



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**“MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN Y
APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS PARA
RIEGO DE SEMBRADÍOS DE CAÑA DE LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE ALCOHOL MAG ALCOHOLES, S.A.”**

Eddy Eduardo Stalling Riveiro

Asesorado por: Inga. Sigrid Alitza Calderón De León de De León

Guatemala, julio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN Y
APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS PARA
RIEGO DE SEMBRADÍOS DE CAÑA DE LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE ALCOHOL MAG ALCOHOLES, S.A.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDDY EDUARDO STALLING RIVEIRO

ASESORADO POR: INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN DE DE
LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**“MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN Y
APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS PARA
RIEGO DE SEMBRADÍOS DE CAÑA DE LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE ALCOHOL MAG ALCOHOLES, S.A.”,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en febrero de 2007.



Eddy Eduardo Stalling Riveiro

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 09 de mayo de 2007
Ref. EPS. C. 327.05.07

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora - Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **EDDY EDUARDO STALLING RIVEIRO**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **“MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS PARA RIEGO DE SEMBRADÍOS DE CAÑA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL MAG ALCOHOLES, S.A.”**.

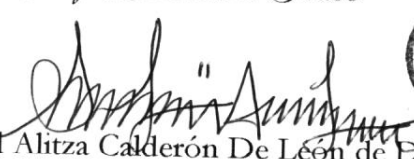
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Sigrid Alitza Calderón De León de León
Asesora - Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACDL/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 9 de mayo de 2007
Ref. EPS. C. 327.05.07

Ing. Francisco Gómez
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Gómez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS PARA RIEGO DE SEMBRADÍOS DE CAÑA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL MAG ALCOHOLES, S.A.”**.que fue desarrollado por el estudiante universitario **EDDY EDUARDO STALLING RIVEIRO**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón De León de De León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del asesor y supervisor, en mi calidad de director apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS



ARSG/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado “**MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS PARA RIEGO DE SEMBRADÍOS DE CAÑA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL MAG ALCOHOLES, S.A.**”, presentado por el estudiante universitario **Eddy Eduardo Stalling Riveiro**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

José Francisco Gómez Rivera
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 1800

Guatemala, junio de 2007.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **“MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS PARA RIEGO DE SEMBRADÍOS DE CAÑA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL MAG ALCOHOLES, S.A.”**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Eduardo Stalling Riveiro**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR DE DIRECCION
Escuela Mecánica Industrial

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, julio de 2007.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **"MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS PARA RIEGO DE SEMBRADÍOS DE CAÑA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL MAG ALCOHOLES, S.A."**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Eduardo Stalling Riveiro**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, julio de 2007

ACTO QUE DEDICO A

DIOS:

Por haber permitido mi existencia en este mundo, guiar mi camino, dotarme de sabiduría y paciencia para el cumplimiento de esta etapa crucial en mi vida.

MIS QUERIDOS PADRES:

Edy Armando Stalling Dávila
Ruth Renate Riveiro de Stalling

Por haberme dado una formación responsable, que me permite vencer los diferentes obstáculos de mi vida, como los sufridos para finalizar la carrera universitaria.

Les agradezco todo su apoyo y amor incondicional; sin la ayuda de ustedes, esto no hubiera sido posible.

MIS HERMANOS:

José Armando Stalling Riveiro
Luis Alberto Stalling Riveiro

MIS ABUELOS:

Eduardo Stalling Rossi (D.E.P)
Eloisa Dávila Viuda de Stalling

Por haberme brindado su ayuda en los momentos que más lo necesité.

MIS TÍOS:

José Guillermo Stalling Dávila
Berta Alicia Portillo
Blanca Aída Stalling Dávila

Por haberme brindado su apoyo y ayuda incondicional en los momentos más difíciles y más importantes de la carrera.

ACTO QUE DEDICO A

DIOS:

Por haber permitido mi existencia en este mundo, guiar mi camino, dotarme de sabiduría y paciencia para el cumplimiento de esta etapa crucial en mi vida.

MIS QUERIDOS PADRES:

Edy Armando Stalling Dávila
Ruth Renate Riveiro de Stalling

Por haberme dado una formación responsable, que me permite vencer los diferentes obstáculos de mi vida, como los sufridos para finalizar la carrera universitaria.

Les agradezco todo su apoyo y amor incondicional; sin la ayuda de ustedes, esto no hubiera sido posible.

MIS HERMANOS:

José Armando Stalling Riveiro
Luis Alberto Stalling Riveiro

MIS ABUELOS:

Eduardo Stalling Rossi (D.E.P)
Eloisa Dávila Viuda de Stalling

Por haberme brindado su ayuda en los momentos que más lo necesité.

MIS TÍOS:

José Guillermo Stalling Dávila
Berta Alicia Portillo
Blanca Aída Stalling Dávila

Por haberme brindado su apoyo y ayuda incondicional en los momentos más difíciles y más importantes de la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA	
1.1 Historia y antecedentes de la empresa	01
1.2 Ubicación	02
1.3 Visión y misión de la empresa	02
1.4 Actividades y servicio	03
1.5 Estructura organizacional	03
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Diseño de plantas industriales	07
2.1.1 Concepto de punto de equilibrio	07
2.1.2 Vías de acceso	09
2.1.3 Rampas	10
2.1.4 Instalaciones sanitarias	10
2.2 Edificios Industriales	12
2.2.1 Tipos de edificios industriales	15
2.2.1.1 Primera categoría	16
2.2.1.2 Segunda categoría	18
2.2.1.3 Tercera categoría	21
2.3 Diseño de Pisos	22
2.3.1 Tipo de piso	23
2.3.2 Patios	24
2.3.3 Pasillos	25

3. FACTORES QUE DETERMINAN EL DISEÑO DE LA PLANTA	
3.1 Tamaño	27
3.1.1 Capacidad de la planta	28
3.1.3 Capacidad diseñada	29
3.1.4 Márgenes de capacidad utilizables	31
3.2 Factores que condicionan el tamaño	31
3.2.1 Tamaño del mercado	32
3.2.2 Capacidad financiera	33
3.2.3 Capacidad administrativa	34
3.2.4 Problemas de transporte	34
3.2.5 Disponibilidad de insumos	35
3.3 Proceso de producción del alcohol	35
3.3.1 Diagrama de Flujo del proceso de destilación	39
4. MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN	
4.1 Montaje de las torres de destilación	41
4.1.1 Guía de procedimientos de montaje	42
4.1.2 Componentes de las torres a montar	45
4.1.2.1 Destrozadora	46
4.1.2.2 Preconcentradora	47
4.1.2.3 Hidroselectora	49
4.1.2.4 Rectificadora	50
4.1.2.5 Desmetilizadora	52
4.2 Costos de Montaje	53
5. PROPUESTA DE DISEÑO DEL EDIFICIO DE DESTILACIÓN	
5.1 Tipo de construcción del edificio	55
5.1.1 Tipo del edificio	56
5.1.2 Tipo de construcción	56
5.2 Ventilación	58
5.2.1 Ventilación natural	59
5.2.2 Ventilación mecánica	59

5.3 Techos	60
5.3.1 Tipo de cubierta a utilizar	61
5.3.2 Materiales a utilizar	62
5.3.3 Tipo de techo	62
5.3.4 Aprovechamiento de iluminación natural	63
5.4 Diseño del piso	63
5.5 Colores de pintura del edificio	66
5.6 Capacitación del personal	68
6. DESPERDICIOS	
6.1 Cantidad	75
6.2 Características	76
6.2.1 Características físico-químicas	76
6.2.2 Impactos ambientales que produce	78
6.3 Manejo	80
6.3.1 Estrategias para minimizar el impacto	80
6.3.1.1 Disminución de temperatura	81
6.3.1.2 Utilización en ferti-riegos	81
6.4 Acción en el aprovechamiento	82
6.4.1 Riego de sembradíos de caña	93
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama general actual de la empresa	04
2. Edificio de destilación	28
3. Diagrama de flujo del proceso de destilación	39
4. Grúa para realizar los montajes	42
5. Procedimientos de montaje	45
6. Torre destrozadora	47
7. Torre preconcentradora	48
8. Torre hidroselectora	50
9. Torre rectificadora	51
10. Torre desmetilizadora	53
11. Edificio de destilación	58
12. Ventilador de Techo	60
13. Techo edificio de destilación	61
14. Piso edificio de destilación	59
15. Cuestionario de comprobación de deficiencias del personal	63
16. Montajes a cargo de los operarios	74
17. Aplicación de muestras de vinaza a sembradíos de caña	80

TABLAS

I.	Resumen del diagrama de flujo del proceso de destilación	40
II.	Salario devengado por los distintos operarios	54
III.	Costos de operación de equipos de movimiento de carga	54
IV.	Composición físico-química de la vinaza	77
V.	Impacto de la Vinaza sobre el Medio Ambiente	79
VI.	Análisis físico-químico del suelo antes de hacer el ensayo	85
VII.	Composición química en base seca de vinaza	87
VIII.	Rendimiento promedio de caña por Hectárea	89
IX.	Rendimiento promedio de azúcar por hectárea	91

GLOSARIO

Aceites de fusel	Sustancia producida por los cultivos impuros de levadura en el proceso de fermentación del alcohol.
Aluzinc	Es una aleación de aluminio y zinc utilizada para recubrimientos.
Catión	Es un ión con carga eléctrica positiva.
Compost	Compostaje o compuesto, es el humus obtenido de manera artificial por descomposición bioquímica
Condensación	Se denomina al proceso físico que consiste en el paso de una sustancia en forma gaseosa a forma líquida.
Desgasificación	Proceso de eliminación de gases disueltos en agua, usando calor.
Destilación	La destilación es la operación de separar, mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla.

Disolución	Es una mezcla homogénea, a nivel molecular, de una o más especies químicas que no reaccionan entre sí.
Ebullidores	Son los balones de destilación del alambique (aparato para destilar).
Enzimas	Son moléculas de proteínas que tienen la capacidad de facilitar y acelerar las reacciones químicas, que tienen lugar en los tejidos vivos, disminuyendo el nivel de la "energía de activación" propia de la reacción.
Fermentación	Es un proceso catabólico de oxidación incompleto, siendo el producto final un compuesto orgánico.
Ferti-riegos	Riegos de fertilizantes a plantaciones.
Grados brix	Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido.
Melaza	Es un producto líquido espeso, derivado de la caña de azúcar, obtenido del residuo restante en las cubas de extracción de los azúcares.

Monosacáridos	Llamados también azúcares simples, son los glúcidos más sencillos, conteniendo de tres a siete átomos de carbón.
Mosto fermentado	Una fermentación fuerte transforma el azúcar en alcohol, y el líquido que resulta se conoce como ' <i>wash</i> ' o mosto fermentado.
Tándem	Es el conjunto de molinos para extracción de caña en un Ingenio.
Vinaza	Es el desecho industrial que resulta de la melaza de la caña de azúcar, utilizada en la destilación del alcohol.
Volátil	Capaz de evaporarse a temperatura de presión normales.

RESUMEN

El Ingenio Magdalena, S.A, tiene la necesidad de instalar una planta de producción de alcohol, debido a las grandes cantidades de melaza obtenida en el proceso de fabricación de azúcar.

En la actualidad, la melaza se les vende a otras destilerías; debido a esto, el Ingenio Magdalena decidió incursionar en el montaje de su propia destilería, y de esa forma aprovechar su melaza para producir su propio alcohol, obteniendo mayores márgenes de ganancia y diversificando su producción.

Se identifico un terreno aledaño a la Fabrica del Ingenio, que es donde se iniciaron los trabajos de montaje de la planta Mag Alcoholes, S.A, debido a su cercanía al lugar donde se encuentra la materia prima, con el fin de minimizar los costos de transporte de la melaza hacia la planta de alcohol y aprovechar el vapor del ingenio para alimentar la misma.

Este proyecto se enfoca principalmente en el montaje de las torres de destilación de la planta, las cuales recibirán alimentación de vapor desde el ingenio; las torres de destilación se montaron en el lado sur del terreno, debido a que se encuentra más cerca del área de generación de vapor de Magdalena, y por consiguiente, la instalación de la línea de alimentación hacia las torres es más barata por su menor longitud.

En la actualidad, el tema del medio ambiente es muy importante, debido a esto se realizó un estudio para determinar el tratamiento de desechos líquidos de la planta.

Gracias a este estudio realizado, se llegó a la conclusión de que los desechos líquidos, conocidos como vinazas, se utilizaran para riegos de sembradíos de caña, de esta forma no causar impacto negativo al medio ambiente y al mismo tiempo beneficiarnos de dichos desechos utilizándolos como fertilizantes.

OBJETIVOS

General

Ejecutar el montaje de las torres de destilación de una planta de producción de alcohol, que utiliza como materia prima para operar las mieles finales o melazas, provenientes del ingenio Magdalena, con el fin de ampliar la ventaja competitiva y la diversificación de la agroindustria azucarera.

Específicos

1. Realizar una descripción detallada de la función de cada torre de destilación a instalar.
2. Capacitar al personal que participará en el montaje de las torres para que pueda manipular los equipos de manera adecuada, y de esta forma obtener los mayores beneficios y mayor vida útil de todas las instalaciones.
3. Proponer el diseño del edificio de destilación basándose en el estudio del diseño de plantas industriales de acuerdo al tipo de proceso que la planta utilizará para su producción.
4. Proponer el sistema de manejo de los desechos líquidos que se van a ocasionar en la producción de alcohol, con el fin de utilizarlos en el riego de los sembradíos de caña.

INTRODUCCIÓN

Debido a las grandes cantidades de melaza producidas por el Ingenio Magdalena, sus directivos pensaron en alguna forma de utilizarla, y llegaron a la conclusión que dicha melaza podría ser usada para producir alcohol. Gracias a ello nació el proyecto de Mag Alcoholes.

Mag alcoholes, S.A, será una planta de producción de alcohol, que utilizará como materia prima las mieles finales o melazas, obtenidas en la fabricación de azúcar. El trabajo de graduación presentado a continuación que tiene como título “Montaje de las torres de destilación, y aprovechamiento de los desechos líquidos para riego de sembradíos de caña, de la planta de producción de alcohol, Mag Alcoholes, S.A”, se centra principalmente como su nombre lo indica, en el estudio del montaje de las torres o columnas de destilación.

En la actualidad, todas las organizaciones deben preocuparse por los impactos que producen sus industrias hacia el medio ambiente. Debido a ello, otro punto importante que se tratará y se propondrá, es el manejo adecuado, y al mismo tiempo aprovechamiento de los desechos líquidos producidos, que al final de cuentas tendrá un resultado que beneficiará tanto a Mag Alcoholes como al medio ambiente.

Las técnicas del montaje de las torres, se dieron a conocer a cada persona que esté relacionada con las diferentes áreas a instalar, para que estos conocieran las especificaciones del montaje adecuado de los equipos e instalaciones de la planta, esto con el fin de obtener el mayor rendimiento y conservar en optimas condiciones el equipo e infraestructura, el mayor tiempo posible.

Al desarrollar este proyecto, el ingenio Magdalena busca cumplir su visión, que es llegar a tener una diversificación de productos derivados de la caña y obtener una ventaja competitiva, que en este caso es la producción de alcoholes finos de exportación.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 Historia y Antecedentes de la empresa

El ingenio Magdalena nació con la finalidad de producir mieles vírgenes para la fabricación de licor. Antes de la caída de batista en Cuba existía una fundidora de renombre en ese país, la casa Mc Farlane, donde fueron comprados dos molinos de treinta y seis por veinticuatro pulgadas (36 X 24), fueron instalados en la finca Magdalena, situada en el rodeo Sacatepequez de allí su nombre Magdalena.

El tándem funcionó en ese lugar haciendo mieles vírgenes hasta el año de 1975, sus propietarios decidieron trasladarlo a la finca Bouganvilia, en el municipio de la democracia Escuintla, en donde opera actualmente, el propósito del cambio fue poder ampliarlo y que también produjera azúcar. El traslado y montaje de los molinos se hizo en 10 meses, permitiendo así terminar una zafra e iniciar una tardíamente.

Su siguiente zafra en el mes de marzo de 1976 permitió trabajar sin interrupciones todos los años. En 1982 se llevo a cabo una negociación en la que Magdalena cambio de dueños y en 1984 se compro el Tandem del central Guaica, de puerto Rico para trasladarlo a Magdalena. La negociación se llevo a cabo en Mayo de 1984 y se traslado a Guatemala en Mayo de ese mismo año, cuatro de los molinos del nuevo tándem de 36 X 78 pulgadas se montaron durante el período de reparación de ese mismo año y estuvo listo para iniciar la zafra el 14 de Diciembre de 1984. En el desmontaje del tándem en Guaica participo por Magdalena el Ingeniero Fredy Recinos y el Señor Humberto

Valiente, quienes pasaron tres meses en Puerto Rico haciendo y supervisando el trabajo de desmontaje, mientras que aquí en Guatemala, se hacía la fundición de las bases en que se montaron los nuevos molinos y se hacían los trabajos preliminares para poder arrancar la zafra en Diciembre.

De ese año en adelante Magdalena ha tenido un crecimiento continuo y sostenido, gracias a la visión de las personas que lo han dirigido y la entrega y confianza que su personal tiene en la empresa. El sexto molino fue instalado durante la reparación de la zafra 94-95, y ahora además de producir azúcar y melaza también produce energía eléctrica, teniendo proyectos de comercializar mas derivados del azúcar, tales como alcoholes finos de exportación en base a mieles finales de la producción de azúcar, de ahí es donde nace Mag Alcoholes. Magdalena se ha caracterizado por ser un Ingenio de crecimiento continuo y todos los que forman y han formado parte de ella son protagonistas de ese desarrollo.

1.2 Ubicación

Mag Alcoholes S.A se encuentra ubicado en el interior de la finca bouganvilia continuo al Ingenio Magdalena, km. 99 Carretera que conduce hacia Sipacate, en el municipio de la Democracia del departamento de Escuintla.

1.3 Visión y Misión de la empresa

Visión:

Ser un grupo agroindustrial que se distinga por su mejoramiento continuo y que por medio de la innovación y diversificación de productos garantice su crecimiento.

Misión:

Somos una empresa Agroindustrial líder, que a través de la eficiencia, rentabilidad, crecimiento y diversificación de nuestras actividades satisfacemos las necesidades de nuestros clientes con productos de calidad creando fuentes de trabajo.

1.4 Actividades y servicio

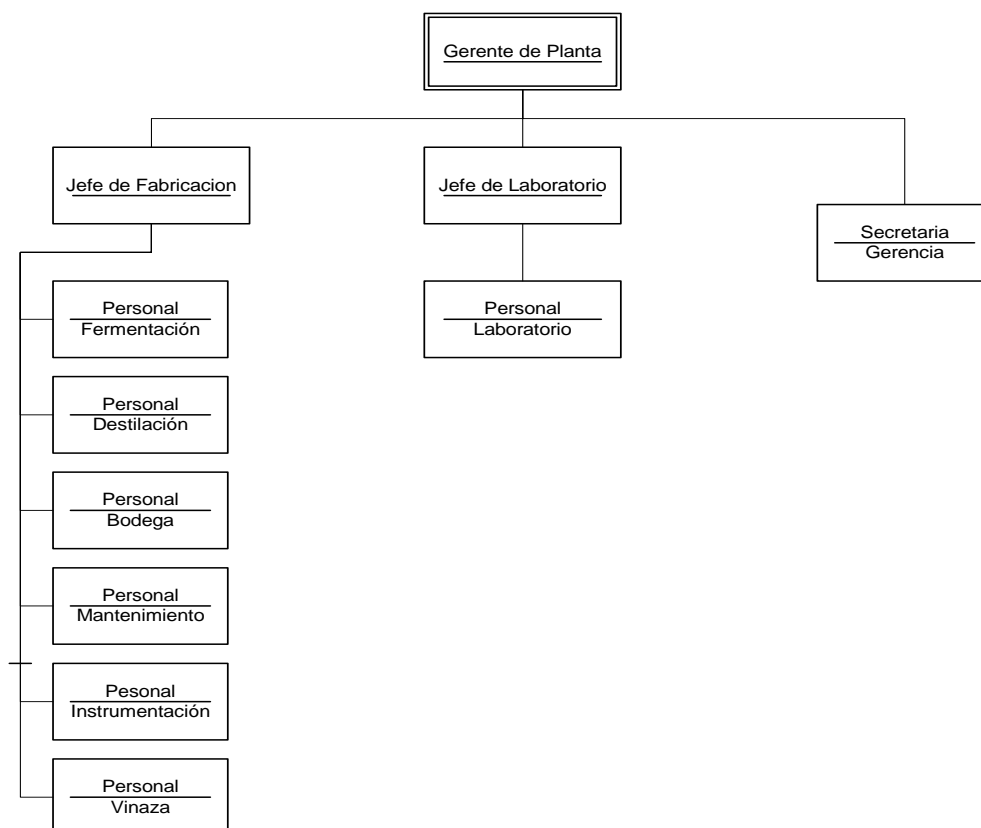
Mag Alcoholes S.A es parte del Ingenio Magdalena, es un grupo que se dedica a la producción de alcoholes finos a base de mieles finales de la producción de azúcar, con la finalidad de exportar sus productos hacia mercados en Europa y otras partes del mundo para la fabricación de licores.

Últimamente el tema de biocombustibles esta a la orden del dia debido a esto Mag Alcoholes tiene entre sus proyectos a largo plazo la obtención de etanol tomando como materia prima el alcohol producido.

1.5 Estructura Organizacional

El organigrama general de Mag Alcoholes S.A esta conformado por los siguientes puestos:

Figura 1. Organigrama General actual de la empresa



- **Gerente de planta:** Es el encargado de administrar toda la planta, y reportar a los altos mandos del grupo Mag, las actividades realizadas, logros obtenidos y volúmenes de producción alcanzados. El gerente de planta recibe los reportes de los jefes de Fabricación y de Laboratorio.

- **Jefe de fabricación:** Es el encargado de velar que todo el proceso de fabricación del alcohol se lleve de manera correcta y adecuada. Debe velar por la eficiencia de todos los operarios del área de destilación, fermentación, mantenimiento, bodega, instrumentación y vinaza.
- **Jefe de laboratorio:** El jefe de laboratorio tiene a su cargo el laboratorio de análisis químico de la destilería. Este se encarga de verificar si las especificaciones químicas del alcohol que se esta produciendo son las adecuadas. Tiene a su cargo al personal de laboratorio.
- **Secretaria de gerencia:** La secretaria de Gerencia debe apoyar al gerente de planta en todas las actividades que este requiera. Reportes, Contactos, Presupuestos de personal, etc.
- **Personal de fermentación:** Debe rendir cuentas al jefe de Fabricación, su función principal radica en el área de fermentación, controlando que el proceso de Fermentación de la melaza cumpla con las especificaciones y procedimientos requeridos.
- **Personal de destilación:** También rinde cuentas al jefe de Fabricación, el área que esta a su cargo se encuentra en el edificio de destilación y torres de destilación. Su función principal es revisar los procesos de transformación del alcohol en las torres de destilación.

- **Personal de bodega:** Se encargan de la bodega de materiales, deben llevar un control adecuado de todos los materiales que entran y que salen de la bodega. Otra de sus funciones es velar porque todos los materiales necesarios en la planta siempre se encuentren disponibles en el momento que sean requeridos.
- **Personal de mantenimiento:** Ellos son los encargados de proporcionarle a los equipos de toda la planta el mantenimiento preventivo, y en caso se dieran averías, también deben hacer el mantenimiento correctivo.
- **Personal de instrumentación:** Son los responsables de tener en optimas condiciones de funcionamiento, todos los dispositivos de instrumentación y medición de la planta, tales como manómetros, termómetros, etc.
- **Personal de vinaza:** Estos serán los encargados del manejo de la vinaza, desde que sale de la torre de enfriamiento, hasta su utilización en fertirriegos en los campos de caña.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Diseño de plantas industriales

El proceso de ubicación del lugar adecuado para instalar una planta industrial requiere el análisis de diversos factores, y desde los puntos de vista económico, social, tecnológico y del mercado entre otros.

La localización industrial, la distribución del equipo o maquinaria, el diseño de la planta y la selección del equipo son algunos de los factores a tomar en cuenta como riesgos antes de operar, que si no se llevan a cabo de manera adecuada podrían provocar serios problemas en el futuro y por ende la pérdida de mucho dinero.

2.1.1 Concepto de punto de equilibrio

A continuación se explica brevemente un método que permite identificar el nivel de las operaciones (producción) que debe alcanzarse para recuperar todos los costos de operación a partir de los ingresos.

- **Análisis del punto de equilibrio**

Es una presentación gráfica o algebraica de las relaciones entre volumen, costo e ingresos de una organización. A medida que se aumenta el volumen de salidas de un sistema productivo, también aumentan los costos y los ingresos. Los costos, en general, pueden dividirse en dos categorías: fijos y variables. Costos fijos son aquellos en los que se incurre independientemente

del volumen de producción. Estos incluyen la calefacción, la iluminación y los gastos de administración, que son iguales aunque se fabriquen una o mil unidades. Costos variables son aquellos que varían en forma proporcional con el volumen de producción; una producción mayor significará un total mayor de costos variables. Normalmente, son los costos de mano de obra directa y de materiales.

El punto de equilibrio depende del precio de venta del producto y de la estructura de los costos de operación.

Uno de los propósitos principales del análisis del punto de equilibrio es descubrir la forma en que los costos y los ingresos de la organización cambian de acuerdo con los volúmenes de producción.

- **Ingresos**

En algunos sectores industriales los ingresos dependen de contar con instalaciones cerca de los consumidores potenciales. Para las empresas de manufactura que abastecen a los clientes (quienes a menudo son ellos mismos, manufactureros y ensambladores), el tiempo de entrega puede ser crucial como componente de la misión estratégica.

- **Costos Fijos**

Las instalaciones nuevas o las ampliaciones desde el principio traen consigo costos fijos en los que sólo se incurre una vez, los cuales deberán recuperarse a partir de los ingresos.

- **Costos variables**

Una vez construida, la nueva instalación deberá dotarse de personal e iniciar actividades, y estos son costos que dependen de la ubicación. La elección final de ubicación debe ser aquella que ofrezca el mejor equilibrio total en función del cumplimiento de la misión de la organización.

2.1.2 Vías de Acceso

Las vías de acceso a la planta son en si la entrada peatonal, entrada de insumos y entrada de maquinaria, clasificadas de esta forma para obtener mayor seguridad (para los peatones), y mayor eficiencia en la carga y descarga de insumos y materiales necesarios para el proceso de producción de alcohol. Se recomienda que presenten una superficie pavimentada, de fácil tránsito. Las pendientes estarán dirigidas hacia los caños, cajas de y/o rejillas o desagües.

Los pavimentos podrán ser de diversos materiales, concreto de cemento pórtland, concreto asfáltico, adoquín de concreto, empedrado de piedra cuarta, empedrado de piedra bota, toba cemento (lastre y cemento).

Debe evitarse a toda costa, que el acceso sea de tierra, dado que en invierno hay mucho lodo y en el verano se presenta mucho polvo. Estas materias si están presentes pasan al interior de la planta, y al producto. Uno de los resultados finales de estas contaminaciones se manchan y como consecuencia el alcohol que se produce es oscuro, además de presentarse sedimentos indeseables, tales como arenas y lodos.

2.1.3 Rampas

Estas se utilizan en las entradas peatonales a diversos puntos específicos de la planta en los que resulta mas eficiente, cómodo y seguro colocar rampas que escaleras. Como un ejemplo podemos citar las entradas donde se requiere que el operario suba carga o materiales utilizando un trocket, ya que en dicha área resultaría muy difícil y peligroso utilizar una escalera. Estas tendrán una pendiente que no exceda el 10 % respecto de la horizontal, y deben construirse con material antideslizante. Deberá llevar pasamanos en al menos uno de sus lados, ancho de las mismas estará condicionado por los objetos que circulen. El ancho mínimo será de 1.20 metros y las escaleras deben reunir características tales que permitan transitar con comodidad, seguridad y fluidez, todos los casos su superficie será antiderrapante.

2.1.4 Instalaciones Sanitarias

En toda planta procesadora de productos de consumo humano la higiene del personal es determinante para la seguridad de los alimentos. Una planta sin las condiciones higiénicas adecuadas para el personal es una planta, dónde el riesgo de falla económica es permanente, debido al aumento de las posibilidades de contaminación de sus productos y las consecuentes pérdidas.

- **Inodoros**

Un **inodoro** es un aparato utilizado para recoger y evacuar los excrementos humanos hacia la instalación de saneamiento y que (mediante un cierre de agua limpia) impide la salida de los olores de la alcantarilla hacia los espacios habitados.

Se deberán proveer separados para cada sexo. Deben tener ventilación directa. Según jornada de trabajo se colocará un inodoro por cada 25 hombres o fracción; se colocará un inodoro para cada 20 mujeres o fracción; se colocará un orinal por cada 30 hombres o fracción; se colocará un lavatorio por cada 15 personas; se colocará una ducha para cada 5 personas o bien según lo que establezca como óptimo el Ministerio de Salud Pública.

Los espacios destinados a los servicios sanitarios, tendrán pisos y paredes impermeables, con una altura mínima de 180 centímetros, dichos materiales pueden ser similares a los azulejos y/o cerámicas.

- **Vestidores**

Dadas las características de la agroindustria azucarera, en la cual se da la evaporación de grandes cantidades de agua; el manejo de caña; manejo de bagazo y leña; manejo de moldes; etc., el personal deberá usar ropa para trabajo diferente a la que empleará al salir de la planta, al final de la jornada. Por ello es importantísimo proveer en la planta vestidores con sus respectivas duchas o regaderas, además se debe incluir un casillero por cada operario u empleado, donde pueda guardar sus objetos personales.

Las ropas y objetos personales no se deberán depositar en los sitios de producción. Los vestidores y regaderas no deberán tener acceso directo a la zona de producción, además, se debe considerar en el diseño, la posibilidad de un derrame u obstrucción en sitio de baño. Si se llegara a dar dicho derrame el agua en ningún caso debería correr por la planta.

Las paredes y pisos de las duchas deben ser de materiales impermeables. En el caso del piso este debe ser antideslizante. Los materiales a usar pueden ser similares a los azulejos en el caso de las paredes ya las cerámicas en el caso de los pisos.

- **Instalaciones para lavarse las manos en zonas de producción**

En la zona de producción, se ubicarán instalaciones convenientemente situadas para lavarse las manos con agua y jabón y secarse con toallas desechables. Se debe disponer adicionalmente de una instalación de desinfección de las manos, con jabón, agua y un preparado reconocido y adecuado para la desinfección. El medio para secarse las manos debe ser higiénico y apropiado. Si se emplean toallas estas deben ser de papel, y debe haber junto a cada lavabo un número suficiente de dispositivos de distribución y basureros con sus tapas accionales con el pie. Es conveniente que los grifos no se accionen con las manos.

2.2 Edificios industriales

Los edificios industriales son todas esas estructuras diseñadas para satisfacer funcionalmente las necesidades de la industria, tomando en consideración las áreas productivas e improductivas necesarias para su funcionamiento óptimo.

La ejecución de la construcción debe ser diseñada de una manera integral constituida por las diferentes necesidades de la empresa, la cual establece una estrecha relación entre el Ingeniero civil, el propietario y el ingeniero Industrial, siendo de gran importancia ya que el aporte técnico de cada uno, redundara en el ahorro de recursos económicos.

El manejo de materiales es un factor sumamente importante en el diseño de edificios industriales, puede decirse cuando se ha analizado este factor que los edificios forman parte del proceso productivo a semejanza de la distribución de energía y disposición de maquinaria.

Los proyectos industriales se inician generalmente con una distribución tentativa de maquinaria alrededor de la cual se dejan espacios para su operación, inspección y mantenimiento, la disposición de las maquinas es de fundamental importancia pues en ello se basa el flujo adecuado de materiales.

Ventilación, iluminación, techos, pisos y pinturas usadas en plantas industriales son aspectos a considerar en la planeación de un edificio, los cuales influyen en la eficiencia del proceso.

Los edificios deberán ser de construcción con buena seguridad estructural, y cuyos materiales sean tales que no permitan focos de contaminación que puedan dañar a las personas y los productos que ellas elaboran el proceso total.

La seguridad estructural de la planta se regirá por los criterios de diseño del profesional responsable de la construcción. En el interior del edificio se debe disponer de espacios suficientes de manera que permitan las maniobras para el flujo de materia prima, materiales, productos, personas, etc. Debe haber espacio suficiente para tener libre acceso a las diferentes operaciones productivas y para el mantenimiento de los equipos.

El área de proceso estará separada de otras áreas como los servicios sanitarios, servicios de comedor, oficinas. Las zonas de servicios y oficinas estarán ubicadas en recintos totalmente separados por paredes impermeables no porosas. Si las zonas de proceso están en la misma planta, es conveniente demarcar en el piso el espacio definido para cada una de ellas, así como, el flujo o camino a seguir entre las diferentes operaciones.

Las paredes se construirán con material impermeable no poroso. Se deberá tener especial cuidado en seguir esta recomendación en las áreas de proceso del producto, las zonas de almacenamiento, laboratorios, etc., si las hubiese, y servicios sanitarios.

La altura mínima de las paredes en la zona de trabajo será de tres metros. Los materiales a emplear pueden ser de bloques de concreto con repello fino, de concreto chorreado; paredes prefabricadas de concreto debidamente acabadas; enchapadas con azulejos en una calidad tal que soporte los ácidos que se generen, en este caso la ragua a utilizar deberá ser epódica. los azulejos irán hasta una altura mínima de 1.20 metros desde el nivel del suelo o hasta la altura óptima para ejecutar la operación correspondiente.

Donde se pinten la pared, se utilizan pinturas resistentes a la humedad, deben ser lavables e impermeables. Deberán ser capaces de resistir los ácidos y álcalis presentes en el ambiente, los cuales resultan de los procesos que se desarrollan en la planta además es conveniente que dichas pinturas contengan agentes fungicidas o germicidas los colores a emplear deberán siempre ser claros.

Las uniones entre piso y pared, y entre pared y pared, deben ser redondeadas, con un acabado tipo sanitario. El interés de esta recomendación consiste en facilitar la limpieza y evitar la acumulación de suciedades.

Para facilitar la circulación de aire, en la zona principal de trabajo, se pueden construir ventilas en la base de la pared, estas pueden ser de 10 centímetros de alto por 30 centímetros de ancho. Dichas ventilas llevarán una malla de varilla #2 a cada 2.50 centímetros, en ambas direcciones, dicha malla servirá para evitar el paso de roedores y animales pequeños.

2.2.1 Tipos de edificios Industriales

El planificar la construcción de un edificio industrial, ya sea una planta industrial nuevo o la ampliación de una existente, requiere tomar muy en cuenta los siguientes aspectos.

Necesidades presentes y futuras de la empresa:

- Situación financiera
- Condiciones económicas en general
- Cambios en el mercado
- Normas y reglamentos que afecten en si el edificio: Los espacios o ambientes que necesita la industria están relacionados con las funciones mismas de la empresa. Las características de estos espacios dependen de la función a la cual le darán servicio o necesidad. Los edificios industriales pueden ser de una o varias plantas, ajustándose cada uno de ellos a situaciones determinantes. No es posible establecer en forma definitiva la superioridad de un tipo sobre el otro y utilizarlo en la totalidad de los casos. La selección de cualquiera de los dos tipos de edificios se efectúa a través del análisis de las solicitudes del problema en particular y de las ventajas que ofrecen a unos y otros para satisfacerlos.

2.2.1.1 Primera Categoría

Su estructura principal esta formada por marcos rígidos de concreto armada y relleno de hormigón, transmitiendo sus fuerzas hacia las zapatas individuales del mismo material. Sus techos y entresijos pueden ser de losas de hormigón armado o nervado, siendo estas ultimas del tipo de concreto pretensado, las cuales se apoyan sobre vigas y columnas del mismo material.

Los muros exteriores o interiores son de ladrillo de barro de superficie lisa o de bloque de piedra pómez y cemento, las cuales generalmente no reciben cargas externas, constituyéndose en muros de relleno lo que hace al edificio totalmente asísmico.

El acabado en estos muros es mediante el cernido de sus superficies, dándole un aspecto muy fino y de gran calidad, ya que en la actualidad este acabado se puede aplicar por medio de la forma tradicional, haciendo uso de los materiales tradicionales (cal, cemento y arena blanca), o contratando una compañía que se dedique al acabado de superficies de tabiques, el cual le da un aspecto arquitectónico, de mucha mas calidad. Finalmente para darle el toque ultimo, se aplica una capa de pintura la cual debe ajustarse a las solicitudes del local.

Las ventanas generalmente son de aluminio nodizado natural, con sus operadores individuales. Los pisos para el área de producción generalmente son de concreto armado y superficies alisadas. Para el área de oficinas, sus pisos pueden ser forrados con capas de cemento líquido, granito o alfombrados. Estos edificios pueden ser de 1 ó 2 niveles.

Si son de 1 nivel habrá que dejar el área de adelante para uso exclusivo de las oficinas y el área de atrás para la planta de producción. Si son de 2 niveles habrá que dejar un nivel exclusivamente para el área de producción y el otro nivel para el área de oficinas. Además, debe tener un área destinada a jardinización y parque, tanto para los visitantes como para el personal de la empresa. Así como también deberá poseer áreas de servicios y deportivas

para los empleados. Estos edificios se diseñan con el criterio de ser iluminados y ventilados artificialmente, ya que estrictamente adoptan formas rectangulares o cuadradas, las cuales son inadecuadas para el aprovechamiento de la iluminación y ventilación natural.

Ventajas

- Alta vida de operación
- Incombustibles por naturaleza
- Proporcionan bienestar y seguridad al personal que labora dentro de ellos.
- Soportan grandes cargas
- Se puede diseñar para soportar otro nivel, en caso sea necesaria la expansión en el futuro.
- Permiten amplitud en su interior en virtud de que es posible darle gran separación y altura a las columnas.

2.2.1.2 Segunda Categoría

En las construcciones de segunda categoría predomina el acero estructural con una combinación del concreto armado en cantidades menores, ya que este último servirá de apoyo a las columnas de acero y a los tabiques de relleno. Las estructuras principales en las cuales intervienen las columnas, las uniones y las vigas pueden ser del tipo conocido como alma llena o vacía.

La cimentación de las columnas principales es individual y de concreto armado. Los muros exteriores y los interiores generalmente transmiten su peso al suelo mediante cimentaciones corridas. La cubierta superior del edificio puede ser lamina de zinc, de aluzinc, de asbesto cemento, o en algunas secciones de losa de concreto armado. Estos edificios generalmente llevan un entrepiso el cual puede ser de concreto armado o de madera apoyado sobre vigas de acero descansadas en las columnas del edificio.

Los muros exteriores no reciben ninguna carga superior por lo que se puede constituir en edificios asismicos y son totalmente de mampostería, o puede hacerse una combinación de lamina de zinc, aluzinc o asbesto cemento, su acabado generalmente es de superficie rustica pintada. Los muros interiores pueden ser de tabique de ladrillo, block de cemento o del tipo prefabricado, los cuales están contruidos por planchas de plywood decorativo, tablex cartón piedra, con alma de duroport y estructura de aluminio, los cuales le dan una presentación muy buena a los ambientes.

Las ventanas son metálicas, ya sea de aluminio o de hierro. Las puertas pueden ser de metal o madera. Los pisos para el área de producción son de concreto armado sin pulir, su resistencia y tipo están en función del proceso de producción, mientras que para el área de oficinas, generalmente son de pisos de cemento líquido o granito.

Estos edificios generalmente se conforman de dos partes: el área de oficinas y el área de producción. Siendo en su mayoría de veces el área de oficinas una construcción de concreto armado y el área de producción de acero estructural, lamina, madera y mampostería.

Debe tener un área de jardinería y parqueo tanto para visitantes como para empleados, áreas de carga y descarga de mercadería, así como también poseer áreas de servicios y deportivas para los empleados.

La ventilación y la iluminación se suministrarán aprovechando las fuentes naturales, utilizándose medios artificiales únicamente para operaciones aisladas que así lo requieran. Esto determina que los edificios de este tipo tengan formas rectangulares alargadas.

VENTAJAS

- Las cargas que soportan pueden ser altas.
- Son amplios en su interior y esto los hace que se adapten perfectamente a procesos industriales pesados.
- Son de montaje fácil y rápido, ya que sus elementos estructurales principales son prefabricados.
- Los costos de demolición son bajos permitiendo que los cambios en la instalación resulten económicos.
- Por ser de tal tipo prefabricado sus elementos principales, pueden ser vendidos en un momento determinado.

DESVENTAJAS

- Aunque el acero es un material incombustible, cuando se le somete al fuego directo y continuo, la resistencia disminuye y se deforman los elementos con probables defectos destructivos, este riesgo es posible disminuirlo mediante la instalación de rociadores de agua suspendidos, los cuales se accionan mediante la acción de sensores de humo.
- Son estructuras susceptibles a la vibración, lo cual trae como consecuencia una instalación ruidosa.
- Su costo de mantenimiento es muy alto
- Debido a que aprovechan la ventilación natural, el interior del edificio esta prácticamente a merced de la intemperie, aumentando por lo tanto os costos de mantenimiento.

2.2.1.3 Tercera Categoría

La madera es el material que interviene fundamentalmente en la construcción de estos edificios. La cimentación de estos edificios como la de los anteriores, es de hormigón armado. La estructura principal esta formada por columnas y armaduras de madera cuando los claros son grandes. Cuando los claros son pequeños se usan vigas de madera en lugar de armaduras, las cuales soportan la cubierta superior. Esta cubierta puede ser de lámina de zinc o asbesto y en algunos casos de lámina ondulada de cartón impermeable. Sus pisos son de hormigón rustico. Los muros y tabiques interiores pueden ser de mampostería o de madera, las puertas y ventanas son de madera.

Estos edificios generalmente se conforman de una sola planta, la cual esta destinada al área de producción y dentro de la misma se destina un lugar para una pequeña oficina, debe poseer un are de servicio para los empleados.

VENTAJAS

- Su costo de construcción es el mas bajo
- Son fáciles de montar y desmontar, ya que las uniones son con clavos o tronillos y los elementos son ligeros
- Las cimentaciones son ligeras y no requieren de precisión
- Son estructuras que se pueden modificar con facilidad y bajo costo
- Generalmente el área que ocupan es pequeña

2.3 Diseño de pisos

Las funciones de un piso a nivel de terreno, es decir, sobre el suelo, son transmitir las cargas hacia el suelo y proporcionar una superficie de uso, lisa, fácil de limpiar y mantener. La práctica común del diseño consiste en diseñar en función de una carga viva de 75 lb/pie cuadrado, para fabricación liviana y de 125 lb/pie cuadrado para fabricación pesada y almacenaje. El piso debe estar uniformemente apoyado sobre el suelo, por lo tanto el suelo debe estar uniformemente compactado o bien usar una subbase granular de 4 pulgadas de espesor.

2.3.1 Tipos de pisos

Serán impermeables de manera que la humedad del subsuelo no pase a la planta, ni la humedad que se genere en los pisos como resultado del lavado a su vez pase al subsuelo bajo el piso. Este cuidado tiene como objeto evitar la proliferación de microorganismos patógenos y plagas en general. Los pisos se recomiendan construirlos con materiales a prueba de roedores.

La resistencia estructural del piso será de al menos 140 kg/cm². La construcción será tal que no se presenten fisuras ni irregularidades en la superficie.

Dada la cantidad permanente de agua que se vierte en las plantas de alcohol, la superficie del piso será antiderrapante, en grado tal que ofrezca suficiente adherencia en la movilidad de las personas.

Una planta procesadora de productos de consumo humano requiere el mínimo posible de superficies donde puedan acumularse microorganismos patógenos y suciedades diversas, que posteriormente puedan dañar el producto; la superficie antiderrapante deberá ser lo menos rugosa posible, dicho de otra manera será lo mínimo necesario y suficiente para que las personas que trabajen en la planta no se resbalen.

Los pisos deben tener resistencia química, tal que no se deterioren fácilmente las superficies. Esta condición tiene su mayor grado de importancia en la zona de procesamiento de jugos y almacenamiento.

Todos los pisos en general se requiere que tengan una pendiente del 2 % hacia los escurrideros, los cuales pasarán posteriormente al sistema de tratamiento correspondiente.

2.3.2 Patios

Para los patios se tendrá los cuidados que se tiene en las vías de acceso, pero además se deben evitar condiciones que faciliten la contaminación de la planta, el producto y el personal, como es el caso de: equipo mal almacenado; acumulaciones de basura, desperdicios, chatarras, residuos líquidos, etc.

No debe haber presentes malezas ni hierbas en los alrededores. En el caso de jardines estos deben recibir el mantenimiento del caso, de manera que no se convierta en habitáculo de especies problemáticas que pueda ser molesto e incomodo para el personal la planta y el producto.

Los drenajes deben ser adecuados y suficientes, no deben acumular aguas en ningún momento en las diferentes zonas del patio, tampoco se quedaran atrapadas.

Si el pavimento del patio es granular, conviene revisar la capacidad de infiltración del suelo subyacente, par dimensionar las obras complementarias requeridas.

Los caños de evacuación o caños recolectores, llevarán las aguas a las cajas de registro que indique el diseño, dicha cajas o coladeras, deberán presentar las tapas apropiadas de manera que se evite la entrada de plagas provenientes de las alcantarillas o tuberías, sobre las externas.

Por último, es de suma importancia una iluminación adecuada de los patios, sobre todo si se va a recibir materia prima o despachar producto terminado durante las noches. Por adecuada entenderemos aquella fuente de luz policromática con el brillo y cantidad de iluminación requerida en el sitio.

2.3.3 Pasillos

El ancho de los pasillos será proporcional al número de personas que los transiten. Se ajustaran además a las necesidades de los trabajos que se realicen en la planta. El ancho mínimo recomendado para los pasillos principales es de 1.20 metros.

Los pasillos en ningún caso se deberán emplear como zonas de almacenamiento, pues los obstáculos en la circulación son fuentes potenciales para accidentes tanto del producto como para las personas y los equipos que se necesite mover por dichos sitios.

Sí en los pasillos se presentan intersecciones o esquinas, es conveniente que haya avisos de advertencia o bien espejos adecuadamente colocados.

3. FACTORES QUE DETERMINAN EL DISEÑO DE LA PLANTA

Antes de decidirse a invertir en la nueva planta de producción de alcohol, los directivos del Ingenio Magdalena se basaron en los siguientes factores que son determinantes para conocer el diseño adecuado que se le dará a las instalaciones y prever futuros problemas de falta de capacidad ante una demanda creciente.

3.1 Tamaño

Es importante determinar el espacio físico ideal de la planta, debido a que es una planta nueva tomaremos como referencia la otra destilería que ya se encuentra en funcionamiento dentro del Ingenio Magdalena, con el objeto de diseñar a conveniencia las dimensiones exactas en las áreas y departamentos que conformaran la empresa y de esta forma evitar cometer los mismos errores que se dieron cuando comenzó sus operaciones la primera destilería de Magdalena, de manera que cuando ya este operando, sus instalaciones sean eficientes, funcionales y presenten los menores problemas posibles; obteniendo así de ella su máximo aprovechamiento.

También establecer las medidas que deberá tener el terreno en el que se instalara y operara, el monto de la inversión, el espacio que ocupara la maquinaria, etc. Además, las necesidades actuales y las futuras tales como la producción de etanol que se pudieran presentar como consecuencia de su desarrollo y funcionamiento en el transcurso del tiempo.

Un factor importante para determinar el tamaño ideal, es conocer el mercado que se va a cubrir, con el objeto de calcular la capacidad de producción y el mayor espacio físico que se requiere para obtener el volumen de producción deseada.

Figura 2. Edificio de Destilación



3.1.1 Capacidad de la planta

Esta industria se clasifica en relación al volumen de producción, dentro del rango de las industrias de gran tamaño, ya que producirá 300,000 litros diarios de alcohol, y deberá tener la capacidad de cubrir parte importante de las exportaciones de alcohol en Guatemala.

Como se dijo al inicio de este capítulo uno de los problemas que se tuvo al instalar la primera planta de producción de alcohol de Magdalena fue, que no se hizo un estudio para determinar un tamaño adecuado de la fábrica, debido a esto la capacidad de dicha planta no fue suficiente para cubrir la demanda existente.

La tecnología con que se trabajara, será sofisticada y de ella se obtendrá, un volumen satisfactorio de producción para el mercado, ya que con el actual no se ha logrado satisfacer, razón por la cual este es aun un producto en espera de un mejor uso.

Al operar dicha industria, se espera llenar ese vacío de oferta existente y que en un futuro cercano, oferta y demanda se encuentren en un punto mediante el cual el producto logre un espacio en el mercado, manteniendo un precio aceptable, tanto para el cliente como para la empresa, y, si esto no fuera posible, reducir, significativamente, su precio.

3.1.2 Capacidad diseñada

La planta tendrá la capacidad de obtener un volumen de producción de, alrededor de, los 300,000 litros/DIA de alcohol refinado de alta calidad. Inicialmente se trabajara con 3 turnos de 8 horas diarias, que en una semana de 7 días serán 168 horas de lunes a domingo y un total de 672 HR/mes.

Ahora bien, para conocer las horas reales de trabajo, se restan del total de horas, las que se pierden en el proceso.

Perdida que se da aunque las maquinas trabajen automáticamente, porque intervienen: los factores humanos, problemas técnicos o cambios en la línea de producción; por ejemplo en cada cambio de turno, se toman 30 minutos para preparar nuevamente las maquinas, esta solo trabajara un tiempo de 22.5 horas al día y, al mes estos 30 minutos se convierten en 2700 min/mes que en horas significan $2700/60 = 45$ HR/mes.

Entonces, de las 672 hr/mes de que se disponen, son en realidad: $672 - 45 = 627$ hr/mes.

Tomando en cuenta los factores humanos, reparaciones, etc., que representan en perdida de tiempo, aproximadamente, un 10% del tiempo disponible mensual. El tiempo estimado que se perderá será de: $672 \text{ hr/mes} \times 0.10 \text{ Pert/mes} = 67.2 \text{ HR/mes}$; restando de las HR/mes reales las perdidas nos dan: $627 \text{ HR/mes} - 67.2 \text{ HR/mes} = 559.8 \text{ HR/mes}$ de trabajo efectivo.

Se obtiene una eficiencia de: $559.8 \text{ HR/mes} / 672 \text{ hr/mes} = 83.30 \%$ que se considera para nuestro proyecto como aceptable.

Con base en el tiempo real disponible y partiendo de que la producción será de 12500 lt/HR se obtienen:

De acuerdo a los cálculos anteriores la capacidad que se espera de la planta en producción de litros por mes será: $12500 \text{ lt/HR} \times 559.8 \text{ HR/mes} = 6997500 \text{ lt/mes}$.

Los datos anteriores se realizaron tomando en cuenta los problemas que se dieron en la primera planta de alcohol de Magdalena, y con el hecho de no volver a cometerlos en la nueva planta.

3.1.3 Márgenes de capacidad utilizables

Es imprescindible que la planta trabaje utilizando, al máximo, toda su capacidad, tomando siempre en cuenta factores que en cualquier momento causen algún tipo de problema, por ejemplo: la situación del producto en el mercado, dificultades técnicas inesperadas que se presenten en el área del proceso en la planta, etc. Que, de una u otra manera, van a determinar el volumen de producción real con el que se conocerá el margen de utilidad y eficiencia que se tenga en un periodo específico.

3.2 Factores que condicionan el tamaño

Entre los factores que condicionan el tamaño de la planta figuran el tamaño del mercado, la capacidad Financiera, la capacidad administrativa, los problemas de transporte y la disponibilidad de insumos. Todos los anteriores factores condicionantes del tamaño se describen a continuación.

3.2.1 Tamaño del mercado

- **Tamaño del mercado**

Uno de los principales problemas al inicio de las operaciones de la primera planta de alcohol de Ingenio Magdalena, fue el haber obviado un estudio de mercado que les permitiera conocer los consumos y las cantidades demandadas. Debido a esto se instaló una planta con insuficiente capacidad de producción lo cual obligó a los directivos instalar otra planta que lograra cubrir la demanda.

Por consiguiente se llevó a cabo una investigación de mercados, antes de decidirse a realizar la inversión en Mag Alcoholes, y al analizar los datos recabados, se comprobó que existen suficientes mercados en el extranjero donde se puede incursionar para exportarles el alcohol que se va a producir y de esa forma lograr cubrir el mercado al cual se tenía desatendido por la poca capacidad de producción de la primera planta de alcohol.

Según los datos recabados y analizados por una empresa de investigación de mercados contratado por Magdalena, se llegó a la conclusión de que en Europa se consumen mensualmente alrededor, de 100 millones de litros; lo que da un claro concepto del volumen de utilización que tienen estos países europeos de el alcohol, por lo que, a simple vista, se puede verificar que el mercado de exportación es lo suficientemente grande como para permitir que se instale no solo una planta sino otras mas conforme pase el tiempo.

3.2.2 Capacidad financiera

Es otro factor importante que se debe considerar, debido a que, generalmente, determina el tamaño que se le puede dar a la planta, pues, los inversionistas actúan de acuerdo al monto de capital con que cuenten, sea propio o dispongan de una línea de crédito en un banco o una financiera, donde siempre van a existir ciertas restricciones como por ejemplo: no les sea autorizado dicho crédito por no estar solventes en otros prestamos; o pueda darse el caso en que si lo aprueben, pero en un largo periodo de tiempo, por ser un tramite que lleva muchas operaciones.

Otra situación que en la actualidad restringe bastante, la inversión es el alza a la tasa de interés y, en muchos casos, el inversionista opta por retractarse.

Un ejemplo de esto sería que el inversionista, después de realizar los debidos estudios, se diera cuenta que la recuperación de su inversión es a un lapso de tiempo mayor de lo que esperaba lo que significaría un costo de oportunidad de realizar esa inversión y por consiguiente decida invertir en otro negocio.

3.2.3 Capacidad administrativa

Para esta industria, no será este un factor que influya directamente en el tamaño de la misma, pues en la actualidad en los centros de estudios superiores como las universidades, se están formando profesionales que contarán con suficientes conocimientos principalmente, de administración que aplicaran correctamente en sus respectivos campos.

A nivel técnico operativo, la tecnología de operación es tan sencilla, que la educación que tenga el operario, no constituye alguna limitante en la industria por lo que su capacitación prácticamente va a ser fácil de realizar.

3.2.4 Problemas de transporte

En lo referente a la transportación de la materia prima no se registraría mayor problema; ya que, se usaran depósitos o tanques en donde se almacenaran las mieles finales provenientes del Ingenio, luego se bombearan del tanque hacia la planta. Además, la planta estará ubicada cerca de las fuentes de obtención de la materia prima o sea contigua al ingenio.

Para llevar el producto terminado hacia los tanques de almacenamiento que se ubicaran en la empresa portuaria quetzal, se utilizaran camiones tipo cisterna ya que pueden transportar el alcohol en grandes cantidades y esto permite reducir considerablemente los costos.

Finalmente, para el transporte del personal, se utilizarán los buses que llevan a todos los trabajadores del Ingenio y estos quedarán sujetos a los horarios que tengan los buses.

3.2.5 Disponibilidad de Insumos

Como factor condicionante para determinar el tamaño de la planta, es necesario, conocer los volúmenes existentes de materia prima disponible, que como se ha comprobado, hay existencia suficiente como para decidir que cantidad de materia prima se dispondrá para elaborar el producto y cubrir el mercado, determinando así, el espacio físico que necesita la planta.

El proveedor de materia prima es el Ingenio Magdalena, este es un ingenio en el que se muelen 30000 ton/día de caña de azúcar, produciendo aproximadamente 1000000 lt/día de melaza, que es una cantidad suficiente para poder alimentar la planta de alcohol, que solo necesita de 450,000 lt/día para operar.

3.3 Proceso de producción del alcohol

1. **Transporte y almacenamiento de la melaza:** La melaza obtenida desde la fábrica del Ingenio Magdalena es transportada vía transferencia de tuberías o carros de almacenamiento a la planta de procesamiento Mag Alcoholes. La melaza es colocada en un tanque de almacenamiento de concreto bajo tierra por bombeo de la melaza. Cuando el proceso ha comenzado, la melaza almacenada será bombeada en un contenedor o vasija de disolución para ajustarlo a una concentración adecuada.

2. **Preparación de la melaza:** La melaza es bombeada dentro del tanque medidor a través de un bombeo desde el tanque bajo tierra el cual recibe el material directamente desde el tanque de almacenamiento por transferencia de tuberías. Después que la melaza es medida exactamente, fluye hacia el tanque de disolución de la melaza. Debido a su resistente concentración de azúcar, la melaza no soporta una fermentación directa, por lo tanto primero debe ser diluido a la concentración deseada. Este es llamado masa o templa, y presenta los carbohidratos listos para la inoculación o vacunación de los cultivos de semillas. La melaza utilizada en este proceso no necesita ser esterilizada por un proceso diseñado especialmente, el cual será útil para eliminar el consumo de vapor y los costos de producción de corte. Después que la melaza es diluida a la concentración deseada, una mezcladora automática ayudará a darle una concentración homogénea para el proceso de fermentación, antes de que sea bombeado a una serie de fermentadores de acero.

3. **Estación de cultivo de granos:** La estación es equipada con un fermentador piloto en conjunto con el equipo de cultivo de granos y los instrumentos de cultivo diseñados especialmente. Este proceso es realizado bajo una exacta supervisión de laboratorio, incluyendo la selección de la inoculación de los granos de levadura, la adición de nutrientes, el ajuste del pH, el control de temperatura, y finalmente la limpieza y esterilización de la máquina de cultivo de levadura para la realización del siguiente lote.

4. **Suministro de agua procesada:** El equipo suministrador de agua procesada y el equipo incrementador de presión son proporcionados. El suministro de agua procesada será diseñado para una carga máxima de 21 TM/Hr; sin embargo, sólo aproximadamente 210 TM es necesario diariamente. El agua utilizada en el proceso podría ser tratada como agua drenada de calidad o suministrado por un pozo de 90-100 metros de profundidad.
5. **Estación de fermentación:** Existen 8 fermentadores con una capacidad aproximada de 45 KL. Los fermentadores están conectados por tuberías para una operación de fermentación continua. Esta estación tiene un control automático de temperatura, velocidad de flujo, operación de templado y operación de alimentación. Usualmente el ciclo de fermentación dura de 2-3 días. Dado que el alcohol etílico es formado por levadura desde monosacárido, es necesario descomponer la sucrosa en d-glucosa y d-fructuosa. Las enzimas producidas por la levadura cambian los monosacáridos en alcohol y dióxido de carbono. Después que ha sucedido la reacción, el alcohol etílico presente en los fermentadores puede ser separado por destilación. El contenido de alcohol de la masa es de 7-12% de su volumen, es bombeada hasta la sección de destilación del alcohol. Después de pasar a través de varios intercambiadores de temperatura, el residuo en la base del destilador transporta proteínas, residuos de azúcar y otras impurezas que pueden ser extraídas y usadas como componentes para alimento animal. La propuesta del diseño de la estación elimina los errores de operación y puede alcanzar resultados efectivos a bajos costos de operación. La capacidad de esta estación puede presentar el requerimiento para la manufactura suficiente del caldo fermentado para la estación de destilación con una producción diaria de 300,000 de alcohol etílico.

6. **Estación de las torres de destilación:** El mosto fermentado conteniendo alcohol etílico, agua, aldehído, ácido acético, etc. , pasa a través de un intercambiador de temperatura hacia la torre destrozadora, para mantener el alcohol en la temperatura adecuada y quitarle todas las impurezas que pueda traer, después pasa a la torre Preconcentradora para proporcionar un reflujo para las torres posteriores y separar el agua de los demás componentes del caldo. Luego los productos más volátiles, los cuales todavía pueden contener rastros de aldehídos y alcohol, son condensados completamente a través de la torre Hidroselectora y transportados detrás de la parte superior de la torre Rectificadora que es la encargada de rectificar y darle el grado en volumen porcentual al alcohol. Cerca de la parte superior de esta torre, el 95-96%, del alcohol es absorbido a través de la torre Desmetilizadora que se encarga de eliminar por completo el ácido acético, después de esta torre el alcohol fino está listo para su almacenamiento y distribución.

3.3.1 Diagrama de Flujo del proceso de destilación

Figura 3. Diagrama de Flujo del proceso de destilación

ASUNTO
METODO
FECHA
ANALISTA

PROCESO DE DESTILACION
DIAGRAMA ACTUAL
OCTUBRE DE 2006
EDDY STALLING

EMPIEZA EN: AREA DE DESTILACION
TERMINA EN: TANQUES DE ALMACENAMIENTO

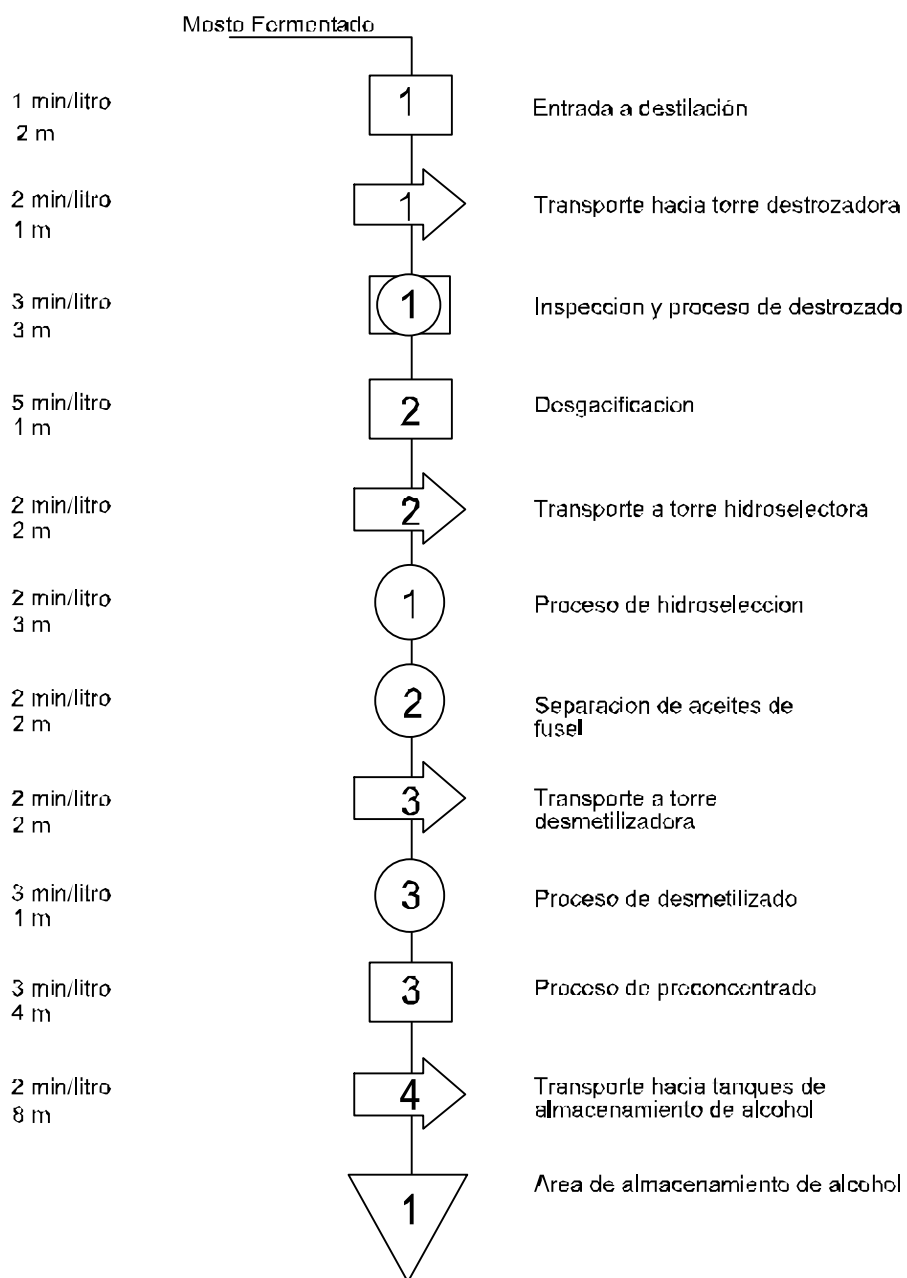







Tabla I. Resumen del diagrama de flujo del proceso de destilación

RESUMEN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO				
SIGNO	Descripción	CanL.	DisL.(m)	l(min)
	Operaciones	3	6	7
	Combinada	1	3	3
	Inspección	3	7	7
	Transporte	4	13	8
	Almacenamiento	1		
	TOTALES	12	29	25

4. MONTAJE DE LAS TORRES DE DESTILACIÓN

4.1 Montaje de las torres de destilación

Para la realización del montaje de las torres de destilación, se utilizaron equipos tales como grúas y cables para poder sostenerlas. El procedimiento de montaje fue el siguiente, se colocaron las bases de cada torre en la cimentación, de acuerdo a las medidas y ubicación de cada una de estas.

Luego se solicitó la grúa del ingenio, se colocaron los cables en las orejas especiales que las torres poseen para facilitar su movilización, y por ultimo la grúa coloco la primera sección de cada una de estas en sus respectivas bases, después de la misma forma fueron montadas las segundas secciones sobre el cuerpo de las primeras secciones por ultimo se procedió a colocar los tornillos sujetadores en las uniones de las secciones.

El resultado que se obtuvo al desarrollar esta actividad fue una guía de procedimientos de montaje detallado por pasos que deben seguirse para las columnas de destilación, que se presenta a continuación.

Figura 4. Grúa para realizar los montajes



4.1.1 Guía de procedimientos de montaje

1. Los planos y especificaciones técnicas, proporcionados por los diseñadores y fabricantes de los componentes del equipo, se interpretan para conocer con claridad y precisión el montaje que se debe realizar.
2. Los requerimientos dimensionales, de forma y posición de las superficies de acoplamiento y funcionales y las especificaciones técnicas necesarias de cada pieza se comprueban para conseguir las condiciones de los acoplamientos y ajustes de montaje.

3. Las piezas o equipos se disponen y ordenan, en función de las secuencia de montaje.
4. El montaje se realiza siguiendo los procedimientos establecidos, utilizando las herramientas adecuadas, garantizando que no se produzca deterioro ni merma de las cualidades de los elementos y equipos durante su manipulación para colocarlos en su posición definitiva.
5. Los pretensados de tornillos y tuercas se realizan con la herramienta y utilaje adecuados siguiendo procedimientos establecidos.
6. Los fluidos empleados para el engrase, lubricación del equipo montado se distribuyen adecuadamente en calidad y cantidad y en los lugares requeridos, y se comprueba su presencia en los circuitos previstos.
7. Las superficies de junta para acoplamiento se preparan corrigiendo los defectos de plenitud, se aplica la junta del material, calidad y dimensiones requeridas, se verifica la correcta posición de espárragos y se aprieta en el orden correcto.
8. Las operaciones de regulación y ajuste de las piezas montadas se realizan según procedimientos establecidos, empleando los útiles adecuados para la comprobación o medición de los parámetros.
9. Las pruebas funcionales y de seguridad del equipo montado se realizan, comprobando los valores de las variables del sistema, ruidos y vibraciones y se reajustan para corregir las disfunciones observadas siguiendo los procedimientos establecidos, recopilando los resultados en el informe correspondiente con la precisión requerida.

10. Los dispositivos de anclaje de las grúas se colocan sobre los elementos del conjunto acabado que lo requieren para evitar su deterioro por sacudidas vibratorias que puedan producirse en el mismo.
11. Debe verificarse que los elementos de transporte como las grúas, tractores, low boys, utilizados en el proceso se verifican que estén en perfectas condiciones de uso y estos deben de manejarse bajo estrictas normas de seguridad.
12. Los instrumentos de medida se conservan en perfecto estado de uso y se verifican con la periodicidad requerida para mantener su fiabilidad durante su aplicación.
13. Las operaciones de mejora de proceso introducidas y observadas durante las operaciones de montaje se registran y se informan debida y oportunamente.
14. La secuencia de montaje se establece a partir de planos e instrucciones técnicas del proyecto optimizando el proceso en cuanto a método y tiempo.
15. Crear un medio y modo de transporte y manipulación de componentes y equipos se selecciona y realiza según procedimientos establecidos atendiendo a las condiciones de seguridad de las maquinas y las personas.

Figura 5. Procedimientos de montaje



4.1.2 Componentes de las torres a montar

A continuación se dará una breve descripción del equipo que se va a montar en el área de destilación.

4.1.2.1 Destrozadora

Esta es la torre donde comienza el proceso de destilación, aquí entra el mosto proveniente de la sección de fermentación. En esta torre pierde la mayor parte del agua que se extrae bajo forma de vinazas y los vapores alcohólicos producidos en la parte media, se dividen en 2 partes: Una primera parte constituye la desgasificación y la otra parte constituye el alcohol en su primera parte del proceso de transformación.

ESPECIFICACIONES

Tipo: Torre destrozadora

Origen: Español

Año de diseño: 2006

Fabricante: APC Calderería

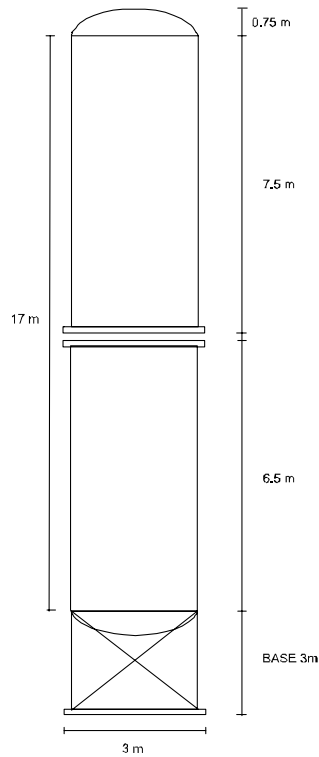
Vida Útil: 20 años

Peso: 49.5 toneladas

Materiales: AISI 316 Inox (Acero Inoxidable)

Ubicación: Segundo nivel del edificio.

Figura 6. Torre destrozadora



4.1.2.2 Preconcentradora

El mosto fermentado en su primera parte del proceso de destilación, pasa a la torre preconcentradora, que es la encargada de concentrar el mosto fermentado hasta 85/90°GL. Con el fin de poder funcionar en doble efecto, esta torre se mantiene bajo un vacío. Los vapores producidos en esta columna se condensan en tres ebullidores diferentes.

Los condensados se dividen en 2: Una parte representa el reflujo y la otra parte, el alcohol en su segundo fase de transformación que sirve de alimentación a la torre Hidroselectora.

ESPECIFICACIONES

Tipo: Torre Preconcentradora

Origen: Español

Año de diseño: 2006

Fabricante: APC Calderería

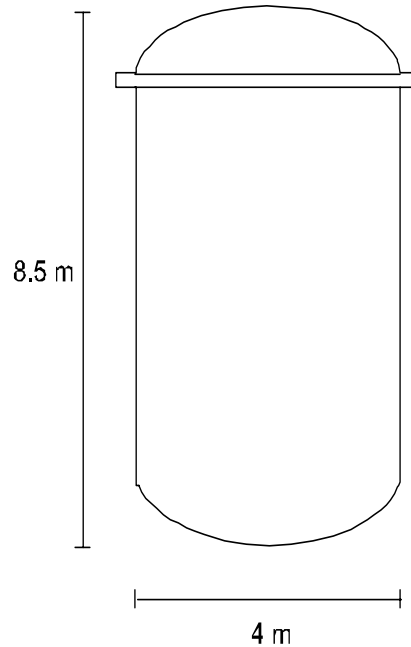
Vida Útil: 20 años

Peso: 22 ton

Materiales: AISI 316 Inox (Acero Inoxidable)

Ubicación: Tercer nivel del edificio.

Figura 7. Torre preconcentradora



4.1.2.3 Hidroselectora

La torre Hidroselectora esta compuesta por dos columnas: los 42 primeros platos constituyen la columna hidroselectora propiamente dicha, seguida de un decantador en caliente de aceites de fusel y los platos superiores constituyen la columna de cabezas. Los vapores alcohólicos producidos en esta torre se tienen que condensar a través de otros dos condensadores que deben montarse a sus alrededores. Los condensados producidos se dividen en dos partes que constituyen el reflujo y las cabezas respectivamente. El alcohol sale por el pie de la columna en una concentración de 12/15 GL.

ESPECIFICACIONES

Tipo: Torre Hidroselectora

Origen: Español

Año de diseño: 2006

Fabricante: APC Calderería

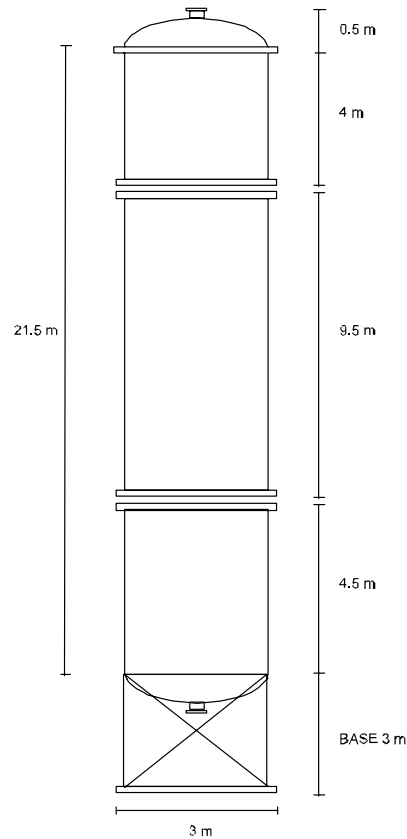
Vida útil: 20 años

Peso: 33 toneladas

Materiales: AISI 304

Ubicación: Primer nivel del edificio

Figura 8. Torre hidroselectora



4.1.2.4 Rectificadora

En esta torre al alcohol proveniente de la Hidroselectora se concentra hasta 96.3° GL. Este alcohol se extrae lateralmente de unos platos por debajo de la cabeza de la torre. Esta torre trabaja a presión. Los vapores alcohólicos producidos por esta torre deben condensarse nuevamente, antes de pasar a la Desmetilizadora.

ESPECIFICACIONES

Tipo: Rectificadora

Origen: Español

Año de diseño: 2006

Fabricante: APC calderería

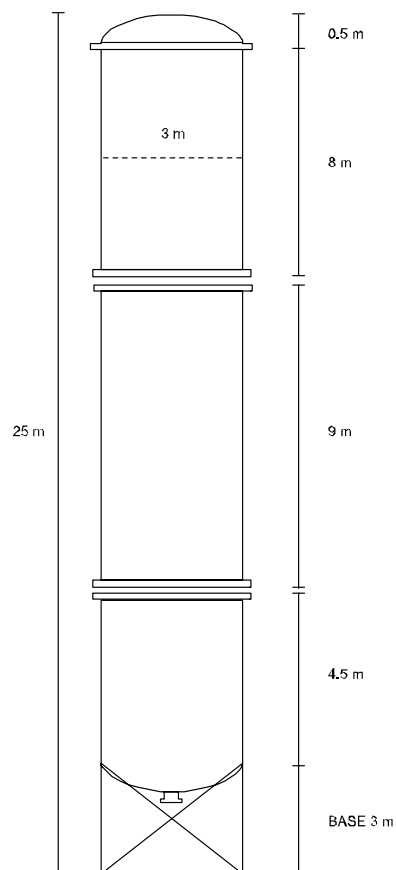
Vida útil: 20 años

Peso: 62 toneladas

Materiales: AISI 304 y Cobre

Ubicación: primer nivel del edificio.

Figura 9. Torre Rectificadora



4.1.2.5 Desmetilizadora

Esta es la ultima torre por la que tiene que pasar el alcohol en el proceso de destilación. Es la encargada de la desmetilizacion, o dicho en otras palabras es la que se encarga de eliminar completamente componentes químicos contenidos en el alcohol en proceso. Uno de esos componentes químicos es el acido acético. Esta torre funciona bajo vacío.

ESPECIFICACIONES

Tipo: Torre Desmetilizadora

Origen: Español

Año de diseño: 2006

Fabricante: APC Calderería

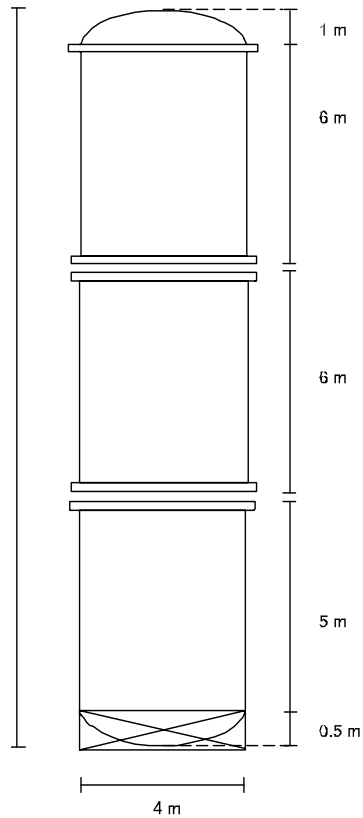
Vida útil: 20 años

Peso: 28.6 toneladas

Materiales: AISI 304.

Ubicación: Primer nivel del edificio.

Figura 10. Torre Desmetilizadora



4.2 Costos de Montaje

En esta sección se presentaran los costos estimados del montaje de las torres de destilación, los cuales se desglosan en dos partes. La primera parte es el costo de mano de obra, y la segunda son los costos aproximados de los servicios de operación de los equipos de manejo de carga.

Costos por brindar el servicio

Tabla II. Salario devengado por los distintos operarios

Estación	Puesto	No.	Jornada	Salario/h	Salario/mes
Fermentación	Soldador	10	Mixta	Q 3.61	Q 1300.00
Destilación	Mecánico	5	Mixta	Q 5.71	Q 1200.00
Servicios Generales	Electricista	2	Mixta	Q 7.14	Q 1500.00

El salario del personal es acorde a las funciones y a la responsabilidad del puesto. Se cumple con el pago mínimo que establece la ley.

Costos de operación de equipos de movimiento de carga: son los que se dan por uso de las grúas y de los montacargas, los cuales están desglosados en la siguiente tabla.

Tabla III. Costos de operación de equipos de movimiento de carga

Descripción	Valor	Vida útil	Costo/h
Grúas	Q 8000000.00	15 años	Q 2000.00
Montacargas	Q 50000.00	10 años	Q 150.00

Los costos que se presentaron en las anteriores tablas benefician a Mag Alcoholes, debido que son mucho menores en comparación de los costos que se tuvieron para el montaje de la primera destilería de Magdalena.

5. PROPUESTA DE DISEÑO DEL EDIFICIO DE DESTILACIÓN

Planificar y diseñar la construcción de un edificio industrial, ya sea para una planta nueva o ampliación de la que ya existe conlleva una tarea en la que hay que tomar en cuenta varios aspectos como: las necesidades presentes y futuras de la empresa, la situación financiera, las condiciones económicas, cambios generales en el mercado, etc.

En este estudio se seleccionara cuidadosamente el tipo de edificio, estructura física, la distribución de la planta y otros tópicos más, de la instalación que albergara la planta de producción de alcohol.

El beneficio que se obtenga al tomar en cuenta todos estos factores, dará como resultado una planta ideal, funcional, y productiva en la que la industria operara sin ninguna clase de contratiempos, logrando cumplir con las exigencias del mercado.

5.1 Tipo de construcción del edificio

El seleccionar el tipo de construcción adecuada para cada paso del proceso, es básicamente importante para los resultados económicos de toda la obra; las necesidades de espacio suficiente para el equipo de manufactura y las relaciones entre cada una de las partes del proceso de producción, determinaran las características que deberá tener el edificio a construirse, para lograr mayor funcionabilidad y provecho. Además, hay que diseñar un espacio disponible para futuras ampliaciones.

5.1.1 Tipo del edificio

El tipo de edificio que se construirá tendrá forma rectangular de 4 plantas, aprovechando al máximo el espacio con que se cuente, con una buena iluminación y suficiente ventilación.

Para la sección que albergara las torres de destilación, se buscan superficies ininterrumpidas de piso; en donde la circulación de todos los operarios que están controlando los procesos que se dan en las torres, se encuentren con el mínimo de obstrucciones posibles y, el tiempo que el mosto fermentado tarde en cada torre se reduzca.

Con todo esto, se obtendrán muchas ventajas, tales como: una mayor facilidad para expansiones de la planta en futuras ocasiones, menores vibraciones en los equipos, mas iluminación y ventilación, mayor espacio de piso disponible y menores costos en el manejo de los materiales, ahorro en el costo de construcción por pie cuadrado, resistencia al fuego y al os sismos.

5.1.2 Tipo de construcción

El tipo de construcción a utilizarse esta catalogado como de segunda categoría, en la que predomina el acero estructural combinado con concreto armado en cantidades menores, este último se usara para apoyar las columnas y los tabiques de relleno. Las estructuras principales en las que intervienen las columnas, las uniones, las vigas, pueden ser del tipo conocido como alma llena o vacía.

La cimentación de las columnas principales será individual y de concreto armado; los muros exteriores e interiores generalmente transmiten su peso al suelo mediante cimentaciones corridas; las paredes exteriores no recibirán carga superior alguna y se construirán con bloques de piedra pómez reforzado con columnas de concreto armado, dándoles, además, un acabado final con cernido en sus superficies.

Para las paredes interiores, especialmente las internas que seccionaran las oficinas de la parte administrativa, serán de tipo prefabricado; estarán construidas con planchas de ply-wood decorativo, tablex o cartón piedra y estructura de aluminio, lo que le va a dar un buena presentación a los ambientes.

Los marcos de las ventanas serán de aluminio o hierro y las puertas exteriores de metal; las interiores como las que se colocaran en las oficinas serán de madera.

También es bueno que tenga un área de parqueo, tanto para empleados como para visitantes de la planta, una de carga y descarga de mercadería, áreas de servicios para los empleados y, si es posible, áreas deportivas y jardinería.

Figura 11. Edificio de destilación



5.2 Ventilación

La ventilación es un aspecto de vital importancia en la planeación de la construcción de un edificio, pues todo tipo de industria requiere dentro de sus instalaciones una buena ventilación.

Por el tipo de maquinaria que generan calor, la presencia de las personas en la planta, la luz natural y artificial que también producen cierta cantidad de calor, los agentes contaminantes que están en el medio ambiente como el polvo, humos, detergentes, vapores, etc. Hacen disminuir la cantidad de oxígeno aumentando la cantidad de dióxido de carbono en el aire, y al estar en el interior de la planta muy viciado, deberá ser removido o reemplazado por aire fresco del exterior; esta remoción se puede hacer de dos formas, natural y artificialmente.

Por lo anteriormente descrito se deben colocar en las oficinas equipos de aire acondicionado, y en el área de producción ventanas en las paredes del edificio y ventiladores extractores en los techos de la planta basándose en las normas de Higiene Industrial.

5.2.1 Ventilación natural

La ventilación natural es aquella en la que son aprovechados todos los medios naturales disponibles para introducir aire al interior del edificio, pasarlo por el y expulsarlo con el objetivo de mantener un ambiente agradable de trabajo para los operarios

Para ello la colocación de los ventanales debe de hacerse de tal manera, que el viento al soplar en cualquier dirección, ya sea esta frontal o longitudinal, provea de la ventilación necesaria dentro de la misma.

Generalmente el aire frío que entra al interior de las instalaciones, toma el calor del interior y va formando corrientes correctivas ascendentes que encuentran su salida por las aberturas que existen en el techo, y para aprovecharlas, se ha contemplado diseñar un sistema de ventilación a través de este, colocando ventanas y salidas de aire, que formen un efecto de chimenea, permitiendo utilizar la ventilación eficientemente.

5.2.2 Ventilación mecánica

Si se diera el caso de que el proceso llegue a ser muy contaminante y el sistema de ventilación natural no se diera abasto, habría que recurrir a resolver el problema por medio de un sistema mecánico de ventilación, capaz de limpiar el aire viciado en el interior del edificio.

El sistema de ventilación que se considera necesario utilizarla a ser general para toda la planta, pues en el proceso de producción de alcohol, no se van a producir fuertes cantidades de contaminación. Los más comunes serán el polvo, calor emanado de la maquinaria, vapores alcohólicos, mal olor, principalmente en las áreas de fermentación y la normal, como basura etc.

Para esto, se recomienda usar ventiladores instalados en el techo y en las paredes, en donde entrara el aire fresco para que la concentración elementos viciados descienda a límites aceptables y, permitan a los operarios de la planta, trabajar en un ambiente saludable.

Figura 12. Ventilador de techo



5.3 Techos

Un techo, es el elemento que tiene como función principal proteger el interior de la nave industrial del edificio de los factores climáticos o intemperie.

Los factores determinantes de un techo son: la impermeabilidad, la duración, la seguridad, las pendientes, el aislamiento térmico y acústico.

Vale mencionar que el techo requiere de dos elementos fundamentales que son su cubierta y su estructura, cumpliendo las funciones de protección, aislamiento y soporte respectivamente.

El tipo de techo a instalar será el de dos aguas debido a su impermeabilidad y duración.

5.3.1 Tipo de cubierta a utilizar

Para la planta de producción de alcohol, se elegirá el tipo de techo llamado “Cubiertas con pendiente”; que es aquel que tiene una inclinación mayor del 2% y, que se ha considerado, como la más apropiada de acuerdo con el uso que se le dará al edificio.

Figura 13. Techo edificio de destilación



5.3.2 Materiales a utilizar para el techo

La lámina galvanizada será el material que se utilizará para la construcción de la cubierta del techo de la planta, la que ha resultado muy beneficiosa para las cubiertas de otros edificios de construcción similar, además por su fácil instalación, su peso ligero, y su precio es la más conveniente. Esta lamina es totalmente impermeable, mecánicamente por ser acanalada es muy resistente a la flexión, su único inconveniente es que no aísla del sonido ni el calor.

El tamaño de la lámina va a ser de 14 pies de largo por 32 pulgada de ancho cada una y su espesor podrá ser de los calibres 26 o 28.

5.3.3 Tipo de techo

El techo que se ha diseñado para la planta es del llamado "Techo de dos aguas", en la que la estructura metálica esta conformada por vigas de acero y tendrá claros libres de 3 a 30 metros.

Se escogió este techo, porque se puede utilizar para naves altas, dando la oportunidad de formar entresijos dentro de la planta. Además, por su forma se le pueden agregar luminarias, lo que favorece a la iluminación; así como también, colocar ventiladores para que el aire en la planta, fluya adecuadamente, siendo muy fácil su instalación o su desmantelamiento.

5.3.4 Aprovechamiento de iluminación natural

En un techo de dos aguas, es muy común observar este tipo de aprovechamiento de la iluminación natural, utilizando láminas plásticas reforzadas con fibra de vidrio que sean preferiblemente de color blanco o transparente, como los difusores de luz de tejado que se utilizaran para nivelar la iluminación e iluminar el ambiente con luz natural en su totalidad, ya que generalmente en los laterales del edificio hay otras edificaciones e incluso árboles que impiden la iluminación lateral natural, siendo muy utilizado en estructuras de fábricas y bodegas.

5.4 Diseño del piso

El piso de la planta deberá estar diseñado de acuerdo con los siguientes requerimientos: deberá soportar el peso de las torres, ya que estas transmitirán su fuerza directamente a la superficie del piso, por lo que va a ser necesario determinar su espesor; la clase del material que utilizará, y el peso que estará en capacidad de soportar.

Figura 14. Piso edificio de destilación



- **Tipo de piso a utilizar**

Es aconsejable que todo el piso de la sección de producción de la planta, sea de la misma clase, por si en un futuro se necesite realizar una redistribución de las maquinas o de la misma planta.

El material que se va a utilizar para construir el piso, será el cemento armado o concreto, colocado en losas o lanchas a lo largo y ancho de la planta.

- **Espesor del piso**

Es aconsejable, que tenga de $\frac{3}{4}$ y/o $1 \frac{1}{2}$ pulgadas de espesor para la parte superior, y 5 pulgadas de espesor para la parte inferior.

Según la clasificación de pisos existente, el piso recomendado para la industria es el que esta diseñado para soportar cargas mayores como maquinaria que pese o que vibre y es el que comúnmente se instala en industrias y bodegas grandes.

En este caso, el piso en un momento dado, podrá ser sometido a cargas mayores y esfuerzos de compresión, porque será diseñado con el espesor requerido y no presentara problemas en el futuro, además, al diseñarlo se han tomado en cuenta los siguientes criterios:

- Que la súbbase sea uniforme.
- Que la losa sea más grande en las orillas ya que los espesores están en función de los esfuerzos de flexión.

Para la parte que volátil las oficinas, será suficiente utilizar un piso de menor espesor, el cual podrá ser también de losas o planchas de cemento de 4 pulgadas de espesor, colocando una alfombra si se quiere o ladrillos de granito, según la presentación que se le desee dar.

- **Causas que podrían deteriorar el piso**

Al estar en uso, existen muchas razones por las que un piso de concreto se puede llegar a deteriorar; desde la falta de mantenimiento adecuado, la utilización de un concreto de baja calidad, que se llegará a agrietar, el mal calculo en el espesor diseñado, someterlo a cargas exageradamente altas que sobrepasen su límite de resistencia e incluso su rompimiento para reparar alguna cañería o hacer alguna instalación y, muchas otras razones mas.

Las partes de la planta en donde se deberá dar mas cuidado son las que siempre están en contacto con líquidos, por lo que a estas secciones se le deberán aplicar al piso, una capa de baldosa cerámica, material que tiene alta absorción del agua y, además de eso, construir una serie de drenajes o si es posible cierta inclinación, para que fluya el agua y no se estanque en un mismo lugar, evitando las frecuentes molestias de extraer el agua, que se comience a humedecer e incluso haya contaminación.

En el área específica de las torres de destilación, el problema que puede presentar es, la vibración constante de los motores que accionan a las bombas que impulsan el mosto fermentado hacia las torres, siendo esta muy fuerte en algunas máquinas, por lo que es recomendable construir el piso adecuado.

En el resto de la planta el único cuidado en el piso sería su limpieza constante para mantenerlo en buen estado.

5.5 Colores de pintura del edificio

Los colores que se coloquen en las distintas áreas de la planta deben contrastar unos con otros ya que estos juegan un papel muy importante en muchos aspectos, tales como, el índice de reflexión necesario para la iluminación y la eficiencia de los operarios que tienen relación directa con los colores escogidos.

- **Interiores**

El efecto que causa una buena iluminación natural en un edificio con ventanas bien distribuidas y de un tamaño adecuado, se mejora notablemente con el color de pintura escogido para sus interiores, tanto en la sección de producción como de administración.

En la sección de producción es sumamente indispensable escoger el color en las paredes, el piso, los techos, las maquinas y las señalizaciones tanto de seguridad como del piso.

En la sección administrativa es importante también, definir el color de las paredes, el techo, el piso, el color del mobiliario y equipo de oficina.

- **Paredes**

Para las dos secciones, los colores recomendados son los mas claros que se puedan encontrar, ya sea estos: color crema o marfil, o quizás un verde menta pero que sea muy claro, pues estos nos dan un índice de reflexión bastante alto; de tal forma que el porcentaje de luz que incide sobre la superficie pintada, se refleje sobre el área de trabajo aumentando así la intensidad lumínica y lograr un efecto de deseable difusión.

El color de las paredes en la bodega de materiales, siempre se sugiere que sean claras como en el resto de la planta, aunque en realidad no sea tanta la importancia sobre la incidencia del tipo de color que se de en las mismas.

- **El techo y el piso**

De igual manera, estos tienen que tener un color lo más claro que se pueda, pues como se indico anteriormente reflectara mejor la iluminación natural.

- **Maquinaria**

Esta se debe de pintar con colores que contrasten con las paredes y con el área de trabajo que ocupe; se sugieren los colores marfil y verde claro.

Las paredes claras de color marfil, las maquinas de color verde claro con sus bases del mismo color, solo que con una tonalidad menos reflexiva, finalmente, los objetos que se tengan en la mano de una tonalidad mucho menos reflexiva.

- **Colores de seguridad**

Los colores de seguridad se establecen para indicar en forma vehemente la proximidad de un peligro. Resulta evidente que solo el color no evitara riesgos pues estos deberán ser eliminados con los medios de seguridad apropiados, de forma que atraigan la atención solamente para que las reacciones humanas pongan en marcha el sentido prevencionista.

Los colores recomendados y que más se utilizan en la industria en general son los siguientes:

Rojo: que advertirá peligro, alguna prohibición o actividad nociva; por ejemplo señales de extinción de incendios, dispositivos de paredes de emergencia, etc.

Amarillo: indicará atención, precaución o advertencia de algún peligro; y se utilizará en señales de prevención, elementos protectores de las máquinas, avisos de peligros, etc.

Verde: indicará señales de información y seguridad, su aplicación estará en puertas de escapes o refugios, señales de pase no pase para personas o vehículos, etc.

Blanco y Negro: recomendables para mejorar el contraste, la visibilidad de los otros colores, aplicándolos entre los objetos o señales de seguridad.

- **Señalización del piso**

El color utilizado para la señalización del piso es el amarillo tránsito; con este se pintan franjas que nos indican los límites de áreas correspondientes a cada sección que se van a separar, incluso se pondrá utilizar otros colores como el verde o el rojo en ciertas áreas del proceso.

5.6 Capacitación del personal

El objetivo de la fase es capacitar al personal que participará en el montaje de las torres para que pueda manipular los equipos de manera adecuada y de esta forma obtener los mayores beneficios y mayor vida útil de todas las instalaciones.

Para la realización de la identificación de las necesidades de capacitación se elaboró, en base a las especificaciones de manipulación de equipo proporcionado por la guía de procedimientos de montaje elaborada en el capítulo 4.1, un cuestionario el cual se les paso a todos los operarios, debiendo estos obtener una calificación mínima del 80% en caso contrario se procedería a su capacitación.

El resultado que se obtuvo al desarrollar esta actividad es un cuestionario con cinco preguntas, el cual se presenta a continuación.

Figura 15. Cuestionario de comprobación de deficiencias del personal

CUESTIONARIO

INSTRUCCIONES: Subraye la respuesta que considere correcta.

1. Qué utilizaría usted para amarrar las torres para moverlas con la grúa:
a) Lazo b) Cables corrientes d) Cables con recubrimientos
2. Con qué apretaría los tornillos de unión de las torres de destilación:
a) Con una llave adecuada al tornillo b) Con un alicate c) con lo que encuentre primero
3. Porqué utiliza su casco de seguridad:
a) Porque le gusta el color b) Porque el ingeniero lo obliga c) Porque puede caerle cualquier objeto en la cabeza.
4. Si usted no sabe qué sección de una torre se monta primero qué hace:
a) Consulta al Ingeniero b) Le pregunta a un compañero c) Monta el que mire primero
5. Si una torre no caza adecuadamente en su base qué hace:
a) Martilla la base hasta que entre b) Corta la base hasta que entre
c) Consulta a su Ingeniero

- **Capacitación del personal a cargo del montaje**

La realización de la capacitación del personal a cargo del montaje de las columnas o torres de destilación, se realizó en 2 grupos de trabajo. Solo se capacitó al personal que obtuvo menos del 80% en la prueba de identificación de necesidades de capacitación. Se les brindó una charla informativa de la forma en que deben manipularse los equipos, y precauciones que deben tomarse para no deteriorarlos. También se les brindó una copia de la guía de procedimientos de montaje elaborado con un lenguaje simple en donde se describe lo anterior de una forma mas detallada y de fácil entendimiento.

El resultado que se obtuvo al desarrollar esta actividad es un boletín informativo de las especificaciones de manipulación de los equipos y cuidados que deben tomarse para no deteriorarlos, el cual se presenta a continuación.

- **Formas correctas del montaje de las torres de destilación**

1. Las medidas, de forma y posición de las superficies de uniones de las torres se las proporcionara el ingeniero de turno.
2. Las piezas o equipos se ordenan, en orden de las partes más pequeñas a las más grandes.
3. El montaje se realiza siguiendo los pasos que les indicará el ingeniero de turno, utilizando las herramientas adecuadas, para que no se produzcan daños de las torres y de los elementos y equipos durante su manejo para colocarlos en su posición definitiva. Nunca deben utilizar herramienta que no sea adecuada para mover piezas ya que pueden arruinarse las herramientas, las torres y ustedes pueden golpearse.

4. Cuando se aprieten los tornillos y tuercas se realizaran con la herramienta adecuada siguiendo las indicaciones dadas por el ingeniero de turno.
5. Debe tenerse mucho cuidado de no dejar por donde quiera los aceites y las grasas utilizadas, ya que se podrían derramar y provocar accidentes.
6. Nunca utilice lazos ni cualquier tipo de cables para movilizar partes de las torres, ya que el lazo no soporta el peso de la torre. Los cables simples pueden causarle daño grave a las torres. Deben utilizar siempre para movilizarlas los cables especiales con recubrimiento que les proporcionaran, ya que estos cables pueden soportar el peso y no dañan las torres.
7. Las operaciones de ajuste de las piezas montadas se realizan según pasos que les indique el ingeniero, usando los instrumentos adecuados para la comprobación de las medidas que deben tener las uniones y pernos.
8. Los ganchos de las grúas se colocan sobre las orejas especiales que las torres traen para evitar su deterioro por sacudidas que puedan producirse.
9. Debe verificarse que las grúas, tractores, low boys, utilizados en el proceso se verifican que estén en perfectas condiciones y cualquier cosa que noten que no esta bien comunicárselo de inmediato al ingeniero a cargo.

10. Los instrumentos de medida deben estar en perfecto estado de uso y se tienen que probar continuamente para saber si están en buenas condiciones y no cometer errores a causa de estas.
11. Las orejeras que se les proporcionan sirven como medida de protección de los ruidos, ya que si se encuentran expuestos por mucho tiempo al ruido sin estas protecciones pueden llegar a quedarse sordos.
12. Siempre deben utilizar los cascos de seguridad, orejeras, arneses de anclaje, ya que si no los utilizan pueden tener lesiones graves e incluso la muerte.
13. Debe siempre seguirse las indicaciones que se les dan en el modo de transporte y manipulación de componentes y equipos para evitar accidentes o daños de los equipos.
14. Debe verificarse que las grúas, tractores, low boys, utilizados en el proceso se verifican que estén en perfectas condiciones y cualquier cosa que noten que no está bien comunicárselo de inmediato al ingeniero a cargo.
15. Los instrumentos de medida deben estar en perfecto estado de uso y se tienen que probar continuamente para saber si están en buenas condiciones y no cometer errores a causa de estas.
16. Las orejeras que se les proporcionan sirven como medida de protección de los ruidos, ya que si se encuentran expuestos por mucho tiempo al ruido sin estas protecciones pueden llegar a quedarse sordos.

17. Siempre deben utilizar los cascos de seguridad, orejeras, arneses de anclaje, ya que si no los utilizan pueden tener lesiones graves e incluso la muerte.

18. Debe siempre seguirse las indicaciones que se les dan en el modo de transporte y manipulación de componentes y equipos para evitar accidentes o daños de los equipos.

Figura 16. Montajes a cargo de los operarios



6. DESPERDICIOS

El desecho líquido que se obtiene en la producción de alcohol a base de caña de azúcar, es conocido como vinaza. Este es un material líquido resultante, ya sea por destilación de la melaza fermentada o de la fermentación directa de los jugos de la caña. Este residuo, altamente corrosivo y contaminante de las fuentes de agua, presenta en su composición química altos contenidos de materia orgánica, potasio y calcio y cantidades moderadas de nitrógeno y fósforo. Su origen es, entonces, las plantas de caña de azúcar por lo que su composición elemental debe reflejarla del material de procedencia. Se trata de un material orgánico líquido que puede contener como impurezas sustancias procedentes del proceso de extracción de los jugos y de la fermentación. En ningún caso elementos extraños, tóxicos o metales pesados; tampoco puede contener elementos en exceso.

6.1 Cantidad

En términos del volumen producido, se estima que por cada litro de alcohol obtenido a partir de mosto de melaza, se generan alrededor de trece litros de vinaza. Por lo consiguiente la planta de destilación de alcohol Mag Alcoholes S.A, que tiene una capacidad diseñada para producir 300,000 litros de alcohol diario, producirá también, 3900000 litros diarios de vinaza.

6.2 Características

Puesto que su origen es la planta de caña, la vinaza está compuesta por materiales orgánicos y nutrientes minerales que hacen parte de compuestos y constituyentes vegetales como aminoácidos, proteínas, lípidos, ácidos diversos, enzimas, bases, ácidos nucleicos, clorofila, lignina, quinonas, ceras, azúcares y hormona. La naturaleza en forma normal descompone estos materiales en procesos microbiológicos y recicla los elementos minerales, lo que hace lógico pensar que el destino final de la vinaza deba ser su regreso al suelo.

La composición de la vinaza depende de las características de la materia prima usada en la producción de alcohol, en este caso melaza, del sustrato empleado en la fermentación, del tipo y eficiencia de la fermentación y destilación y de las variedades y maduración de la caña.

La vinaza, resultante de la destilación de melaza fermentada, tiene una composición elemental interesante y contiene todos los componentes del vino que han sido arrastrados por el vapor de agua así como cantidades de azúcar residual y componentes volátiles.

6.2.1 Características físico químicas

Las características físicas y químicas que posee la vinaza son descritas a continuación.

Tabla IV. Composición físico química de la vinaza

Composición Físico Química de la Vinaza		
Parámetro	Unidad de Medida	Cantidad
N	(Kg/m ³)	2,0
P ₂ O ₅	(Kg/m ³)	2,3
K ₂ O	(Kg/m ³)	7,5
CaO	(Kg/m ³)	1,8
MgO	(Kg/m ³)	0,9
Mat. Orgánica (M.O.)	(Kg/m ³)	90,0
pH	--	4,2
M.O.	(%)	98,1
Carbono Orgánico (C)	(%)	56,8
N	(%)	2,46
C/N	--	23/1

6.2.2 Impactos ambientales que produce

Los principales indicadores de impacto ambiental tenidos en cuenta son los tecnológicos y medio ambientales.

Los impactos ambientales que la industria azucarera provoca una incidencia directa en la población, ya sea por la emisión de partículas, gases contaminantes y residuales sólidos o líquidos emitidos que dificultan el saneamiento ambiental de los asentamientos, provocado fundamentalmente por el atraso tecnológico de la industria y la escasa educación ambiental de los colectivos laborales y población en general. Por lo que se hace inevitable prestar un gran interés al impacto ambiental que estos provocan desde la fase agrícola hasta la fase industrial del proceso.

La vinaza provoca impactos negativos sobre el medio ambiente fundamentalmente en el aire, la población, la calidad del el agua, la flora y fauna de los cuerpos receptores; sin embargo produce beneficios sobre el suelo, los rendimientos agrícolas cañeros y el uso del agua, por lo que buscar una adecuada utilización de la misma permite disminuir los impactos negativos sobre el medio ambiente.

En la tabla VI se explican algunos efectos negativos y positivos que produce la vinaza hacia el medio ambiente.

Tabla V. Impacto de la Vinaza sobre el Medio Ambiente

AREA AMBIENTAL	SIN IMPACTO	IMPACTO POSITIVO	IMPACTO NEGATIVO			
			GRADO		TEMPORALIDAD	
			CONTR.	NO CONTR.	CORTO PLAZO	PERMAN.
Medio físico						
Aire				X		x
Suelo		X				
Agua						
Calidad			X			x
Usos		x				
Medio biótico. Flora y fauna				X		x
Paisaje. Calidad				X		x
Infraestructura y servicios						
Estructura urbana y rural				x		x
Operación y servicios						
Generación residuos			X			x
Olores				X		x
Aerosoles				x		x
Moscas y vectores	X					
Ruidos	X					
Población. Características culturales				x		x

6.2 Manejo

La vinaza producida diariamente será bombeada desde la zona de destilación, hasta una torre de enfriamiento especial para su tratamiento térmico, con el objeto de obtener las condiciones de temperatura adecuadas para su posterior utilización y aprovechamiento en fertirriegos de caña de azúcar.

Figura 17. Aplicación de muestras de vinaza a sembradíos de caña



6.3.1 Estrategias para minimizar el impacto

Las estrategias que se utilizaran para minimizar el impacto negativo, y aprovechar el positivo, que pueda tener la vinaza en los sembradíos de caña están descritas en los incisos que se describen a continuación.

6.3.1.1 Disminución de temperatura

El objetivo de enviar la vinaza hacia una torre de enfriamiento es, disminuir su temperatura, ya que la vinaza sale a una temperatura muy elevada de las torres de destilación, y si se aplica a esa misma temperatura en los sembradíos, esto producirá que se queme la caña, por consiguiente antes de utilizarla en los riegos debe tener un adecuado control de su temperatura, razón por la cual debe pasarse por la torre de enfriamiento antes de su utilización en fertirriegos.

6.3.1.2 Utilización en Fertirriegos

Entre los factores que afectan la productividad de la caña de azúcar está la fertilización. Sin embargo, en los últimos años los fertilizantes minerales han sufrido significativos incrementos en sus costos; a tal efecto, surge la necesidad de buscar vías alternas que permitan el suministro al suelo de los elementos nutritivos en una forma más económica.

Diversos trabajos de investigación realizados en otros países, especialmente en Brasil, revela que la vinaza incrementa la productividad de la caña de azúcar, evidenciándose con ello que una de sus grandes ventajas es que bajo condiciones racionales de manejo, puede sustituir parcial o totalmente la fertilización mineral. Sin embargo, los trabajos de investigación referidos provienen de regiones que presentan condiciones topográficas, climáticas y edáficas completamente diferentes a las áreas donde se cultiva la caña de azúcar en Guatemala. Por tal razón, la experiencia acumulada en Brasil en los últimos años en la utilización de la vinaza como fertilizante, no puede extrapolarse directamente a nuestras condiciones, por lo que se hace necesario adaptar esa tecnología por medio del establecimiento de ensayos que permitan, por una parte, eliminar el efecto contaminante de la vinaza, a través de su utilización como fertilizante y por la otra, aumentar la producción de la caña de azúcar, sin afectar su calidad y sin ocasionar deterioro al suelo.

Lo anteriormente expuesto constituye la razón por la cual utilizaremos la vinaza en riego de sembradíos de caña, con el objetivo de minimizar nuestros costos en la compra de fertilizantes, y al mismo obtener un tratamiento adecuado de desechos líquidos para no ocasionar daños al medio ambiente.

6.4 Acción en el aprovechamiento

Antes de realizar los riegos de sembradíos de caña, deben establecerse acciones que permitirán el aprovechamiento de la vinaza, tales como ensayos de campo, para conocer las características del suelo donde se va a aplicar la vinaza y los contenidos ideales en porcentaje de sus componentes que esta debe tener.

El experimento fue desarrollado en un sector de la Finca "Bouganvilia" lugar donde se encuentra el ingenio, el cual fue seleccionado en función de las características del suelo y del grado de homogeneidad edáfica y topográfica.

Para la instalación del experimento se utilizó un diseño en parcelas divididas, con 4 repeticiones, 3 tratamientos donde se aplicaron fertilizantes químicos (F) en las parcelas principales y en las subparcelas se aplicaron 5 dosis de vinaza (V).

Las dosis de los fertilizantes químicos aplicados en los 3 tratamientos de las parcelas principales fueron las siguientes:

F₀= Sin fertilizante químico.

F₁ = Fertilización mineral usualmente aplicada en la zona.

F₂ = Fertilización complementaria, calculada de acuerdo al tratamiento F1 y del aporte de nitrógeno, fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O) de .la dosis de 50 m³/ ha de vinaza.

En las parcelas principales la fertilización mineral se fraccionó. En tal sentido, se aplicó al momento de la siembra, la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y la mitad del potasio y, a los 15 días, se aplicó el resto del nitrógeno y del potasio.

En las subparcelas, la dosis de vinaza establecida en cada tratamiento, se aplicó en dos porciones: la primera a los 10 días después de la siembra o del tratamiento de la soca y la segunda porción a los 45 días después de la primera aplicación. La vinaza fue transportada desde la destilería "Procesos Manufactureros", ubicada a un costado de lo que será Mag Alcoholes S.A, hasta el sitio del ensayo en camiones cisternas y se aplicó manualmente, utilizando para ello, envases plásticos de 20 litros de capacidad. Al día siguiente de la aplicación de la vinaza, se suministró el riego correspondiente.

El análisis de laboratorio de las muestras tomadas antes de la instalación del ensayo, determinó que el suelo tiene textura franco limosa, pH ligeramente alcalino y contenidos medios de materia orgánica en los primeros 20 cm. Los valores de fósforo y potasio son bajos a muy bajos, los de calcio muy altos y los de magnesio medios, la capacidad de intercambio de cationes es moderada y presenta ciertos problemas de salinidad para el desarrollo del cultivo de la caña de azúcar.

Tomando en consideración los bajos contenidos de fósforo y potasio en el suelo, se estableció que la fertilización mineral del tratamiento F1 contemplara la aplicación de 180 Kg/ha de nitrógeno, 160 Kg/ha de fósforo (P_2O_5) y 220 Kg/ha de potasio (K_2O).

Tabla VI. Análisis Físico Químico del suelo antes de hacer el ensayo

Análisis Físico Químico del Suelo Antes de la Instalación del Ensayo.			
Características del Suelo	Unidad de Medida	Profundidad de Muestreo (cm)	
		0-20	20-60
Arena	(%)	20	25
Limo	(%)	65	60
Arcilla	(%)	15	15
Clase textural	--	FL	FL
pH	--	7,4	7,5
Materia orgánica	(%)	3,4	1,1
P disponible	(mg/Kg)	6	3
K intercambiable	(mg/Kg)	46	16
Ca intercambiable	(mg/Kg)	22,187	22,410
Mg intercambiable	(mg/Kg)	343	228
C.I.C.	(mg/Kg)	23	17
C.E. (extracto)	(dS/m)	6,2	6,0

C.E. (suspensión)	(dS/m)	1,2	1,7
C.I.C.= Capacidad de intercambio catiónico			
C.E.= Conductividad eléctrica			

En la Tabla V se muestra la composición química de la vinaza utilizada en este trabajo, la cual proviene de un mosto, compuesto principalmente de melaza. Los contenidos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio de la vinaza utilizada en este ensayo son mayores a los reportados para vinazas provenientes de mosto de melaza de diferentes destilerías de Brasil, lo cual unido a las características del suelo seleccionado para este trabajo, en especial lo referente al problema de salinidad que presenta para el desarrollo del cultivo de la caña de azúcar, determinó que las dosis de vinaza establecidas en cada tratamiento fuesen relativamente bajas, en relación a las cantidades usadas en Brasil. En tal sentido, en las subparcelas se aplicaron las siguientes dosis de vinaza:

$V_0 = 0 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vinaza.

$V_1 = 25 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vinaza.

$V_2 = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vinaza.

$V_3 = 75 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vinaza.

$V_4 = 100 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vinaza.

Por otra parte, de acuerdo a los valores reportados de nitrógeno, fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) en el cuadro VIII, se estima que al aplicar $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vinaza, se le incorporan al suelo $100 \text{ Kg}/\text{ha}$ de nitrógeno, $115 \text{ Kg}/\text{ha}$ de fósforo (P_2O_5) y $375 \text{ Kg}/\text{ha}$ de potasio (K_2O). En tal sentido, la fertilización mineral complementaria establecida en el tratamiento F2, contempla la incorporación de $80 \text{ Kg}/\text{ha}$ de nitrógeno y $45 \text{ Kg}/\text{ha}$ de fósforo (P_2O_5).

Tabla VII. Composición química en base seca de vinaza

Composición Química Utilizada en el Ensayo (en base seca) vinaza		
Parámetro	Unidad de Medida	Cantidad
N	(Kg/m ³)	2,0
P ₂ O ₅	(Kg/m ³)	2,3
K ₂ O	(Kg/m ³)	7,5
CaO	(Kg/m ³)	1,8
MgO	(Kg/m ³)	0,9
Mat. Orgánica (M.O.)	(Kg/m ³)	90,0
pH	--	4,2
M.O.	(%)	98,1
Carbono Orgánico (C)	(%)	56,8
N	(%)	2,46
C/N	--	23/1

Inmediatamente antes de la cosecha se tomaron, al azar, 20 tallos en cada subparcela, para realizar las siguientes determinaciones:

- contenido de sólidos totales en el jugo (brix) .
- contenido de sacarosa total en el jugo (pol) .
- porcentaje de sacarosa con respecto a los sólidos totales que contiene el jugo (pureza) .
- contenido de azúcar real en el jugo (rendimiento industrial) .

Al momento de la cosecha, se pesaron los tallos de las dos hileras efectivas de cada subparcela. Los datos obtenidos se transformaron en toneladas de caña por hectárea y en toneladas de azúcar por hectárea y se le hicieron análisis de varianza y pruebas de medias de Duncan.

• **Resultados y discusión**

Con el fin de detectar el efecto de la utilización de la vinaza como fertilizante en la producción y calidad de la caña de azúcar, se analizaron los valores del rendimiento de caña por hectárea, de los contenidos de sólidos totales (brix) y de sacarosa total en el jugo de la caña (pol) , del porcentaje de sacarosa con respecto a los sólidos totales que contiene el jugo de la caña de azúcar (pureza), del rendimiento industrial y de la producción de azúcar por hectárea.

Los resultados del rendimiento de caña por hectárea para los diferentes tratamientos de vinaza aplicados en los tres ciclos del cultivo, se muestran en la Tabla XV.

Tabla VIII. Rendimiento promedio de caña por Hectárea

Rendimiento promedio de caña por Hectárea en los diferentes tratamientos de vinaza (V).			
Tratamiento de Vinaza		Rendimiento de Caña (T/ha) Ciclos del Cultivo	
Plantilla		I	II
V ₀	93,67b	84,17b	69,33c
V ₁	110,92ab	95,58ab	83,65b
V ₂	129,33a	101,42a	82,37b
V ₃	112,17ab	94,00ab	85,92b
V ₄	117,33a	104,75a	95,69a
C.V. (%)	15	15	9
* diferencias estadísticas al 1%			

Los promedios con una misma letra en cada columna no difieren estadísticamente entre sí.

Los resultados anteriores evidencian que la vinaza utilizada en este ensayo puede ser empleada eficazmente para elevar el rendimiento de caña por hectárea en forma significativa. En efecto, en la Tabla XV, se observa que en plantilla, al aplicar dosis de 50 m³/ha de vinaza (tratamiento V₂) , el rendimiento promedio de caña se incrementó en un 38 %, con relación al tratamiento V₀.

Los valores obtenidos de brix, pol, pureza y rendimiento industrial no mostraron, mediante el análisis de varianza, diferencias estadísticas significativas para los tratamientos aplicados en los tres ciclos del cultivo, lo cual indica que las dosis de vinaza utilizadas no afectaron los contenidos de sólidos totales y de sacarosa en el jugo, así como tampoco influyeron en el rendimiento industrial, en comparación con la fertilización mineral.

Los resultados de la producción promedio de azúcar por hectárea para los diferentes tratamientos de vinaza (V), aplicada en los tres ciclos del cultivo, se presentan en la Tabla X.

Tabla IX. Rendimiento promedio de azúcar por hectárea

Rendimiento Promedio de Azúcar por Hectárea en los Diferentes Tratamientos de Vinaza (V) y Prueba de Rango Múltiple de Duncan*.			
Tratamiento de Vinaza		Rendimiento de Caña (T/ha) Ciclos del Cultivo	
Plantilla		I	II
V ₀	10,11b	7,73b	7,53c
V ₁	12,02ab	9,11ab	9,37b
V ₂	14,01 ^a	9,42 ^a	8,91b
V ₃	12,15ab	9,07ab	9,49ab
V ₄	11,96ab	10,07a	10,77a
C.V. (%)	13	15	13
* diferencias estadísticas al 1%			

Los promedios con una misma letra en cada columna no difieren estadísticamente entre sí.

Los resultados precedentes indican que la vinaza aumenta el rendimiento de azúcar- En tal sentido, en la Tabla XV, se observa que en plantilla, al aplicar 50 m³/ha de vinaza (tratamiento V₂) , el rendimiento promedio de azúcar se incrementó en un 39 %, con relación al tratamiento Va- Para I y II, al incorporar 100 m³/ha de vinaza (tratamiento V₄) , los rendimientos promedios de azúcar se incrementaron en un 30% y 43%, respectivamente, con respecto al tratamiento V₀. El incremento de los rendimientos en azúcar se debe principalmente al aumento en la producción de caña por hectárea, ya que, tal como se señaló anteriormente, la aplicación de vinaza no afectó el rendimiento industrial.

- **Conclusiones y recomendaciones acerca del estudio**

1. La aplicación de vinaza aumentó en forma significativa la producción de caña y de azúcar por hectárea. Los mejores rendimientos se obtuvieron cuando se incorporaron 50 m³/ha de vinaza en plantilla y 100 m³/ha de vinaza.
2. En comparación con la fertilización mineral, las dosis de vinaza utilizadas no afectaron el contenido de cenizas ni el de sacarosa total en el jugo, así como tampoco influyeron en el rendimiento industrial. Por tal razón, es de esperar que para suelos con características similares a las del utilizado es este trabajo, dosis de hasta 100 m³/ha de vinaza no afecten la calidad del producto obtenido de la caña de azúcar.

3. Debido a que la vinaza aplicada no afectó el rendimiento industrial, el aumento en la producción de azúcar por hectárea se debió, principalmente, al incremento del rendimiento de caña por hectárea.
4. Con la utilización de la vinaza como fertilizante, se obtuvieron rendimientos crecientes en caña de azúcar, sin necesidad de una fertilización mineral. Sin embargo, se pudo detectar que la complementación mineral es necesaria para alcanzar una mayor producción.
5. Los resultados obtenidos revelan que la vinaza incrementa el rendimiento de la caña de azúcar y evidencian que puede sustituir el 55% del nitrógeno, el 72% del fósforo (P_2O_5) y el 100% del potasio (K_2O), provenientes de la fertilización mineral.

6.4.1 Riego de sembradíos de caña

A continuación se describen algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta antes de aplicar las vinazas a los sembradíos de caña.

La vinaza de destilería muestran una composición relativamente estable para su uso en el fertirriego.

1. Alto valor de materia orgánica y bajo pH (presencia de sulfatos).
2. Buena relación entre el nitrógeno y el carbono.
3. Valores medios de Conductividad Eléctrica extremadamente altos.
4. 5 % de sólidos suspendidos (75 % de volátiles).
5. Cu, Fe, Mg y Al en concentraciones superiores a las permisibles para ser regados continuamente.
6. Elevada concentración de potasio, que trae consigo un exceso de cenizas en el azúcar, con la consecuente pérdida de calidad de la misma, y cambios negativos en el suelo cuando es aplicada sin control.

De esta forma, las vinazas sólo pueden ser usadas como enmienda orgánica al suelo, en dosis equivalentes a la fertilización mineral, debido a su alto valor biofertilizante.

Para su uso como fertilizante, la vinaza puede ser utilizada de diferentes formas:

1. como compost, con bagazo, cascarilla de arroz y cachaza,
2. convertida en humus,
3. mezclada con residuos vegetales de alto contenido de celulosa (ej. Bagazo),
4. desalinizada con ácido sulfúrico y etanol, seguido por centrifugación, con el fin de producir un precipitado de potasio que se mezcla con componentes de nitrógeno y fósforo.

La incorporación de la vinaza al campo, aunque sea viable técnica y económicamente, debe ser monitoreada muy cuidadosamente, considerando los tipos de suelo, la época de aplicación, la dosis y la mezcla con otros fertilizantes.

Un exceso de vinaza en los cañaverales puede ocasionar un gran desarrollo vegetativo con cambios en su maduración y contenido de sacarosa, que puede ser perjudicial para la producción de azúcar y alcohol.

CONCLUSIONES

1. Se llevó a cabo el montaje de las cinco torres de destilación con base en la guía de procedimientos de montaje desarrollada en el capítulo 4.1.1. Los equipos principales utilizados fueron grúas, montacargas y cables tensores especiales para sujetar las torres.
2. Antes de realizar el montaje de las torres se hizo un esquema de cada una de ellas en el capítulo 4.3, donde se describieron y desglosaron cada una de las partes que las componen y se detallaron las especificaciones de fabricación de cada torre. Todo esto con el fin de que si en un futuro se deseara trasladar la planta a otro sitio, los encargados de desmontarlas sepan cómo deben manipularlas y conozcan cada uno de los componentes del equipo de destilación de alcohol.
3. Se determinó que debía hacerse una evaluación, para conocer el grado de conocimientos de procesos de montaje del equipo industrial, que nuestros operarios tenían. Debido a lo anterior, se decidió hacerles una prueba que reflejara algunas necesidades de capacitación requeridas por nuestro personal, y se les brindó un adiestramiento tomando como base la guía de procedimientos de montaje mostrada en el capítulo 4.1. Obteniendo como beneficio que cuando no asista algún operario, otro pueda cubrirlo, sin necesidad de interrumpir el proceso y sin dañar los equipos.
4. Todo edificio utilizado para fines de procesos industriales, debe tener un diseño especial para proporcionar a todo nuestro personal condiciones

óptimas de trabajo. Debido a esto, se propuso un diseño de edificio industrial de segunda categoría, enfocado principalmente en aspectos de ergonomía, seguridad y óptimas condiciones laborales. Todo esto con el fin de aumentar la productividad de la organización.

5. El cuidado del medio ambiente es un tema de preocupación mundial. Toda planta de procesos industriales debe contar con un manejo adecuado de desechos. Por consiguiente, se propuso el uso de los desechos líquidos o vinazas, para riego de sembradíos de caña, que no sólo contribuirán con preservar el medio ambiente sino, también traerá beneficios económicos para la Corporación Magdalena.

RECOMENDACIONES

1. Se debe brindar el mobiliario y equipo necesario para la estación de destilación, ya que actualmente no cuentan con un montacargas en buen estado y tienen que estar pidiéndolo prestado a los encargados de bodega del Ingenio.
2. Es necesario señalar todo el parqueo de la planta, ya que existe el problema que no están señalizados todos los parqueos, y los pilotos que acarrear el equipo hacia el área de montaje, parquean los camiones en lugares que no son adecuados, lo que dificulta el tráfico en esta área, provocando retraso a la hora de parquear otros camiones para descarga de equipos.
3. Es necesario mantener un grupo permanente de operarios, ya que existe mucha rotación de personal, porque renuncian al trabajo, lo cual repercute en la eficiencia de aprovechamiento del tiempo, ya que cada vez que esto sucede hay que contratar nuevo personal y capacitarlo, lo cual ocasiona malestar en los pilotos de las grúas, porque los encargados de preparar la carga no tienen la experiencia necesaria y esto retrasa el tiempo de utilización de los equipos de movimiento de carga.
4. Se debe exigir más control por parte de los supervisores de personal, para que evalúe cada una de las áreas del montaje por medio de los métodos de evaluación de desempeño que posteriormente se implementarán, ya que del control que se obtenga de éstos, dependerá la permanencia de los operarios efectivos y el cambio de los ineficientes.

5. Debe tomarse en cuenta las técnicas y procedimientos de montaje, desarrolladas en el presente documento, como referencia cuando se construya la parte de Fermentación y de esa forma evitar cometer los mismos errores que se vieron en la parte de destilación.

6. El presente documento será de mucha ayuda para conocer la forma en que está montada la planta y conocer el funcionamiento de los equipos. Todo el personal que laborará en la planta debe tener conocimiento de los conceptos, aplicaciones y recomendaciones que aquí se explican.

BIBLIOGRAFÍA

1. Maynard. Manual del Ingeniero Industrial. Segunda Edición, McGraw Hill, 1996.
2. Eugene A. Avallone/Theodore Baumeister III, Manual del Ingeniero Mecánico, McGraw Hill, 2002.
3. Benjamín W, Niebel. Ingeniería Industrial Métodos, tiempos y movimientos. 9a. Edición, Editorial ALFAOMEGA GRUPO EDITOR 1996.
4. Lucien, Albert. Psicología Industrial. Editorial España 1981
5. Gary Dessler. Administración de personal. Sexta Edición, Prentice-hall Hispanoamérica.
6. Andreta Roldad, Renato Eduardo. Proyecto para la instalación de una fábrica de envases de plástico. Tesis Ingeniero Industrial. Guatemala. Facultad de Ingeniería USAC. Noviembre de 1977.