadura=40,000 lt/d Urea= 60 Kg/d Acido Fosforico= 19 Kg/d Vapor = 8050 lb/h	76.19 GPM Considerando Las torres de Enfriamiento el Consumo es de 400 GPM	4692.7 KW-h/d		Aceite de Alta= 20l/h Aceite de Baja= 20 l/h Alcohol metílico = 15-20 l/h Se estima 80 GPM de Flegmasa y Vinaza SO ₂ = 300 ppm
PRODUCTOS				
			Suma de los productos	Alcohol Etílico Rectificado Extraneuro: 12000 l/h
TOTAL				
Suma total de entradas Melaza= 20000 gal/d Levadura= 40,000 lt/h Urea = 60 Kg/d Acido Fosforito = 19 Kg/d Vapor= 8050 lb/h Consumo de Agua = 400 GPM			Suma total de salidas Aceite de Alta= 20l/h Aceite de Baja= 20 l/h Alcohol metílico = 15-20 l/h Se estima 80 GPM de Flegmasa y Vinaza	Diferencia No Aplica

2.8.- Indicadores y Plan de Monitoreo

Los indicadores son aquellos parámetros que nos ayudan a tomar decisiones dependiendo de su tendencia. A continuación se detallan los principales indicadores de la planta, algunos de ellos han sido utilizados por la planta y existen otros que no.

A continuación describimos los indicadores principales en el proceso de Alcohol Etilico Rectificado Extraneuro.

TABLA 8
INDICADORES PRINCIPALES DEL PROCESO SELECCIONADO

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 melaza (gal) por lt de alcohol etílico producido.	Medir el consumo de la melaza con relación a la producción de alcohol etílico producido.	<u>Consumo de melaza en gal</u> Alcohol etílico producido en lt	0.63	gal/lt		gal/lt
Consumo de agua (Gal) al año por lt de alcohol etílico producido.	Medir el consumo de agua al año en relación a la producción en lt del alcohol etílico producido.	<u>Consumo de agua en la planta en Gal</u> Alcohol etílico producido en lt	19.47	Gal/lt		Gal/lt
Consumo de energía KW-H por lt de alcohol etílico producido.	Medir el consumo de energía en la planta por lt de alcohol etílico producido.	<u>Consumo de energía en la planta KW-H</u> Alcohol etílico producido en lt	0.27	KW-h/lt		KW-h/lt
Consumo de bunker por lt de alcohol etílico producido.	Medir el consumo de búnker por la producción de alcohol etílico.	<u>Consumo de bunker en gal</u> Alcohol etílico producido en lt	0.15	gal/lt		gal/lt
Emisión de SO ₂ en ppm.	Estimar la emisión de SO ₂ y el pH del ambiente.	Medición directa del SO ₂ en ppm por medio del equipo de medición	—	ppm	300	ppm
Generación de energía por consumo de combustible.	Medir la relación del consumo de bunker con relación a la energía generada.	<u>Energía generada en KW-H</u> Consumo de Búnker en gal	0.48	Kw-H/gal		Kw-H/gal
Generación de vinaza-flegmasa por lt de alcohol etílico producido.	Medir la generación de vinaza-flegmasa por lt de alcohol etílico producido.	<u>Generación de Vinaza-Flegmasa en Gal</u> Alcohol Etilico Producido en lt.	3.89	Gal/lt		Gal/lt
Cantidad de DBO ₅ desechada en vinaza-flegmasa.	Estimar la cantidad de DBO ₅ que se desecha en la planta.	Cantidad de DBO ₅	22,000	Mg/lt		mg/lt
Temperatura superficial de las tuberías.	Estimar el consumo de energía en las líneas de vapor.	Medición directa con el equipo de medición	—	°C		
Cantidad de Sólidos Totales en la Vinaza.	Estimar la cantidad de Biogas de la vinaza.	Sólidos Totales	80833.3	mg/lt		mg/lt

Una vez identificados los indicadores principales en la planta, fue necesario la elaboración de una ficha del plan de monitoreo con la finalidad de evaluar los posibles casos de ser seleccionados. A continuación se muestra la ficha del plan de monitoreo.

TABLA 9

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO	
1. METODOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES	
Emisión de SO ₂ :	
1.- Verificar el correcto funcionamiento del instrumento.	
2.- Verificar los pórticos en la chimenea.	
3.- Introducir el sensor en la chimenea.	
4.- Tapar el orificio con la finalidad de evitar el ingreso del aire.	
5.- Sensar por cinco minutos.	
6.- Descansar el equipo por cinco minutos.	
7.- Repetir la medición.	
Temperatura Superficial:	
1.- Verificar el correcto funcionamiento del instrumento.	
2.- Chequear las líneas de vapor y sensar en la parte donde la tubería se encuentre sin aislamiento térmico y sensar en la parte donde la tubería no tiene aislamiento térmico.	
3.- Estimar la longitud de las tuberías.	
2. RECURSOS NECESARIOS	



Para la medición de SO₂ en ppm es necesario el equipo:

- DIOXOR

Para la medición de la Temperatura Superficial:

- Sensor óptico de marca Raytek

3. DEFINICIÓN DE LA FRECUENCIA PARA LA RECOPILACIÓN DE DATOS

Parámetro	Unidad	Punto de la evaluación	Frecuencia	Período
Emsión de SO ₂	ppm	Chimeneas de las calderas	Cada 5 minutos	40 minutos
Temperatura Superficial	°C	Líneas de Vapor	Una vez	N.A.

Responsable por la evaluación: Ing. Luis Auhing

Consultor

Fecha: Junio 18 del 2004

2.9.- Elaboración de la Ficha de los Principales Indicadores.

La ficha del indicador nos permite tener una descripción mas detallada de su uso, clasificación, desarrollo de base de datos, frecuencia, factores de conversión, período de evaluación del indicador. A continuación se indican las fichas de los indicadores que se usaron para la aplicación de los casos de estudios seleccionados en el presente trabajo.

TABLA 10

FICHA DEL INDICADOR DE EMISION DE SO₂

FICHA DE INDICADORES AMBIENTALES	
NOMBRE DEL INDICADOR:	Emisión de SO ₂
Descripción del indicador ambiental	
Indicador ambiental de tipo absoluto. Este indicador se lo lee directamente del equipo portátil que mide dióxido de azufre en base a celdas electroquímicas. Las unidades de este indicado son de ppm (partes por millón). Este indicador está relacionada con la sección de generación de energía eléctrica en la planta. Con este indicador se puede estimar el pH ambiental y la concentración de SO ₂ a nivel del suelo.	
Clasificación y desarrollo de la base de datos	
No existen registros de la medición de este indicador. Deberá seguir las normas de medición de acuerdo al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Deberá medirse cuando las calderas se encuentren en un régimen normal de funcionamiento.	
Determinación de los recursos necesarios	
Para la realización de las mediciones se utilizará el equipo de marca Bachara para medir dióxido de azufre en una concentración menor de 2000 ppm.	

Determinación de los factores de conversión		
Sólo se mide en ppm. 1 ppm = (%)(10 ⁴)		
Definición de la frecuencia, periodo y parámetros para la recopilación de datos		
La norma indica realizar la medición cada cinco minutos durante una hora aproximadamente. La medición se lo realizó cada 5 minutos durante 20 minutos en cada chimenea. La planta posee dos calderas, una 400 BHP y la segunda de 700 BHP, las cuales estuvieron funcionando a régimen normal.		
Parámetro	Frecuencia	Período de la evaluación
SO ₂ (ppm)	Cada 5 minutos	40 minutos
Responsable por la evaluación: Ing. Luis Auhing		
Cargo: Consultor de P+L	Fecha: Junio 18 del 2004	

TABLA 11

FICHA DEL INDICADOR DE TEMPERATURA SUPERFICIAL

FICHA DE INDICADORES AMBIENTALES	
NOMBRE DEL INDICADOR:	Temperatura superficial de las tuberías.
1. Descripción del indicador ambiental	
Indicador de tipo absoluto. Este indicador se lo lee directamente en el instrumento de medición en grados centígrados. Este indicador pertenece a la sección de generación de energía eléctrica y a la sección de destilación en la planta. Con este indicador se puede establecer la cantidad de energía que se pierde o se utiliza en los aislamientos térmicos de las tuberías, y con esto a su vez se estima la cantidad de combustible que se utiliza para proporcionar esa energía térmica.	
2. Clasificación y desarrollo de la base de datos	

No existen registros previos de este indicador en la planta. Debería realizarse la medición por lo menos una vez al año para establecer en que condiciones se encuentra el aislamiento térmico. La metodología consiste en medir la temperatura a través de un sensor óptico en una parte de las líneas de vapor que tengan aislamiento térmico y otra que no tenga aislamiento térmico. Posteriormente a través de un análisis de transferencia de calor por las tuberías se estima la cantidad de energía empleada o que se pierde en el proceso.

3. Determinación de los recursos necesarios

El equipo a usar es un instrumento de medición de temperatura que utiliza un sensor óptico.

4. Determinación de los factores de conversión

Mide directamente °C

$$^{\circ}\text{F} = 1.8(^{\circ}\text{C}) + 32$$

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

Debe de realizarse por lo menos una vez en el año la medición de la temperatura superficial de las líneas de vapor.

Parámetro	Frecuencia	Período de la evaluación
Temperatura Superficial en °C	Una vez	Un año
Responsable por la evaluación: Ing. Luis Auhing		
Cargo: Consultor		Fecha: Junio 18 del 2004



4.10.- Recopilación de Datos Cuantitativos y Económicos del Proceso Productivo

Una vez tenido el análisis más detallado del flujograma del proceso de producción, se prosigue a la recopilación de los costos de los insumos, materia prima, residuos con sus respectivas cantidades. A continuación se muestran en las siguientes tablas los costos de los principales productos, materias primas, insumos y auxiliares de la planta. Cabe señalar que la planta no posee registrado los costos de subproductos, residuos, efluentes y emisiones con sus respectivos tratamientos y disposición final.

TABLA 12

PRINCIPALES PRODUCTOS O SERVICIOS

Nº	Producto / servicio	Cantidad anual	Unidad*
1	Alcohol Etilico Rectificado Extraneutro	10,800,000	Lt
2	Alcohol Anhidro	3,000,000	Lt
3	Alcohol Crudo	4,500,000	Lt
4	Gas Carbónico	300,000	Kg

TABLA 13
PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS

Nº	Materias primas	(A)	(B)	(C = A * B)	Porcentual de	Porcentual de	Finalidad de Utilización
		Cantidad anual (gal)	Costo Unitario (US\$)	Costo Total Anual (US\$)	materia prima que se agrega al producto (%)	materia prima en el producto (%)	
I	Melaza	6,776,372	—	—	100	100	Materia Prima para el proceso de alcohol etílico

Cuadro resumen de la memoria de cálculo

La única materia prima en el proceso es la melaza que la reciben del Ingenio San Carlos, la cual es empleada en un 100% en su proceso. De acuerdo a las visitas realizadas, se pudo cerciorar que la melaza es conducida a través de un sistema de bombeo.

TABLA 14
PRINCIPALES INSUMOS Y AUXILIARES

Nº	Insumos y auxiliares	(A) Cantidad anual (kg)	(B) Costo Unitario (US\$)	(C = A * B) Costo Total Anual (US\$)	Finalidad de Utilización	Producto Peligroso (marque con una x)	Tipo de embalaje
I	Bunker	684,968.2 1 GAL.	0.65	14,757.64	Combustible para la caldera	X	Por Tanquero
II	ACIDO CLORHÍDRICO	279,020	0.18	1,674.12		X	Tachos plásticos de 250 Kg
III	ACIDO CLORHÍDRICO P. F.	237,033	0.18	1,422.20	Controlar ph para la planta de prefermentación.	X	Tachos plásticos de 250 Kg

IV	ACIDO CLORHIDRICO PTA. AGUA	35,144	0.18	210.86	Regeneración para la columna aniónica para la Planta de Tratamiento de Agua	X	Tachos plásticos de 250 Kg
V	ACIDO FOSFORICO	22,325	0.57	424.18	Nutrientes	X	Tachos plásticos de 55 y 35 Kg
VI	UREA	33,350	0.22	244.57	Nutrientes		Sacos de 50 kilos
VII	SAL EN GRANO (LBS)	1,979.6	DESUSO	65.99			
VIII	ACIDO SULFURICO	0	DESUSO	0.00			
IX	SODA CÁUSTICA	28,535	0.46	437.54	Regeneración de la columna catiónica para la Planta de Tratamiento de Agua	X	Tachos plásticos de 250 Kg
X	Microb. Algucida (Algatore 2AFS)	0	DESUSO	0.00			
XI	Microb. Alguc. (Algatore)	4,804	1.25	200.17	Controlar el crecimiento de algas en la torre de enfriamiento.		Tachos plásticos de 250 Kg
XII	Antiespumante	2,970	2.52	249.48	Evitar la formación de espumas en la prefermentación.		Tachos plásticos de 160 Kg
XIII	Secuest. Oxigeno (Exro 820)	210.1	2.26	15.85	Evitar que se piquen los tubos en la caldera.	X	Tachos plásticos de 70 Kg



XIV	Acondic Dureza (Adigoiler 130)	109.7	3.16		Disminuir la dureza del agua.	X	Tachos plásticos de 70 Kg
XV	Catalizador homoginizador	583.52		583.52	Aditivo para el búnker		Tachos metálicos de 250 Kg.
XVI	Diesel	4,051 GAL		4,051			N.A.
XVII	Vapor i.S.C.	54,918,767		1,830,625.57 Lbs			Por tubería desde San Carlos cuando hay buena Zafra
XVIII	Anticrustante Vino	0	DESUSO				
XIX	Anticrustante Torre	0	DESUSO				
XX	Algicida 2 (Bac)	0	DESUSO				
XXI	Inhibidor de Incrustación (Magbolier 1040)	87.35	3.16		Evitar incrustaciones en la caldera.	X	Tachos plásticos de 70 Kg.
XXII	Levadura	122			Cepas para empezar el proceso de prefermentación.		Cartón con 30 fundas de 0.5 Kg cada una.
XXIII	Kamoram	28		0.93	Antibiótico para la prefermentación.	X	Cajas de 10 Kg (Contienen 20 fundas del producto)
XXIV	Sulfato de Magnesio	950		31.67	Nutriente para la prefermentación.		Sacos de 50 Kg.
XXV	Carbón Activado Eco-k90 8*20	30		1.00	Disminuir o quitar el olor en la planta de CO2		Sacos de 50 Kg.
XXVI	Carbón Activado Eco-K90 4*8	100		3.33	Disminuir o quitar el olor en la planta de CO3		Sacos de 50 Kg.

XXVII	Alcohol Isopropílico	1,092.42	0.91	33.14	Para producir alcohol desnaturalizado.	X	
XXVIII	Permanganato de Potasio		3.7		Quitar el olor del CO2	X	Tachos metálicos de 50 Kg.
XXIX	Carbonato de Sodio		0.28		Para que no se sature el permanganato de potasio.	X	Fundas Plásticas de 50 Kg.
XXX	Refrigerante 404A(24 Lbs)		5.00		Refrigerante en la planta de CO2	X	Recipiente a presión.
XXXI	Refrigerante 22 (50 Lbs)		1.32		Refrigerante en la planta de CO2	X	Recipiente a presión.

2.11.- Identificación de Oportunidades de Prevención de la Contaminación

Una vez cuantificado y analizado cada etapa del proceso productivo seleccionado, se prosigue con la identificación de las posibles oportunidades de prevención de la contaminación mediante la utilización de categorías para identificar cada subproducto, desecho, residuo, efluentes y emisiones. Posteriormente se hace un análisis con referencia de cada residuo con un determinado grupo tal como buenas prácticas operacionales, proceso y tecnología, producto, materia primas, reciclado y tratamiento. A continuación se muestran en las

siguientes tablas cada categoría y sus posibles alternativas de minimización.

TABLA 15

**CATEGORÍAS DE LOS SUBPRODUCTOS,
DESECHOS, RESIDUOS, EFLUENTES Y EMISIONES**

Nº	Categorías	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	Materia prima no utilizada									
2	Productos no comercializados									
3	Impurezas o sustancias secundarias en las materias	X	X							
4	Subproductos inevitables o desechos			X	X		X			
5	Residuos y subproductos no deseados	X	X							
6	Materiales auxiliares utilizados									
7	Sustancias producidas en la partida o parada de									
8	Lotes mal producidos o rechazos									
9	Residuos y materiales de mantenimiento									
10	Materiales de manipulación, transporte y almacenaje									
11	Materiales de muestreo y análisis									
12	Pérdidas debido a evaporación o emisiones					X		X	X	X
13	Materiales de disturbio operacionales o de fugas									
14	Material de embalaje									

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

I	Lodos	VI	Ruido
II	Vinaza y Flegmasa	VII	SO ₂
III	Aceite de Alta	VIII	NO _x
IV	Aceite de Baja	IX	CO ₂
V	Olores	X	

TABLA 17

PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE DESECHOS CON BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES

Nº	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Revisar y Mejorar la combustión en la caldera							X	X	X			
2	Revisar la Eficiencia del Proceso tanto en Fermentación y en Destilación	X	X	X	X	X							
3	Utilizar la correspondiente protección auricular							X					
4	Reparar la caseta de protección auricular.							X					
5	Seguridad industrial (sistema contra-incendio y señalización principalmente)			X	X	X	X	X	X	X	X		

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

I	Lodos	VII	SO ₂
II	Vinaza y Flegmasa	VIII	NO _x
III	Aceite de Alta	IX	CO ₂
IV	Aceite de Baja	X	
V	Olores	XI	
VI	Ruido	XII	

TABLA 18

ADECUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL CON 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												
1	Tratamiento a través de una planta anaeróbica aprovechando el biogas obtenido.		X										
2	Planta de Tratamiento a través de secado y extrusado.	X											

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

I	Lodos
II	Vinaza y Flegmasa

12.- Evaluación de la identificación de oportunidades de prevención de la contaminación

A continuación se indican las acciones a ser adoptadas en las oportunidades encontradas en la etapa del proceso correspondiente.

TABLA 19

OPORTUNIDADES O PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LAS ETAPAS DEL PROCESO

del área	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y/o necesidades
Operación	Lodos de fondo de los tanques de pre-fermentación y fermentación	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Investigar los diferentes mercados que se podrían tener por la venta del lodo compactado como alimento para el ganado. 2.- Investigar de que manera se pueda secar y compactar el lodo. 	No existen barreras de parte de la gerencia de la planta.
Operación	Emisión de SO ₂	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Verificar si las emisiones de SO₂ de las chimeneas contribuyen con la corrosión. 2.- Estudiar la manera de aplicar protección catódica a los tanques del proceso. 	No existen barreras de parte de la gerencia de la planta.
Operación	Vinaza y Flegmasa	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Estimar la cantidad de metano que se pueda obtener en un proceso anaeróbico de la vinaza. 2.- Revisar plantas anaeróbicas aplicables para la vinaza. 	Cambiar el enfoque que tiene la planta sobre la cantidad de biogas que se pueda obtener en el proceso.
Operación	Aislamiento térmico de las líneas de vapor.	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Sensar la temperatura superficial de la tuberías sin aislamiento térmico y con aislamiento térmico. 2.- Estimar la longitud de las tuberías de vapor. 3.- Calcular la variación de la temperatura con el espesor del aislamiento térmico. 4.- Calcular la energía pérdida debido al aislamiento. 	No existen barreras de parte de la gerencia de la planta.

2.13.- Selección de los Casos de Estudio.

En la siguiente tabla se muestran los casos de estudio seleccionados dependiendo de las consideraciones ambientales (planilla de aspectos ambientales), de las oportunidades encontradas en el proceso y de la política de la planta.

TABLA 20

CASOS DE ESTUDIOS SELECCIONADOS

ESTUDIO DE CASO	NOMBRE DEL ESTUDIO	MOTIVO DE ELECCION
1	Emisiones de SO ₂	Concentraciones Altas de SO ₂
2	Aislamiento Térmico	Consumo de Energía Térmica
3	Vinaza	Concentraciones de DBO ₅



CAPITULO 3

3.- CASOS DE ESTUDIOS SELECCIONADOS

3.1.- Desarrollo del Caso de Estudio No.1: Emisiones de SO₂

3.1.1.- Descripción del Caso de Estudio No. 1

La planta de Soderal posee en sus instalaciones dos calderas las cuales son utilizadas con dos finalidades, la primera para obtener vapor saturado para el proceso y la segunda para generar energía eléctrica a través de una turbina de vapor.

Las chimeneas de las calderas poseen una altura de 6 metros de altura a partir de las calderas y medidos desde nivel de suelo de 10 m de altura. Para nuestro análisis definiremos a la caldera número uno como aquella caldera que posee una potencia de 700 BHP con un consumo de

2500 gal/d con un diámetro interno de chimenea de 1.10 m, y definiremos a la caldera número dos como aquella caldera que posee una potencia de 400 BHP con un consumo de 2000 gal/d con un diámetro interno de chimenea de 0.80 m.

3.1.2.- Objetivos

Los objetivos de este primer caso de estudio se enumeran a continuación:

- Determinar las emisiones de SO_2
- Estimar las concentraciones de SO_2 a nivel del suelo.
- Verificar si la altura de las chimeneas permiten que las concentraciones de SO_2 a nivel del suelo se encuentren dentro de los parámetros establecidos en la regulación ecuatoriana.
- Verificar si estas emisiones contribuyen al ambiente corrosivo en la planta.

3.1.3.- Procedimiento de Cálculo

Para determinar las condiciones de funcionamiento de las calderas se comparó los resultados de las mediciones de SO_2

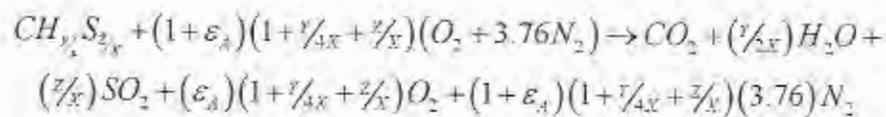
tomadas en la planta con el cálculo teórico de concentración. Las mediciones realizadas se tomaron cada 5 minutos, con intervalos de 5 minutos de descanso, este proceso se realizó durante media hora.

A continuación mostramos los resultados de las mediciones realizadas en la tabla siguiente:

TABLA 21
CONCENTRACIONES DE SO₂ EN LA
CHIMENEA DE LAS CALDERAS

Caldera 1 (SO ₂ en ppm)	Caldera 2 (SO ₂ en ppm)
320	630
320	626
286	618
272	613
262	608
308	608
373	637
385	651
392	658
410	663
414	662
417	666
417	667
418	672

Basado en la teoría de la combustión se utilizó la siguiente correlación:



El combustible utilizado es Fuel Oil No. 6 proveniente de la refinería de la Libertad, la cual posee las siguientes características: densidad específica 15.6/15.6 de 0.9574 con 0.032% en peso de cenizas, 1.31% en peso de azufre y 0.1% en peso de agua. Basado en aproximaciones teóricas podemos estimar el % de hidrógeno y el % de carbono mediante las siguientes correlaciones:

$$\begin{aligned} \%H &= 26 - 15\gamma \\ \%C &= 100 - \%H - \%S - \%Cenizas \end{aligned}$$

De acuerdo a esto podemos indicar que el combustible tiene la siguiente formulación química y relación estequiométrica de aire/combustible como se muestra a continuación:

The screenshot shows a software window titled "Combustión - Propiedades del Combustible". It contains a table of input fields for fuel properties and a section for calculated stoichiometric ratios.

Propiedad	Valor
Gravedad Específica	0.9574
(%) Contenido de Azufre	1.31
(%) Contenido de Cenizas	0.032
(%) Contenido de Agua	0.1

$\left(\frac{\text{Kg de Aire}}{\text{Kg de Combustible}} \right) = 14.079787$	
%H =	11.829
%C =	88.919

Buttons:

Chemical formula: $C_{7.243} H_{11.63} S_{0.409}$

FIGURA 3.1 .- PROPIEDADES DEL COMBUSTIBLE

A continuación se obtiene que la concentración de SO_2 en base seca la cual es la que mide el instrumento y con un exceso de 10% de exceso de aire es la siguiente:

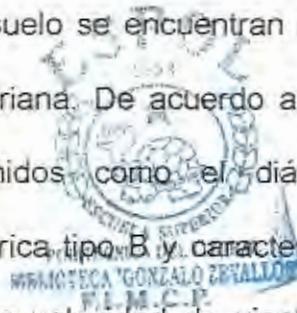
$$\%SO_2 = \frac{\%}{1 + \% + (\epsilon_a)(1 + \%_{Ar} + \%_X) + (1 + \epsilon_a)(1 + \%_{Ar} + \%_X)(3.76)}$$

$$\%SO_2 = \frac{0.005646}{1 + 0.00564 + 0.1(1 + 1.6056/4 + 0.005646) + (1 + 0.1)(1 + 1.6056 + 0.005646)(3.76)}$$

$$\%SO_2 = 8.1062 \times 10^{-2} \Rightarrow 810.63 \text{ ppm}$$

Con este resultado podemos indicar que la caldera se encuentra funcionando bien debido que la concentración medida se encuentra por debajo de la concentración calculada (base 10% exceso de aire).

El siguiente paso a seguir es determinar si la concentración de las emisiones a nivel del suelo se encuentran dentro del límite de la legislación ecuatoriana. De acuerdo a los datos técnicos y resultados obtenidos como el diámetro de chimenea, estabilidad atmosférica tipo B y características de combustible, se consideró una velocidad de viento baja (2 m/s) con la cual se obtuvieron las siguientes concentraciones como se muestra el gráfico a continuación:



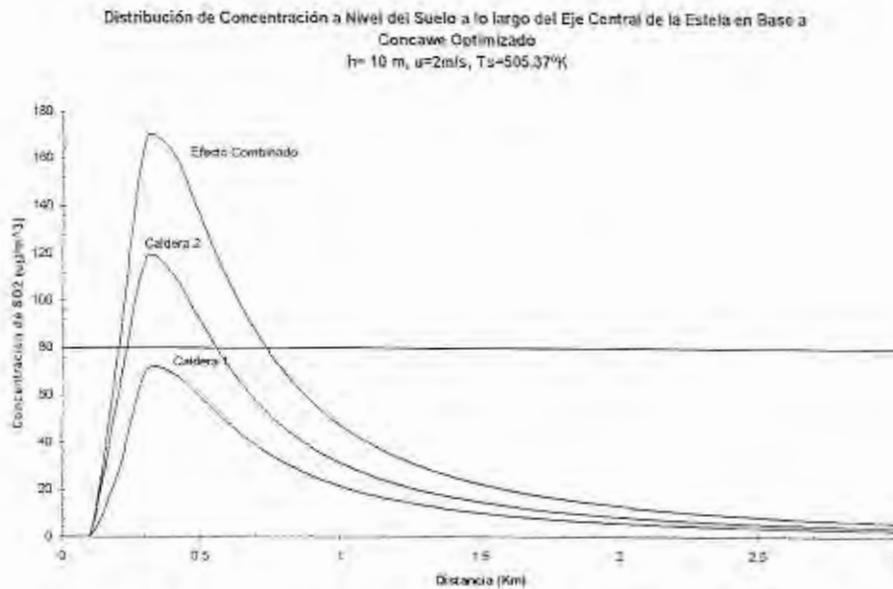


FIGURA 3.2.- CONCENTRACIONES DE SO_2 VS. DISTANCIA – CONDICIONES ACTUALES

Como podemos apreciar en la gráfica la caldera 1 se encontraría en el rango de lo estipulado por la regulación, es decir por debajo de los $80\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ a nivel del suelo, sin embargo la caldera 2 no se encontraría dentro del rango alcanzando su máxima concentración de $117.4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ a 330 m de la fuente.

Por tanto, al aumentar la altura de las chimeneas disminuiría la concentración de SO_2 a nivel del suelo. Adicionalmente, debe de considerarse el efecto combinado de las dos chimeneas tal como se muestra en la gráfica. Por esta razón, es necesario aumentar la altura de la chimenea hasta 20 m y

reducir hasta el 65% la concentración de SO_2 del valor original utilizando algún tipo de medio externo como un scrubber tal como se muestra en la figura 3.3.

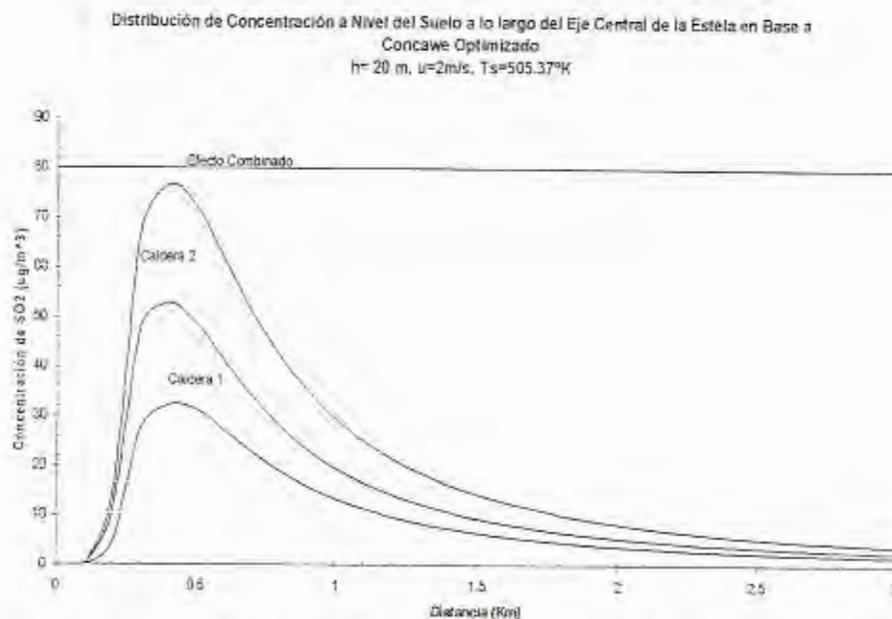


FIGURA 3.3.- CONCENTRACIONES DE SO_2 VS. DISTANCIA – CONDICIONES FUTURAS

La concentración de emisión de SO_2 a nivel del suelo de 168.2 ug/m^3 corresponde a 0.0589 ppm . En el anexo B se encuentran los valores tabulados de las figuras 3.2 y 3.3. Asumiendo que esta concentración se encontrara en el ambiente tenemos el siguiente balance iónico de hidrógeno molecular en la atmósfera:

$$\begin{aligned}
 [H^+] &= [OH^-] + [HSO_3^-] + 2[SO_3^{2-}] \\
 [H^+] &= \frac{K_w}{[H^+]} + \frac{K_H P_{SO_2} K_{S1}}{[H^+]} + \frac{2K_H K_{S1} K_{S2} P_{SO_2}}{[H^+]^2} \\
 [H^+] &= \frac{1.008 \times 10^{-14}}{[H^+]} + \frac{(1.23)(0.059 \times 10^{-6})(1.29 \times 10^{-2})}{[H^+]} \\
 &\quad + \frac{2(1.23)(1.29 \times 10^{-2})(6.014 \times 10^{-8})(0.059 \times 10^{-6})}{[H^+]^2} \\
 [H^+] &= \frac{1.008 \times 10^{-14}}{[H^+]} + \frac{9.36 \times 10^{-10}}{[H^+]} + \frac{1.13 \times 10^{-16}}{[H^+]^2} \\
 [H^+] &= \frac{9.3601 \times 10^{-10}}{[H^+]} + \frac{7.84 \times 10^{-17}}{[H^+]^2} \\
 [H^+] &= 3.063 \times 10^{-5} \\
 \Rightarrow pH &= 4.51
 \end{aligned}$$

De acuerdo a los resultados podemos afirmar que la concentración originada por las emisiones de la chimenea contribuyen muy poco a tener un ambiente corrosivo al obtener un pH de 4.59 si se condensara en las superficies metálicas.

3.1.4.- Aspectos Económico de la Solución

Con la finalidad de obtener los beneficios de una concentración de SO₂ a nivel del suelo permitida por la regulación ecuatoriana, se deberá elevar las chimeneas de

las calderas a 8.27 m cuyo costo es de aproximadamente \$5,040.60. (Ver Anexo C)

El costo del mantenimiento de los tanques debido al ambiente corrosivo se estima de \$ 83,967.66 por año (Ver Anexo D) de acuerdo a la tabla 22.

Actualmente no existen exigencias por parte del Municipio del cantón Marcelino Maridueña ni del Ministerio de Ambiente con relación a las emisiones al aire atmosférico, pero la multas que podrían darse a la planta podrían variar desde 5 hasta 50 salarios básicos unificado de acuerdo al Art. 18, 19 y 20 si se considerara las exigencias de la ordenanza de estudios ambientales obligatorios en obras civiles, la industria, el comercio y otros servicios del Municipio de Guayaquil.

TABLA 22

COSTO DE MANTENIMIENTO DE LOS TANQUES

Descripción	Capacidad	Diámetro	Altura	Total M2-EQ	TOTAL
Tanque de fermentación	330.000Ltrs	7.4m	7.67m	221.31	5,579.23
Tanque de fermentación	330.000Ltrs	7.4m	7.67m	221.31	5,579.23
Tanque de fermentación	330.000Ltrs	7.4m	7.67m	221.31	5,579.23
Tanque de fermentación	330.000Ltrs	7.4m	7.67m	221.31	5,579.23
Tanque de vino	80.000Ltrs	4.2m	5.77m	89.98	2,268.40

Tanque de vino	80.000Ltrs	4.2m	5.77m	89.98	2,268.40
Tanque de vino	80.000Ltrs	4.2m	5.77m	89.98	2,268.40
Tanque de vino	80.000Ltrs	4.2m	5.77m	89.98	2,268.40
Tanque de prefermentacion	30.000Ltrs	3.8m	2.64m	42.85	1,080.25
Tanque de prefermentacion	30.000Ltrs	3.8m	2.64m	42.85	1,080.25
Tanque de dilución	2.900Gls	2.6m	2.06m	22.12	557.65
Tanque de melaza	80.000Gls	7m	5.89m	168.00	4,235.28
Tanque de melaza	20.000Gls	3.6m	7.42m	94.08	2,371.76
Tanque de bunker	80.000Gls	7.4m	7.03m	206.43	5,204.10
Tanque de diesel	9.000Gls	3.6m	3.34m	47.94	1,208.57
Tanque de melaza	1.300.000Gls	25.8m	9.39m	1,283.70	32,362.08
Tanque de mal gusto	22.000Gls	5.4m	3.62m	90.31	2,275.72
Tanque de fusel	22.000Gls	4.8m	4.59m	87.30	2,200.83
Total				3,330.74	83,967.96

3.2.- Desarrollo del Caso de Estudio No.2: Aislamiento Térmico

3.2.1.- Descripción del Caso de Estudio No. 2

La planta de Soderal posee un sistema que provee vapor saturado al proceso en la etapa de destilación. Adicionalmente se aprovecha el vapor para la generación de energía eléctrica en la planta. No se ha realizado cambio en el aislamiento térmico en la planta desde hace 10 años existiendo algunas partes de la tubería en mal estado y otras sin aislamiento térmico.

3.2.2.- Objetivos

Los objetivos del presente caso de estudio se indican a continuación:

- Estimar el espesor del aislamiento térmico y la temperatura superficial de las tuberías para cada uno de sus diámetros.
- Estimar el ahorro de energía por cambio de aislamiento térmico.
- Estimar costos de cambio del aislamiento térmico.

3.3.3.- Procedimiento de Cálculo

En este caso de estudio, se utilizó como parámetro la temperatura de las cañerías con aislamiento térmico y sin aislamiento térmico a través de un sensor óptico.

Posteriormente se estimó la longitud de las cañerías y se tomó los diámetros de las mismas en cada trayecto. Se utilizó el

software de NAIMA (North American Insulation Manufactures Association) en la cual se consideró una temperatura de 366°F a una presión de vapor de 150 psig y una temperatura ambiental de 80°F.

La temperatura de la tubería sin aislamiento térmico sensada fue de 157°C y con aislamiento térmico fue de 44°C.

Los resultados del software utilizado se muestran en la siguientes figuras:

Insulation Thickness	Surface Temp (°F)	Heat Loss Btu/hr/ft	Efficiency (%)
Bare	263	17.48	
0.5	252	20.3	83.38
1.0	162	175.5	89.96
1.5	139	520.2	92.87
2.0	128	804.8	94.08
2.5	118	86.59	95.05
3.0	113	76.84	95.60
3.5	109	69.57	96.02
4.0	106	63.81	96.35
4.5	104	59.15	96.62
5.0	102	55.41	96.83
5.5	100	52.34	96.99
6.0	98.5	49.87	97.13
6.5	97.5	47.97	97.24
7.0	96.4	46.46	97.34
7.5	95.4	45.22	97.42
8.0	94.5	44.24	97.48
8.5	93.7	43.42	97.52
9.0	93.0	42.61	97.55
9.5	92.3	41.82	97.58
10.0	91.7	41.04	97.60

Thickness required to keep the surface temperature below 140°F is 1.5 inches

FIGURA 3.4 .- PERDIDAS DE ENERGIA PARA UNA TUBERIA DE 8 IN A 0 MPH Y 80°F DE TEMPERATURA AMBIENTE

Insulation Thickness	Surface Temp (°F)	Heat Loss Btu/hr/ft	Efficiency (%)
0.5	363	3497	
0.75	339	378.4	24.83
1.0	163	233.8	30.64
1.5	140	172.8	43.02
2.0	131	141.0	44.33
2.5	129	120.7	45.15
3.0	117	105.5	45.74
3.5	111	94.58	46.21
4.0	109	86.07	46.52
4.5	106	79.16	46.83
5.0	104	73.64	47.05
5.5	103	69.34	47.22
6.0	101	65.51	47.38
6.5	99.3	62.32	47.50
7.0	98.2	59.33	47.62
7.5	97.1	56.70	47.73
8.0	96.1	54.28	47.82
8.5	95.2	52.01	47.91
9.0	94.4	50.43	47.98
9.5	93.7	48.78	48.03
10.0	93.1	47.36	48.11

Thickness required to keep the surface temperature below 140°F is 3.0 inches.

Continue

FIGURA 3.5.- PERDIDAS DE ENERGIA PARA UNA TUBERIA DE 12 IN A 0 MPH Y 80°F DE TEMPERATURA AMBIENTE

Se estima que el espesor del aislamiento térmico en la parte más delgada por los años de uso tenga 1" de espesor, esto se debe principalmente porque cambia la densidad del material debido a que éste se convierte en partículas diminutas (polvo) con el tiempo y a las infiltraciones de agua tal como se muestra en la siguiente figura.

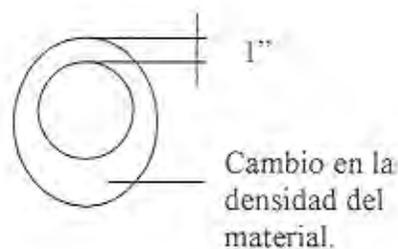


FIGURA 3.6.- VARIACION DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO TERMICO

Por lo expuesto anteriormente se estima que se tendría un ahorro de energía de 93 BTU/hr/ft para una tubería de 12" y de 71 BTU/hr/ft para una tubería de 8" de diámetro considerando que la tubería nueva que se utilice tenga un aislamiento térmico con un espesor de 2". En la siguiente tabla se muestra desglosado las pérdidas de energía en las líneas de vapor considerando que las calderas tengan una eficiencia del 80% y 8000 h/año de funcionamiento.

TABLA 23

**PERDIDA DE ENERGIA A TRAVES
DE LAS TUBERIAS POR AÑO**

ϕ	m	t	Perdida nuevo BTU/ft/year	Perdida viejo BTU/ft/ year	Diferencia BTU/ft/year	Perdida BTU/year
12"	105	2"	1,128,000	1,871,000	743,000	255,889,200
8"	155	2"	838,300	1,404,000	565,700	287,601,880
	260					543,491,080

Adicionalmente se puede considerar las fluctuaciones debidas a los cambios de temperatura del ambiente y a la velocidad del viento. A continuación en las siguientes figuras se considera que la temperatura ambiental sea de 30°C con una velocidad de viento de 2 m/s.

A mayor velocidad de viento originaría mayor transferencia de calor, lo cual implica mayores pérdidas y a mayor temperatura ambiental originaría menos transferencia de calor lo que implica menos pérdidas. Debido que en el sector se estima una temperatura promedio de 26°C y no existe mucha presencia de viento (se asume 0 mph), se ha considerado los valores de la tabla 23 como conservadoras.

3.2.4.- Aspectos Económicos de la Solución

Estimando 543'491,080 BTU/año de ahorro que equivaldrían a 4853 gal/año de búnker, considerando un costo de \$0.65/gal obtendríamos un ahorro neto de \$ 3154.19 por año. El costo del cambio del aislamiento térmico es de \$ 9210.15 (Ver Anexo E) tal como se muestra en la tabla 24. A este precio se estima que la obra se pagaría en 2.9 años. Para el cálculo de la longitud equivalente se consideró las equivalencias de accesorios tal como se muestra en la tabla 25.

TABLA 24

COSTO DEL CAMBIO DE AISLAMIENTO TÉRMICO

TUBERIAS								
Diámetro	Espesor	ML	Codo	Tee	Reduc	ML-EQ	US\$/ML-EQ	TOTAL
12"	2"	90	5	1	2	98.80	43.66	4,313.61
8"	2"	132	8	2	3	142.30	34.41	4,896.54
SUMA								9,210.15
IVA 12%								1,105.22
TOTAL								10,315.37

TABLA 25

EQUIVALENCIA DE ACCESORIOS

Tubería desde 12"		Tubería menor 10"	
Accesorios	Mt-EQ	Accesorios	Mt-EQ
Codo	1.50	Codo	1.00
Tee	0.70	Tee	0.60
Cono	0.30	Cono	0.30
Tapa	0.25	Tapa	0.25

3.3.- Desarrollo del Caso de Estudio No.3: Planta de Tratamiento

Anaerobio.

3.3.1.- Descripción del Caso de Estudio No. 3

En la elaboración de etanol se producen efluentes con elevada carga orgánica en la etapa de destilación.



La planta de Soderal posee cinco columnas de destilación conocidas como destrozadora de vino, concentradora de alcohol de 93°, hidroselectora, concentradora y rectificadora de alcohol al 96° y desmetilizadora.

Los efluentes que se generan en la primera columna se denominan vinaza y los efluentes que se generan en las demás columnas concentradoras se conoce como flegmasa. En la planta se combina tanto la flegmasa como la vinaza en una misma cisterna.

De acuerdo a la planta se estima que por el proceso producción el caudal del efluente total es de 80 GPM. La vinaza y flegmasa van a una piscina a través de canales por gravedad desde la planta, a este sistema se lo conoce en la planta como la línea de vinaza.

En esta piscina, también recibe otro efluente con carga orgánica conocido como cachaza proveniente del Ingenio San Carlos durante los meses de Junio a Diciembre y posteriormente se envía a los canteros (sector agrícola).

En la planta Soderal se tomaron muestras compuestas y simples en el sector industrial de Soderal, en la piscina, y en el río agua arriba y agua debajo de la piscina cada dos meses en el año. Antes de enviar los efluentes de la piscina a los canteros, aplican dilución con agua con la finalidad de disminuir la carga orgánica.

A continuación se muestra en la siguiente tabla algunos parámetros medidos en la muestra compuesta del sector industrial de Soderal.

TABLA 26
PARAMETROS DE LAS MUESTRAS
DE EFLUENTES TOMADAS

Parámetros	Mayo del 2001	Julio 2003	Octubre del 2003
Ph	4.79	4.53	5.35
Temperatura	35°C	77.8°C	56.5°C
Solidos Suspendidos	95223 mg/lt	3040 mg/lt	5100 mg/lt
Solidos Disueltos		28250 mg/lt	35010 mg/lt
DBO ₅	34375 mg/lt	22000 mg/lt	20000 mg/lt
DQO	71500 mg/lt	57000 mg/lt	62300 mg/lt
Aceites y grasas	49 mg/lt	70 mg/lt	83 mg/lt
Nitratos		1500 mg/lt	1900 mg/lt
Sulfatos		5900 mg/lt	5600 mg/lt
Fosfatos		14.1 mg/lt	48 mg/lt
Solidos Totales Disueltos	22301 mg/lt		

Origen: Muestras tomadas de Mayo 2001, Julio 2003 y Octubre del 2003.

3.3.2.- Objetivos

Los principales objetivos de este caso de estudio se indica a continuación:

- Estimar si las condiciones de vinaza y flegmasa permiten obtener el suficiente gas metano para las calderas de la planta.
- Evaluar el costo de una planta de tratamiento anaerobio para la presente planta.

3.3.3.- Procedimiento de Cálculo

A continuación se realiza el cálculo correspondiente a la estimación de gas metano para las calderas de la planta considerando que 80 GPM equivalen a $18.14 \text{ m}^3/\text{h}$ y que los sólidos totales disueltos en la vinaza y flegmasa sea de 80833.3 mg/l .

$80833.3 \text{ mg/h} \rightarrow \text{Sólidos Totales Disueltos}$

$0.7(80833.3 \text{ mg/h}) = 56583.31 \text{ mg/h} \rightarrow \text{Sólidos Volátiles}$

$$(56583.31 \text{ mg/h})(1000 \text{ h/m}^3)(1 \text{ Kg}/1000000 \text{ mg})(18.14 \text{ m}^3/\text{h}) = 1026 \text{ Kg/h}$$

En la práctica se estima un uso del 40% por tanto:

$$(1026 \text{ Kg/h})(0.4) = 410.57 \text{ Kg/h}$$

Normalmente posee $0.2 \text{ m}^3/\text{Kg}$ sólidos volátiles, por tanto:

$$(0.2 \text{ m}^3/\text{Kg sólidos volátiles})(410.57 \text{ Kg/h}) = 82.11 \text{ m}^3/\text{h}$$

De lo cual el 60% es metano, por lo consiguiente:

$$(82.11 \text{ m}^3/\text{h})(0.6) = 49.27 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$(49.27 \text{ m}^3/\text{h})(24 \text{ h}) = 1182.44 \text{ m}^3 \text{ de metano}$$

$$\rho_{\text{Metano}} = 0.7095 \text{ Kg/m}^3 \text{ a } 0^\circ\text{C}$$

$$C_{\text{Metano}} = 39548.36 \text{ KJ/Kg}$$

Por tanto:

$$(39548.36 \text{ KJ/Kg})(1182.44 \text{ m}^3)(0.7095 \text{ Kg/m}^3) = (42500 \text{ KJ/Kg}) m_{\text{Equivalente}}$$

$$m_{\text{Equivalente}} = 1551 \text{ Kg}$$

$$Q_{\text{Equivalente}} = \frac{1551 \text{ Kg}}{(3.78 \text{ gal} \times 0.95 \text{ g/l})} = 431.34 \text{ gal}$$

\Rightarrow Lo que equivaldría una producción de 431.34 gal de

Bunker aproximadamente.



3.3.4.-Aspectos Económicos de la Solución

Una planta de tratamiento anaerobio con las características de la presente planta industrial se estima que en la actualidad tiene un costo aproximado de 712,500 dólares americanos (Ver Anexo F), el cual tuvo que haberse considerado en el momento de la construcción de la destilería. El detalle de los costos de esta planta anaerobia

se encuentra en el Apéndice C. Actualmente no existen exigencias con la norma de calidad de agua, ni por parte del Municipio de Marcelino Maridueña ni por parte del Ministerio de Ambiente.

Si se tomase las Ordenanzas Municipales de la ciudad de Guayaquil, veremos que se exige la elaboración de estudios ambientales en los cuales debe de considerarse los diferentes aspectos de la calidad de agua.

El no cumplimiento de esta ordenanza por parte de la industria, recibiría una multa entre 5 a 30 salarios básicos unificados. El incumplimiento debido a la no corrección, ampliación o respuestas a las observaciones formuladas al estudio ambiental presentado, sería sancionado con una multa que oscilaría entre 10 y 40 salarios básicos unificados. El incumplimiento del plan de manejo ambiental sería sancionado con una multa entre 10 y 50 salario básicos unificados.

CONCLUSIONES

1. Las emisiones de SO_2 contribuyen muy poco a un ambiente corrosivo presente en la planta.
2. El aumento de las dos chimeneas de las calderas a 10 m de altura adicionales y la disminución de un 65% de la concentración de SO_2 por un medio externo (scrubber) que disminuiría la concentración de SO_2 a nivel del suelo a los límites establecidos en las regulaciones ecuatorianas.
3. Un cambio en el aislamiento térmico de las líneas de vapor obtendría un ahorro de energía térmica en la planta.
4. Existe una pérdida de energía de 93 BTU/ft/hr en una tubería de 12" de diámetro y una pérdida de 71 BTU/ft/hr en una tubería de 8" de diámetro.
5. Una planta de tratamiento anaeróbico en Soderal no proveería el suficiente gas metano diario para el funcionamiento de sus dos calderas.

RECOMENDACIONES

1. La construcción de una planta de tratamiento anaerobio disminuiría el impacto ambiental de sus efluentes debido a su elevada carga orgánica.
2. Mejorar la seguridad ambiental en la planta tal como sistema de contra incendios, orejeras, señalización y entre otros.
3. Reparar la caseta contra ruido del operador en el sector de las calderas.
4. Considerar el consumo de agua como un indicador importante en la planta.

APENDICES



APENDICE A

PLANILLA DE ASPECTOS AMBIENTALES DEL PROCESO

EVALUACION DE DATOS

Evaluación de los aspectos ambientales

Nombre de la Empresa:

Soderal

Proceso:

Elaboración de Alcohol Etílico Extraneuro

Número de la operación / etapa	Descripción del Aspecto	IMPACTOS					Probabilidad (P)	Relevancia de impacto (1 a 5)	Escala Requisito legal? (0-No 5-Sí)	Emitido (kg/año) (1 a 5) (1-1000; 11-10000; 11-100000)	Resultado (sumatoria) (R= I+P+M+C)	Prioridad	Medidas para Adecuación
		Uso de Recursos Naturales	Contaminación de agua	Contaminación de suelo y aguas subterráneas	Contaminación del aire	Incidencias y partes involucradas							
1	Consumo de Energía Eléctrica	2				1	3	6	0	0	6	7	
1	Consumo de Agua	2				1	3	6	0	0	6	7	
1	Generación de Lodos		4	2		1	2	8	5	0	13	3	Utilizar para el cultivo de caña de azúcar
1	Generación de Cloros				5	1	3	15	5	0	20	1	Utilizar mascarilla
2	Consumo de Energía Eléctrica	2				1	3	6	0	0	6	7	
2	Consumo de Agua	2				1	3	6	0	0	6	7	
2	Consumo de Cepas de levadura	3				1	3	9	0	0	9	5	Tener cuidado en el manejo y no mezclarse con agua
2	Consumo de Urea	2				1	3	6	0	0	6	7	Tener cuidado en el manejo
2	Consumo de Acido Fosfórico	2				1	3	6	0	0	6	7	Tener cuidado en el manejo
2	Consumo de Bactericida	1				1	2	2	5	0	7	6	Tener cuidado en el manejo
2	Generación de Lodos		4	2		1	2	8	5	0	13	3	Utilizar para el cultivo de caña de azúcar
2	Generación de Cloros				5	1	3	15	5	0	20	1	Utilizar mascarilla
2	Generación de Anhídrido Carbónico				5	1	3	15	5	0	20	1	Utilizado para la planta de CO2
3	Consumo de Energía Eléctrica	2				1	3	6	0	0	6	7	
3	Consumo de Agua	2				1	3	6	0	0	6	7	
3	Consumo de Urea	2				1	3	6	0	0	6	7	Tener cuidado en el manejo
3	Consumo de Acido Fosfórico	2				1	3	6	0	0	6	7	Tener cuidado en el manejo
3	Consumo de Acido Clorhídrico	2				1	3	6	5	0	11	4	Tener cuidado en el manejo
3	Consumo de Mosto	3				1	3	9	0	0	9	5	Tener cuidado en el manejo
3	Generación de Lodos		4	2		1	2	8	5	0	13	3	Utilizar para el cultivo de caña de azúcar
3	Generación de Cloros				5	1	3	15	5	0	20	1	Utilizar mascarilla
3	Generación de Anhídrido Carbónico				5	1	3	15	5	0	20	1	Utilizado para la planta de CO2
4	Consumo de Vapor	3				1	3	9	0	0	9	5	
4	Consumo de Agua	2				1	3	6	0	0	6	7	
4	Consumo de Energía Eléctrica	2				1	3	6	0	0	6	7	
4	Generación de Agua Condensada		3			1	3	9	0	0	9	5	
4	Generación de Cloros				5	1	3	15	5	0	20	1	Utilizar mascarilla
4	Generación Vinaza		5	4		3	3	15	5	0	20	1	Evitar que vaya al río
4	Ruido					3	3	9	5	3	17	2	Utilizar protección personal
5	Consumo de Vapor	3				1	3	9	0	0	9	5	
5	Consumo de Energía Eléctrica	2				1	3	6	0	0	6	7	
5	Generación de Agua Condensada		3			1	3	9	0	0	9	5	
5	Generación de Aceite de Alta	2	2			1	3	6	0	0	6	7	Almacenar como sub-producto
5	Generación de Aceite de Baja	2	2			1	3	6	0	0	6	7	Almacenar como sub-producto
5	Generación de Hiegmasa	2	2			1	3	6	0	0	6	7	
5	Ruido					3	3	9	5	3	17	2	Utilizar protección personal
6	Consumo de Vapor	3				1	3	9	0	0	9	5	
6	Consumo de Agua	2				1	3	6	0	0	6	7	
6	Consumo de Energía Eléctrica	2				1	3	6	0	0	6	7	
6	Generación de Agua Condensada		2			1	3	6	0	0	6	7	
6	Ruido					3	3	9	5	3	17	2	Utilizar protección personal
7	Consumo de Vapor	3				1	3	9	0	0	9	5	
7	Consumo de Energía Eléctrica	2				1	3	6	0	0	6	7	
7	Generación de Agua Condensada		2			1	3	6	0	0	6	7	
7	Generación de Aceite de Alta	2	2			1	3	6	0	0	6	7	
7	Generación de Aceite de Baja	2	2			1	3	6	0	0	6	7	
7	Generación de Hiegmasa	2	2			1	3	6	0	0	6	7	
7	Ruido					3	3	9	5	3	17	2	Utilizar protección personal
8	Consumo de Vapor	3				1	3	9	0	0	9	5	
8	Generación de Agua Condensada		2			1	3	6	0	0	6	7	
8	Ruido					3	3	9	5	3	17	2	Utilizar protección personal

APENDICE B

CONCENTRACIONES DE SO₂ A NIVEL DEL SUELO – SITUACIÓN ACTUAL

Distancia	σ_y	σ_z	Caldera 2 ug/m ³	Caldera 1 ug/m ³	Efecto Combinado ug/m ³
0.1	19.91	10.86	0.38	0.060	0.40
0.2	37.00	20.07	58.73	26.32	76.54
0.33	57.90	33.12	117.41	69.46	168.18
0.4	68.76	40.50	110.84	69.18	162.01
0.5	83.95	51.37	91.11	59.23	135.30
0.6	98.81	62.57	72.30	48.05	108.32
0.7	113.41	74.06	57.45	38.67	86.51
0.8	127.79	85.79	46.20	31.36	69.81
0.9	141.98	97.75	37.71	25.74	57.10
1	156.00	110.20	31.16	21.35	47.26
1.1	169.88	122.14	26.23	18.02	39.83
1.2	183.62	134.18	22.36	15.39	33.98
1.3	197.24	146.32	19.27	13.28	29.29
1.4	210.75	158.56	16.76	11.57	25.50
1.5	224.16	170.88	14.71	10.16	22.38
1.6	237.47	183.28	13.00	8.99	19.80
1.7	250.70	195.76	11.58	8.01	17.63
1.8	263.84	208.31	10.37	7.18	15.80
1.9	276.90	220.93	9.34	6.47	14.23
2	289.90	233.61	8.46	5.86	12.89
2.1	302.82	246.36	7.69	5.33	11.72
2.2	315.68	259.16	7.03	4.87	10.71
2.3	328.48	272.03	6.44	4.47	9.82
2.4	341.22	284.94	5.93	4.11	9.04
2.5	353.90	297.91	5.47	3.80	8.34
2.6	366.53	310.94	5.07	3.52	7.73
2.7	379.11	324.01	4.71	3.27	7.17
2.8	391.64	337.12	4.38	3.04	6.68
2.9	404.12	350.29	4.09	2.84	6.24
3	416.55	363.50	3.83	2.66	5.83
3.1	428.95	376.75	3.59	2.49	5.47
3.2	441.29	390.04	3.37	2.34	5.14
3.3	453.60	403.38	3.17	2.20	4.83
3.4	465.87	416.75	2.99	2.08	4.56

3.5	478.10	430.17	2.82	1.96	4.31
3.6	490.30	443.62	2.67	1.85	4.07
3.7	502.45	457.11	2.53	1.76	3.86
3.8	514.58	470.63	2.40	1.67	3.66
3.9	526.67	484.19	2.28	1.58	3.48
4	538.72	497.78	2.17	1.51	3.31
4.1	550.75	511.41	2.06	1.43	3.15
4.2	562.74	525.06	1.97	1.37	3.00
4.3	574.71	538.75	1.88	1.31	2.87
4.4	586.64	552.48	1.80	1.25	2.74
4.5	598.54	566.23	1.72	1.19	2.62
4.6	610.42	580.01	1.64	1.14	2.51
4.7	622.27	593.82	1.58	1.09	2.40
4.8	634.09	607.66	1.51	1.05	2.30
4.9	645.89	621.53	1.45	1.01	2.21
5	657.66	635.43	1.39	0.97	2.13
5.1	669.41	649.35	1.34	0.93	2.04
5.2	681.13	663.30	1.29	0.90	1.97
5.3	692.83	677.28	1.24	0.86	1.89
5.4	704.51	691.28	1.20	0.83	1.82
5.5	716.16	705.31	1.15	0.80	1.76
5.6	727.79	719.36	1.11	0.77	1.70
5.7	739.40	733.44	1.07	0.75	1.64
5.8	750.98	747.54	1.04	0.72	1.58
5.9	762.55	761.67	1.00	0.70	1.53
6	774.09	775.82	0.97	0.67	1.48
6.1	785.61	789.99	0.94	0.65	1.43
6.2	797.12	804.18	0.91	0.63	1.39
6.3	808.60	818.40	0.88	0.61	1.34
6.4	820.07	832.64	0.85	0.59	1.30
6.5	831.51	846.90	0.83	0.58	1.26
6.6	842.94	861.18	0.80	0.56	1.23
6.7	854.35	875.49	0.78	0.54	1.19
6.8	865.74	889.81	0.76	0.53	1.15
6.9	877.11	904.16	0.74	0.51	1.12
7	888.47	918.53	0.71	0.50	1.09
7.1	899.81	932.91	0.69	0.48	1.06
7.2	911.13	947.32	0.68	0.47	1.03
7.3	922.43	961.74	0.66	0.46	1.00
7.4	933.72	976.19	0.64	0.44	0.98
7.5	944.99	990.65	0.62	0.43	0.95
7.6	956.25	1005.14	0.61	0.42	0.93
7.7	967.49	1019.64	0.59	0.41	0.90
7.8	978.72	1034.16	0.58	0.40	0.88
7.9	989.93	1048.70	0.56	0.39	0.86
8	1001.12	1063.26	0.55	0.38	0.84

8.1	1012.30	1077.83	0.53	0.37	0.82
8.2	1023.47	1092.42	0.52	0.36	0.80
8.3	1034.62	1107.03	0.51	0.35	0.78
8.4	1045.76	1121.66	0.50	0.35	0.76
8.5	1056.88	1136.30	0.49	0.34	0.74
8.6	1067.99	1150.96	0.47	0.33	0.72
8.7	1079.08	1165.64	0.46	0.32	0.71
8.8	1090.16	1180.34	0.45	0.32	0.69
8.9	1101.23	1195.05	0.44	0.31	0.68
9	1112.29	1209.77	0.43	0.30	0.66
9.1	1123.33	1224.52	0.42	0.29	0.65
9.2	1134.36	1239.28	0.42	0.29	0.63
9.3	1145.38	1254.05	0.41	0.28	0.62
9.4	1156.38	1268.84	0.40	0.28	0.61
9.5	1167.37	1283.65	0.39	0.27	0.59
9.6	1178.35	1298.47	0.38	0.27	0.58
9.7	1189.32	1313.30	0.37	0.26	0.57
9.8	1200.27	1328.15	0.37	0.25	0.56
9.9	1211.22	1343.02	0.36	0.25	0.55
10	1222.15	1357.90	0.35	0.24	0.54

CONCENTRACIONES DE SO₂ A NIVEL DEL SUELO – SITUACIÓN FUTURA

			Caldera 2	Caldera 1	Efecto Combinado
Distancia	σ_y	σ_z	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³
0.1	19.91	10.86	0.00	0.000	0.00
0.2	37.00	20.07	10.84	4.43	13.75
0.33	57.90	33.12	48.06	27.49	67.99
0.4	68.76	40.50	52.88	32.26	76.63
0.5	83.95	51.37	48.86	31.32	72.17
0.6	98.81	62.57	41.29	27.18	61.62
0.7	113.41	74.06	34.04	22.76	51.13
0.8	127.79	85.79	28.03	18.93	42.27
0.9	141.98	97.75	23.24	15.80	35.14
1	156.00	110.20	19.43	13.27	29.43
1.1	169.88	122.14	16.48	11.30	25.00
1.2	183.62	134.18	14.13	9.71	21.45
1.3	197.24	146.32	12.23	8.42	18.58
1.4	210.75	158.56	10.68	7.36	16.23
1.5	224.16	170.88	9.39	6.48	14.29
1.6	237.47	183.28	8.33	5.75	12.67
1.7	250.70	195.76	7.43	5.13	11.30
1.8	263.84	208.31	6.66	4.61	10.14
1.9	276.90	220.93	6.01	4.16	9.15
2	289.90	233.61	5.45	3.77	8.30
2.1	302.82	246.36	4.96	3.44	7.55
2.2	315.68	259.16	4.53	3.14	6.91
2.3	328.48	272.03	4.16	2.88	6.34
2.4	341.22	284.94	3.83	2.66	5.84
2.5	353.90	297.91	3.54	2.45	5.39
2.6	366.53	310.94	3.28	2.27	4.99
2.7	379.11	324.01	3.04	2.11	4.64
2.8	391.64	337.12	2.84	1.97	4.32
2.9	404.12	350.29	2.65	1.84	4.04
3	416.55	363.50	2.48	1.72	3.78
3.1	428.95	376.75	2.32	1.61	3.54
3.2	441.29	390.04	2.18	1.52	3.33
3.3	453.60	403.38	2.05	1.43	3.13
3.4	465.87	416.75	1.94	1.35	2.95
3.5	478.10	430.17	1.83	1.27	2.79
3.6	490.30	443.62	1.73	1.20	2.64
3.7	502.45	457.11	1.64	1.14	2.50
3.8	514.58	470.63	1.56	1.08	2.37
3.9	526.67	484.19	1.48	1.03	2.25

4	538.72	497.78	1.41	0.98	2.14
4.1	550.75	511.41	1.34	0.93	2.04
4.2	562.74	525.06	1.28	0.89	1.95
4.3	574.71	538.75	1.22	0.85	1.86
4.4	586.64	552.48	1.16	0.81	1.78
4.5	598.54	566.23	1.11	0.77	1.70
4.6	610.42	580.01	1.07	0.74	1.63
4.7	622.27	593.82	1.02	0.71	1.56
4.8	634.09	607.66	0.98	0.68	1.50
4.9	645.89	621.53	0.94	0.65	1.44
5	657.66	635.43	0.90	0.63	1.38
5.1	669.41	649.35	0.87	0.60	1.33
5.2	681.13	663.30	0.84	0.58	1.28
5.3	692.83	677.28	0.81	0.56	1.23
5.4	704.51	691.28	0.78	0.54	1.18
5.5	716.16	705.31	0.75	0.52	1.14
5.6	727.79	719.36	0.72	0.50	1.10
5.7	739.40	733.44	0.70	0.48	1.06
5.8	750.98	747.54	0.67	0.47	1.03
5.9	762.55	761.67	0.65	0.45	0.99
6	774.09	775.82	0.63	0.44	0.96
6.1	785.61	789.99	0.61	0.42	0.93
6.2	797.12	804.18	0.59	0.41	0.90
6.3	808.60	818.40	0.57	0.40	0.87
6.4	820.07	832.64	0.55	0.39	0.85
6.5	831.51	846.90	0.54	0.37	0.82
6.6	842.94	861.18	0.52	0.36	0.80
6.7	854.35	875.49	0.51	0.35	0.77
6.8	865.74	889.81	0.49	0.34	0.75
6.9	877.11	904.16	0.48	0.33	0.73
7	888.47	918.53	0.46	0.32	0.71
7.1	899.81	932.91	0.45	0.31	0.69
7.2	911.13	947.32	0.44	0.31	0.67
7.3	922.43	961.74	0.43	0.30	0.65
7.4	933.72	976.19	0.42	0.29	0.63
7.5	944.99	990.65	0.40	0.28	0.62
7.6	956.25	1005.14	0.39	0.27	0.60
7.7	967.49	1019.64	0.38	0.27	0.59
7.8	978.72	1034.16	0.37	0.26	0.57
7.9	989.93	1048.70	0.37	0.25	0.56
8	1001.12	1063.26	0.36	0.25	0.54
8.1	1012.30	1077.83	0.35	0.24	0.53
8.2	1023.47	1092.42	0.34	0.24	0.52
8.3	1034.62	1107.03	0.33	0.23	0.50
8.4	1045.76	1121.66	0.32	0.22	0.49
8.5	1056.88	1136.30	0.32	0.22	0.48

8.6	1067.99	1150.96	0.31	0.21	0.47
8.7	1079.08	1165.64	0.30	0.21	0.46
8.8	1090.16	1180.34	0.29	0.20	0.45
8.9	1101.23	1195.05	0.29	0.20	0.44
9	1112.29	1209.77	0.28	0.20	0.43
9.1	1123.33	1224.52	0.28	0.19	0.42
9.2	1134.36	1239.28	0.27	0.19	0.41
9.3	1145.38	1254.05	0.26	0.18	0.40
9.4	1156.38	1268.84	0.26	0.18	0.39
9.5	1167.37	1283.65	0.25	0.18	0.39
9.6	1178.35	1298.47	0.25	0.17	0.38
9.7	1189.32	1313.30	0.24	0.17	0.37
9.8	1200.27	1328.15	0.24	0.17	0.36
9.9	1211.22	1343.02	0.23	0.16	0.36
10	1222.15	1357.90	0.23	0.16	0.35

APENDICE C

COSTO DE INSTALACION DE CHIMENEA



Guayaquil 18 Agosto 2004
C# 04120

SRES
SODERAL
ATT : ING. LUIS AUHING BALLADARES

REF : AMPLIACION DE CHIMENEAS

De nuestras consideraciones :

A continuación presentamos nuestra propuesta al trabajo en referencia de acuerdo a las siguientes especificaciones técnicas, cantidades, precios y condiciones generales :

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Se fabricarán las chimeneas en plancha de acero A-36 de 1/8" de espesor, unidas con soldadura utilizando electrodo E-6011.

El trabajo propuesto se describe a continuación :

CHIMENEA DIAMETRO 0.77 Mt.

1. Desmontaje del techo para montar una torre de andamios.
2. Desmontaje de sombrero "chino".
3. Montaje de la chimenea.
4. Montaje de sombrero "chino".

CHIMENEA DIAMETRO 1.20 Mt.

1. Desmontaje del techo para montar una torre de andamios.
2. Desmontaje de sombrero "chino".
3. Montaje de la chimenea.
4. Montaje de sombrero "chino".

CANTIDADES Y PRECIOS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Total
Chimenea Diametro 0.77 Mt	Global	1	1,941.12	1,941.12
Chimenea Diametro 1.20 Mt	Global	1	2,559.42	2,559.42
			SUMA	4,500.54
			IVA 12%	540.06
			TOTAL	5,040.60

CONDICIONES GENERALES

Tiempo de Entrega = 8 Dias

Forma de Pago = 70% Anticipo
30% Contra Entrega

Validez de la Oferta = 30 Dias

Atentamente.

ING. GUILLERMO SAMUDIO
Gerente General

ING. DOUGLAS SOTOMAYOR
División Proyectos

APENDICE D

COSTO DE MANTENIMIENTO DE TANQUES



Guayaquil 08 de julio /2004
C# 04065

SRES :
SODERAL
ATT: ING. LUIS AUHING BALLADARES.

REF : LIMPIEZA SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA EN TANQUES

De nuestras consideraciones :

A continuación presentamos nuestra oferta al trabajo en referencia de acuerdo a las siguientes especificaciones técnicas, cantidades, precios y condiciones generales.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

LIMPIEZA

Eliminación en su totalidad del óxido visible, cascarrilla de laminación, pintura vieja y cualquier materia extraña. Limpieza por chorreado hasta metal blanco. El chorro se pasa sobre la superficie durante el tiempo necesario para eliminar la totalidad de la cascarrilla de laminación, herrumbre y materias extrañas. Finalmente, la superficie se limpia con un aspirador, aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio, para eliminar los residuos de polvo de abrasivo.

ACABADO

Aplicación de tres capas de pintura epóxica HEMPEL 4520 con rodillo. En el caso de regiones de difícil acceso se utilizarán brochas.

CANTIDADES Y PRECIOS

Descripción	Capacidad	Diametro	Altura	M2 Cuerpo	M2 Tapa	Total M2-EQ	P. Unitario	TOTAL
Tanque de fermentación	330 000Ltrs	7.4m	7.67m	178.3	43.0	221.31	25.21	5,579.23
Tanque de fermentación	330 000Ltrs	7.4m	7.67m	178.3	43.0	221.31	25.21	5,579.23
Tanque de fermentación	330 000Ltrs	7.4m	7.67m	178.3	43.0	221.31	25.21	5,579.23
Tanque de fermentación	330 000Ltrs	7.4m	7.67m	178.3	43.0	221.31	25.21	5,579.23
Tanque de vino	80 000Ltrs	4.2m	5.77m	76.1	13.9	89.98	25.21	2,268.40
Tanque de vino	80 000Ltrs	4.2m	5.77m	76.1	13.9	89.98	25.21	2,268.40
Tanque de vino	80 000Ltrs	4.2m	5.77m	76.1	13.9	89.98	25.21	2,268.40
Tanque de vino	80 000Ltrs	4.2m	5.77m	76.1	13.9	89.98	25.21	2,268.40
Tanque de prefermentación	30 000Ltrs	3.8m	2.64m	31.5	11.3	42.85	25.21	1,080.26
Tanque de prefermentación	30 000Ltrs	3.8m	2.64m	31.5	11.3	42.85	25.21	1,080.26
Tanque de dilución	2 900Gls	2.6m	2.06m	16.6	5.3	22.12	25.21	557.65
Tanque de melaza	80 000Gls	7m	5.89m	129.5	28.5	158.00	25.21	4,235.28
Tanque de melaza	20 000Gls	3.6m	7.42m	83.9	10.2	94.08	25.21	2,371.76
Tanque de bunker	80 000Gls	7.4m	7.03m	163.4	43.0	206.43	25.21	5,204.10
Tanque de diesel	9 000Gls	3.6m	3.34m	37.8	10.2	47.84	25.21	1,208.57
Tanque de melaza	1 300 000Gls	25.6m	9.39m	781.0	522.7	1,283.70	25.21	32,362.06
Tanque de mal gusto	22 000Gls	5.4m	3.62m	67.4	22.9	90.31	25.21	2,276.72
Tanque de fusel	22 000Gls	4.8m	4.59m	69.2	18.1	87.30	25.21	2,200.83
						3,330.74	SUMA	83,967.96

NOTA 1: En las medidas anteriores se a tomado en cuenta la información facilitada por el personal de SODERAL.

NOTA 2: El valor de esta oferta es referencial, al final se liquidará lo realizado.

CONDICIONES GENERALES

PLAZO DE ENTREGA : De acuerdo a disponibilidad de tanques

FORMA DE PAGO : 30% Anticipo
70% Con Actas parciales.

VALIDEZ DE LA OFERTA: 30 Días

ING. GUILLERMO SAMUDIO B.
Gerente General

ING. DOUGLAS SOTOMAYOR
División Procesos Térmicos y Calderas

APENDICE E

COSTO DE CAMBIO DE AISLAMIENTO TERMICO EN LINEAS DE VAPOR



Guayaquil, 20 de junio / 2003
CT # 04065

SRES
SODERAL
AT : ING. LUIS AUHING BALLADARES

REF : AISLAMIENTO TERMICO LINEAS DE VAPOR

De nuestras consideraciones

Presentamos nuestra propuesta para el trabajo en referencia, de acuerdo con las siguientes condiciones:

ESPECIFICACIONES TECNICAS TUBERIAS

AISLAMIENTO : Fibra de vidrio tipo FLEX WRAP de 3 Lb/pie³ de densidad y 2" de espesor, con foil de aluminio en la cara externa.
RECUBRIMIENTO : Lámina de aluminio liso de 0,7 mm de espesor, aleación 1100, temple H-14
Uniones traslapadas y boceladas, aseguradas con tornillo inoxidable # 8x1/2"

CANTIDADES Y PRECIOS

TUBERIAS

Diámetro	Espesor	ML	Codo	Tee	Reduc.	ML-EQ	US\$/ML-EQ	TOTAL	
12"	2"	90	5	1	2	98.80	43.65	4,313.61	
8"	2"	132	8	2	3	142.30	34.41	4,898.54	
							241.10	SUMA	9,210.15
								IVA 12%	1,105.22
								TOTAL	10,315.37

EQUIVALENCIA DE ACCESORIOS

Tubería desde 12"		Tubería menor 10"	
Accesorios	ML-EQ	Accesorios	Mt-EQ
Codo	1.50	Codo	1.00
Tee	0.70	Tee	0.60
Cono	0.30	Cono	0.30
Tapa	0.25	Tapa	0.25

LIQUIDACION : La medida definitiva será la realmente instalada al terminar los trabajos, con la liquidación de accesorios a su correspondiente Metro lineal equivalente (ML - EQ)

CONDICIONES GENERALES

PLAZO DE ENTREGA : 10 Dias

FORMA DE PAGO : 70% Anticipo
30% Entrega

VALIDEZ DE LA OFERTA : 30 Dias

Agradeciendo su atención,

ING. GUILLERMO SAMUDIO B.
Gerente General

ING. DOUGLAS SOTOMAYOR
División Procesos Térmicos y Calderos

APENDICE F

COSTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ANAEROBIO

Dear Mr Luis

We tried few times to call you but the factory people could not speak English.
Our budgetary cost is as follows.

Quantity 400 cm per day effluent at 75000 COD from an alcohol factory.
Alcohol to waste water ratio 15

C1.	Basic Engineering, P & I diagrams. Royalties	75,000
C2.	Reactor Commissioning at USD 150/ (Estimated start up time 90 days. Overseas travel cost, accommodation, food and minor expenses to be reimbursed)	13,500
C3.	Supply and installation of s.s internal distribution pipes and m.s. weir box with s.s. weir plates into Reactor of 22m dia x 14.32 height	4,000
C4.	Instrument and controls as per list (Supply and install)	20,000
C5.	Data Acquisition System (optional) (strongly recommended)	40,000

(supply and install) as per list

Another parallel computer can be installed in
G.M's room if required at minimum extra cost.

SICAL

C4. LIST OF INSTRUMENTS

Magnetic Flow Meters	2 No
PH Controller + Electrodes	2 No
Motorized Valve	1 No
Ultrasonic Lvl Transmitter	2 No
Pressure Guage	8 No
Flow Meter Biogas	1 No
Temperature Transmitter	2 No

C5. DATA ACQUISITION SYSTEM (OPTIONAL)

Comprise of :-

Software	{	Driver Software		
		Wonder Ware		
		License and installation disc		
		Net DOE, Wigard Library, Utilise + Demo Program		
		Wonder ware in touch reference		
		Data Acquisition Unit	DA100-23-IS	-1
		Input and Output Modules	DT100-11	-3
			DT200-21	-1
			DT300-11	-1
			DU100-11	-6
		Submit	DS600-00-16	-1
		Submit	DS400-00-15	-1
		System cubicle		-1
		Connecting cables		-1
		15 inch color monitor		-1

If this system is not purchased, manually information has to collected from instruments, which will reduce efficiency of operation.

To supply and Commission Biogas utilization equipments/burners to boilers USD 180,000.

Besides this you have to construct other items Holding tank, Reactor tank and settlers. We estimate this part to cost you USD 300,000 to 400,000 depending on material, labour cost in your country.

If interested we can fax you a P1 diagram to asses your needs. Please let me know.

Payment by Letter of Credit.

Expected melthane yield 0.35m³/kg COD reduced in reactor.

Expected COD reduction in reactor 65% of incoming COD load.

Hope this information is useful to you for the present.

Regards,
RMS

BIBLIOGRAFIA

1. ABAD JORGE, M.S., "Procesos y Costos de Producción", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
2. ARRIAGA LUIS, Blgo., "Legislación Ambiental", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
3. VASCONEZ JOSE, M.S., "Aguas Residuales", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
4. BERMEO MIRELLA, Ing., "Muestreo - Calidad de Agua", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
5. OLAYA, M.S., "Manejo de Desechos Sólidos", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
6. YANEZ, Ph.D., "Manejo de Desechos Peligrosos", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
7. ORCES EDUARDO, M.S., "Ruido", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
8. BOCASSIO, Ing., "Administración de la Energía", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
9. NEETZOW ROSSELE, M.S., "Balance de Materiales", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
10. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPIAS DE BRASIL, CNTL, "Calidad", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
11. WAGNER, Ph.D., "Eco-diseño e Indicadores", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004

12. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPIAS DE BRASIL, CNTL, "Sistemas de Gestión Ambiental", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
13. ABEU MARIA CELINA, Ing., "Viabilidad Económica", Curso del Programa de Producción Mas Limpia 2004
14. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPIAS DE BRASIL, CNTL, "Manuales de Producción Mas Limpia", Programa de Producción Mas Limpia 2004