



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Proyecto técnico previo a la obtención del título de ingeniería industrial

TEMA

“Utilización del agua de lavado en una columna de destilación y reutilizarla en la fermentación alcohólica de la caña para mejorar su eficiencia”

THEME

” Use of the washing water in a distillation column and reuse it in the alcoholic fermentation of the cane to improve its efficiency”

AUTOR

Tenorio Quiñonez Katherine Noemy

DIRECTOR

Ing. Iván Suarez Escobar, PhD

Guayaquil, octubre 2020

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORIA DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo, Tenorio Quiñonez Katherine Noemy, declaro que soy la autora de este trabajo de titulación titulado *“Utilización del agua de lavado en una columna de destilación y reutilizarla en la fermentación alcohólica de la caña para mejorar su eficiencia”* Los conceptos aquí desarrollados, los análisis realizados y las conclusiones del presente análisis, son de exclusiva responsabilidad del autor.

KATHERINE . T

Tenorio Quiñonez Katherine Noemy

C.C 080284437

DECLARACION DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, TENORIO QUIÑONEZ KATHERINE NOEMY, con documento de identificación No. 0802841437, en calidad de autor (a) del trabajo de titulación titulado **“Utilización del agua de lavado en una columna de destilación y reutilizarla en la fermentación alcohólica de la caña para mejorar su eficiencia”**, por medio de la presente, autorizo a la **UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA DEL ECUADOR** a que haga uso parcial y total de este proyecto con fines académicos o de investigación.

Guayaquil, octubre del 2020

KATHERINE . T

Tenorio Quiñonez Katherine Noemy

C.C 080284437

DECLARACION DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo, ING. IVAN SUAREZ ESCOBAR, PhD. En calidad del trabajo de titulación titulado ” **Utilización del agua de lavado en una columna de destilación y reutilizarla en la fermentación alcohólica de la caña para mejorar su eficiencia**”, desarrollado por la estudiante Tenorio Quiñonez Katherine Noemy, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación de pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud a lo anterior, autorizo su representación y aceptación como una obra autentica y de alto valor académico.

Dado en la ciudad de Guayaquil, octubre del 2020



Ing. Iván Suarez Escobar, PhD

DOCENTE DIRECTOR DEL PROYECTO TECNICO

Universidad Politécnica Salesiana – Guayaquil

DEDICATORIA

Lleno de amor y esperanza dedico el presente trabajo a mis familiares por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y por mostrarme el camino a la superación a mi madre Neiva Maricela Quiñonez que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores los cuales me han ayudado a seguir adelante , a mi padre Eduardo Tenorio Zambrano por enseñarme a tener carácter en mi vida profesional, a mi hermano Eduardo Tenorio Quiñonez que es mi ejemplo a seguir y a mi Tía Mercedes Hayes que ha sido un pilar fundamental en mi vida y todas las personas y amigos que estuvieron presentes durante estos 5 años a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad. ¡Gracias Totales! Por todo.

Tenorio Quiñonez Katherine Noemy

AGRADECIMIENTO

En Primer lugar le doy gracias a Dios por levantarme en cada caída, a mi Tío Wilfrido Quiñonez Becerra por ser mi Guía en este Proyecto y por haberme tenido paciencia durante su desarrollo también a mi Tutor de tesis el Ing. Iván Suarez Escobar por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad Científica, a mis padres por su apoyo y comprensión siendo los mejores consejeros personales en transcurso de toda mi carrera Universitaria y de mi vida, a todos aquellos que creyeron en mí y me motivaron a seguir con paso firme durante todo este tiempo. Este logro es en gran parte gracias a ustedes, los llevo en el alma.

Tenorio Quiñonez Katherine Noemy

RESUMEN

Este proyecto técnico fue realizado en la ciudad de Guayaquil en la Empresa SODERAL S.A. donde el objetivo fue utilizar el agua de lavado de una columna de destilación para reutilizarla en la fermentación alcohólica del azúcar mejorando su eficiencia, en si con la reutilización del agua de lavado de un sistema de bombeo hacia la columna lavadora y la caracterización del agua y su tratamiento antes de utilizarla en el proceso de fermentación.

El proyecto en si lo que busca es disminuir el volumen de aguas residuales ya que así se logra reducir los costos operativos de la empresa ya que con esto se podrá de la mejor manera optimizar, el agua de lavado en la plata de CO_2 tratándolo lo necesario, para comenzar la fermentación es mezclar en el fermentador la levadura activada con la mezcla enfriada y el pH regulado. El proceso de tratamiento de aguas residuales de esta destilería se puede generalizar de la siguiente manera, tienen un tratamiento previo, físico químico para separar sólidos grandes, luego hay una etapa de agua.

Recibe batición fermentada despejada lo más posible de células de levadura, electricidad, vapor y agua, entrega para ello en una columna de CO_2 donde hay otra columna rectificadora para el proceso del agua y una columna depuradora que se emplea para producir alcohol fino solamente, así como bombas y los condensadores necesarios para que funcione la sección.

Palabras Claves: CO_2 , Aguas de lavado, Levadura, fermentación, melaza, columna lavadora. °GL, ° Brix.

ABSTRACT

This This technical project was carried out in the city of Guayaquil in the SODERAL S.A.. Company where the objective was to use the washing water from a distillation column to reuse it in the alcoholic fermentation of the cane, improving its efficiency, in itself with the reuse of the water from washing of a pumping system towards the washing column and the characterization of the water and its treatment before using it in the fermentation process.

The project itself is looking to reduce the volume of wastewater since this way it is possible to reduce the operating costs of the company since with this it will be possible in the best way to optimize the washing water in the silver of CO_2 treating it, what is necessary to start the fermentation is to mix the activated yeast in the fermenter with the cooled mixture and the pH regulated. The wastewater treatment process of this distillery can be generalized as follows, they have pre-treatment, physical-chemical to separate large solids, and then there is a water stage.

It receives fermented batter cleared as much as possible of yeast cells, electricity, steam and water, delivered to a CO_2 column, where there is another rectifying column for the water process and a purifying column that is used to produce alcohol fine only, as well as pumps and capacitors required to run the section.

Key Words: CO_2 , Washing water, Yeast, fermentation, waste water, washing column, °GL, ° Brix.

TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE GRADUACION	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACION DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORIA DEL TRABAJO DE TITULACION	2
DECLARACION DE DERECHOS DE AUTOR	3
DECLARACION DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACION	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
GLOSARIO DE TÉRMINOS	15
CAPITULO I	17
1.1. DESCRIPCION DEL PROLEMA	17
1.2. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA	17
1.3. GRUPO OBJETIVO (BENEFICIARIOS)	18
1.1.1. Delimitación Temporal	18
1.1.2. Delimitación Geográfica	18
1.1.3. Delimitación Académica	19
1.2. OBJETIVOS	19
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.3. PROPUESTA DE SOLUCION	19
CAPITULO II	20
MARCO TEORICO	20
2.1. Marco teórico referencial	20
2.1.1. Planta de Dióxido de Carbono, Columna de lavado	20
2.3. Sistema de captura del CO₂	23
2.4. Riesgos de que el CO₂ sea liberado en la atmósfera	24
2.5. Métodos criogénicos	25
2.6. Adsorción física en sólidos	25
2.7. Niveles de nutrientes	26
2.8. Importancia de la recuperación de CO₂	28
2.9. METODOLOGÍA	28
2.10. °BRIX	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO III	30

MARCO METODOLOGICO	30
3.1. METODO DESCRIPTIVO	30
3.2. Fermentación con reciclo de levadura.....	30
3.2.1. Alimentación de levadura nueva	30
3.2.2. Alimentación de levadura reciclada	30
3.2.3. Alimentación de mosto	31
3.2.4. Centrifugación y reciclo de levadura.	31
3.3. Lavado de los fermentadores y pre fermentadores.....	32
3.4. Lavado de los anillos	33
3.5. INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN DEL PACKINO.....	33
3.5.1. Información general	33
3.6. MATERIAS PRIMAS.....	34
3.6.1. Melaza	34
3.7. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS.....	34
3.7.1. Estructura de la Melaza	34
3.8. FERMENTACIÓN DE AZÚCARES.....	36
3.9. MOSTO DE MELAZA.....	37
3.10. MOSTO DE JUGO	39
3.11. LEVADURA.....	41
3.11.1. Composición química de la levadura	41
3.11.2. Calidad para el desarrollo de la levadura.....	42
3.12. RESTAURACION DE LA LEVADURA	43
3.12.1. Pre fermentación:.....	43
3.12.2. Fermentación.....	44
3.12.3. Centrifugación:	44
3.13. PROCEDIMIENTO DE LA FERMENTACION.....	44
3.13.1. Fase Preliminar:.....	44
3.13.2. Fase Tumultuosa	45
3.13.3. Finalización de la fase	45
3.14. ANTI-ESPUMANTE	45
3.14.1. Trampa de Espuma.....	46
3.15. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
3.15.1. METODO EXPERIMENTAL	46
3.15.1.1. En laboratorio.....	47
3.15.1.2. Destilación	47
3.15.1.3. Densímetro Digital.....	48

3.15.1.4.	PHmetro	49
3.15.1.5.	Medidor de ° Brix.....	49
3.16.	EN PLANTA	50
3.16.1.	Temperatura del proceso de fermentación.....	50
3.16.2.	Producción de Caña por Hectárea	50
3.16.3.	Materia prima	51
3.16.4.	Rendimiento de la melaza y jugo.....	51
3.16.5.	Producción del CO ₂ y columna lavadora	51
3.16.6.	Sistema booster.....	52
3.17.	PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA UTILIZACIÓN DEL AGUA DE LAVADO	52
3.18.	AUTOMATIZACIÓN DE LA PLANTA	53
3.18.1.	Proceso de Gas CO ₂ Scrubber	53
3.19.	PROCESO DE FERMENTACIÓN	55
3.19.1.	Balanza de Melaza	55
3.19.2.	Melaza y Jugo	56
3.19.3.	Enfriadores	56
3.19.4.	Pre fermentadores.....	57
3.19.5.	Fermentadores.....	57
3.19.6.	Vino	59
3.20.	CAPACIDAD ALCOHOLICA DEL VINO	60
3.21.	ESTUDIO DEL AGUA DE PROCESO	61
3.22.	DIAGRAMAS DE PROCESO.....	64
3.22.1.	ESQUEMA DEL PROCESO DE CO ₂	64
3.22.2.	ESQUEMA GLOBAL DE LA PLANTA SODERAL S.A.	65
CAPITULO IV		66
RESULTADOS		66
4.1.	Pruebas después de la instalación	66
4.2.	ANALISIS DEL BALANCE DE MASA	70
4.3.	Diseño propuesto para la instalación de la columna recuperadora	70
4.4.	Propuesta del sistema aplicar	71
4.5.	Eficacia de la columna	71
COMPARACIÓN DE PARÁMETROS		72
Fermentación antes de la Instalación		72
Eficiencia de la fermentación		73
4.6.	Fermentación después de la instalación	73

4.7. ANÁLISIS DEL BALANCE ECONÓMICO.....	78
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS.....	83

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Ubicación de planta	18
Figura. 2 Columna de absorción	26
Figura. 3 Motor de bomba de tanque de melaza	38
Figura. 4 Jugo de caña	39
Figura. 5 Tanque de jugo de caña	40
Figura. 6 Trampa de espuma.....	46
Figura. 7 Toma de muestra de agua de lavado	47
Figura. 8 Toma de muestra de agua de lavado	48
Figura. 9 Grado alcohólico en Densímetro Digital.....	48
Figura. 10 PHmetro Digital	49
Figura. 11 Medidor de ° Brix.....	49
Figura. 12 Columna recuperadora de agua	52
Figura. 13 Automatización de la planta recuperadora de CO ₂	53
Figura. 14 Columna de paso de agua y CO ₂	54
Figura. 15 Columna de CO ₂ sin instalación de Recuperadora.....	54
Figura. 16 Automatización de trampa de Espuma y Booster	55
Figura. 17 Automatización de Balanza de Melaza	55
Figura. 18 Automatización de Melaza y Jugo	56
Figura. 19 Enfriadores	56
Figura. 20 Prefermentadores.....	57
Figura. 21 Fermentadores Ay B.....	57
Figura. 22 Fermentadores C y D.....	58
Figura. 23 Fermentadores E y F.....	58
Figura. 24 Fermentadores G y H	59
Figura. 25 Centrifugadores y Vino	59
Figura. 26 Auxiliares de Agua.....	61
Figura. 27 Balanza	62
Figura. 28 CO ₂ siendo liberado al ambiente	62
Figura. 29 Paso de mezcla a la columna	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características físicas del dióxido de carbono	25
Tabla 2 Composición de la miel física de la caña	35
Tabla 3 Datos de Melaza.....	36
Tabla 4 Análisis Físico- Químico de la Melaza.....	60

Tabla 5 Consumo de Ácido sulfúrico Mensual.....	66
Tabla 6 Producción por proceso de la empresa.....	67
Tabla 7 Tabla de perdidas antes de la implementación de proyecto en la empresa Soderal	67
Tabla 8 promedio diario de pruebas de alcohol y PH en columna de CO ₂ y en PF en el mes de octubre.....	68
Tabla 9 promedio diario de pruebas de alcohol y PH en columna de CO ₂ y en PF en el mes de noviembre	69
Tabla 10 promedio diario de pruebas de alcohol y PH en columna de CO ₂ y en PF en el mes de octubre y noviembre	70
Tabla 11 Promedio de eficiencia °GL en fermentación.....	73
Tabla 12 Promedio de eficiencia en fermentación actual con proyecto	75
Tabla 13 Parámetros actuales y reates con la implementación.....	75
Tabla 14 Parámetros obtenidos de la balanza automática.....	75
Tabla 15 Gastos del proyecto implementado	77

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Temperatura del jugo	84
ANEXO 2 Tanque de melaza con capacidad instalada de 79000Lt	84
ANEXO 3 Toneladas de melaza por hora.....	85
ANEXO 4 Toma de muestra de melaza	85
ANEXO 5 Vino enviado para proceso.....	85
ANEXO 6 Ingreso a la mezcla de agua aciculada	87
ANEXO 7 CO ₂ generándose a la 2da hora	87
ANEXO 8 Enfriadores	88
ANEXO 9 Booster	89
ANEXO 10 Tuberías de paso de melaza a fermentador	90
ANEXO 11 Ácido Sulfúrico almacenado.....	91
ANEXO 12 Capacidad instalada del ácido sulfúrico.....	91
ANEXO 13 Bombas de paso del Jugo de Caña.....	92
ANEXO 14 Columna recuperadora Instalada.....	93

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto planteado es un método de aguas llamadas comúnmente aguas residuales, pero en si son aguas de lavado de una columna lavadora de CO₂ que se desean reutilizar en la empresa SODERAL S.A. Este presente estudio se va a realizar con el objetivo de aprovechar esta materia prima para reutilizarla y convertirla en un producto de primera necesidad en la industria, y que ayudara en la reducción de costos que al mismo tiempo va a obtener resultados al igual que en el primer proceso para adquirir un producto terminado en este segundo proceso de reutilización del agua de lavado.

SODERAL, Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A. Es una empresa privada que se constituyó en el año 1993 es una empresa dedicada a procesar y comercializar productos derivados de la caña de azúcar con gestión integral, buscando satisfacer las expectativas de nuestros clientes, mercados y partes interesadas con los más altos estándares de calidad, innovando continuamente.

Los alcoholes industriales se los obtiene a partir de la destilación del alcohol etílico los mismo pueden ser utilizados como materia prima en la elaboración del alcohol anhidrido o para la elaboración de diferentes productos en la industrial alcoquímica.

El marco referencial de las actividades de la empresa de destilación, donde se basan en la NORMA ISO 14001:2015 con esta norma demostramos ante las autoridades, comunidad o cualquier otra parte interesada el cumplimiento de la reglamentación vigente en el país y nuestro compromiso real con un desempeño ambiental sano y sostenible.

El Dióxido de Carbono Líquido LCO₂ recuperado por SODERAL S.A. en sus procesos de fermentación es comercializado para la elaboración de bebidas gaseosas, gases industriales y hielo seco. El CO₂ producido naturalmente en la fermentación es recuperado a través de un proceso industrial, que lo convierte en CO₂ líquido el cual es almacenado y comercializado en este estado. Complementario, la empresa cuenta con una prensa para el hielo seco, la cual puede producir dióxido de carbono sólido en distintas presentaciones.

El Proyecto en sí tiene la ayuda total Económica de la empresa tanto en los materiales para la fermentación del agua de lavado y para la coordinación en el proceso de esta reutilización.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Fermentación: La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y cuyo producto final es un compuesto orgánico.

Efluente: Es la cual da la salida de agua en el inicio de un volumen natural del agua o puede también desde una estructura elaborada por el hombre.

Dióxido de Carbono: El dióxido de carbono es un gas incoloro. También se conoce como anhídrido carbónico. Este compuesto químico está constituido de un átomo de carbono unido con enlaces covalentes dobles a dos átomos de oxígeno

Reutilización: Reutilizar es la acción que Permite la reutilización de bienes o productos desechados (denominados residuos) y les otorga la misma finalidad o diferente a la del producto previsto.

Piscina de tratamiento: El agua tratada de la esta piscina es pasada por la canaleta que viene directamente de las aguas residuales que se lleva para su debido tratamiento.

Sistema de bombeo: El sistema de bombeo tiene como objeto elevar la presión del fluido térmico para vencer la resistencia que opondrá el circuito a su circulación. La presión en este trabajo debe ser tales que se garanticen en todo momento que el fluido permanece en estado líquido y que no hay vaporización.

Tratamiento aerobio: El tratamiento biológico aerobio de aguas residuales fue una vez la solución aplicada para tratar la mayoría de las aguas residuales industriales.

Canaleta: Es un conducto que recibe y conduce sustancias líquidas y que se caracteriza por ser un arco de circunferencia con una ranura de respiración.

Compresores: Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tales como gases y vapores.

Filtros de Carbón: Los filtros con carbón activado se utilizan generalmente en la purificación de aire, agua y gases, para quitar vapores de aceite, sabores, olores y también variaciones de hidrocarburos del aire y de gases comprimidos.

Caña de azúcar: La Caña de Azúcar tiene un uso generalmente para la producción de Azúcar, pero adicionalmente se puede utilizar como fuente de materias primas para una amplia gama de derivados

Levadura: Hongo unicelular que produce enzimas capaces de provocar la fermentación alcohólica de los hidratos de carbono, microscópicos clasificados como ascomicetos o basidiomicetos, predominantemente unicelulares en su ciclo de vida,

Glucosa: Es una hexosa, es decir, contiene 6 átomos de carbono, y es una aldosa, esto es, el grupo carbonilo está en el extremo de la molécula. Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel.

Planta industrial: Es una fábrica, también denominada planta industrial o recinto fabril, es un lugar físico, abastecido de máquinas, herramientas, y espacio, necesarios para la elaboración o producción de algún objeto material o de algún servicio.

La invertasa: conocida también con el nombre de sacarasa, es una enzima que cataliza la hidrólisis de los terminales no reductores.

CAPITULO I

1.1.DESCRIPCION DEL PROLEMA

SODERAL S.A., es una empresa del sector Alcoholes en el que utilizan un proceso tecnológico moderno, manteniendo los más altos estándares de calidad, esto se ve reflejado en cada uno de sus productos. Para su comercialización a nivel nacional e internacional. Donde su objetivo principal es procesar y comercializar productos procedentes de la caña de azúcar con la gestión integral, y de esta manera buscamos satisfacer las expectativas de nuestros clientes, mercados y partes interesadas junto a los más altos estándares de calidad e innovación.

Actualmente en la primera columna lavadora ingresa el CO_2 (g) por la parte inferior y el agua por la parte superior tiene contacto directo el CO_2 (g) continua hacia la siguiente que es la secadora eliminándose el compuesto condensable en el agua, por la parte inferior de la columna sale el agua con presencia de alcohol que se la envía a la canaleta y para después ser enviada hacia la piscina de tratamiento del ingenio San Carlos. Sin embargo, no toda el agua está disponible, existe un mal manejo de la misma o tiene una calidad no adecuada para ser empleada en ciertas actividades por lo que es necesario el Tratamiento de las aguas residuales para su reúso. A lo largo de un tiempo se visualizó que en la planta que el agua que se utiliza para el lavado de la columna tendría que evaluar los parámetros de operación de la planta de CO_2 en la columna lavadora.

1.2.JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

La problemática planteada obliga a una solución que la empresa debe adoptar SODERAL S.A., empresa guayaquileña de alcoholes, Para que permitan desean aprovechar el agua que se desecha de la columna de lavado. Por esta razón en la actualidad se está dando un interés primordial en las técnicas de fermentadores para aprovechar el agua de lavado de la columna y lograr mejorar su eficiencia. Lo importante de todo esto es que podría alcanzarse un ahorro de hasta el 90 % en energía y del 70 % en agua invirtiendo en su recuperación y reutilización, reciclando las aguas residuales procedentes de la industria. La necesidad de reutilizar el agua en los procesos industriales responde a que la cantidad de agua es grande que todavía podrían tener un segundo uso útil. En la actualidad, únicamente un 12 % del agua industrial es reciclada y sirve para un segundo uso en el mismo sector. Es muy importante que la empresa reutilice el agua y la trate antes de que se convierta en agua residual y sea desechada la mejor decisión será tratándola y llevarla al punto de fermentación, el procedimiento de las aguas residuales. En la industria de la planta de CO_2 consiste en una serie de procesos que transformen sus características físicas, químicas y biológicas, con el objetivo de hacer de las aguas residuales un agua tratada inocua que se pueda reutilizar.

1.3.GRUPO OBJETIVO (BENEFICIARIOS)

Se considera como beneficiarios principal en el aprovechamiento del agua de lavado de una columna de alcohol es en si la empresa SODERAL S.A., es ya que con este tratamiento la empresa podrá recuperar las agua desperdiciadas al momento del lavado de la columna logrando mejorar la eficiencia de fermentación y tratamiento, Donde se espera que se genere los ingreso para poder recuperar la inversión realizada en un inicio y se genere rentabilidad, la cual permita tener progreso económico incrementando los ingresos de la empresa. También la autora de este proyecto técnico, porque gracias a se logrará obtener mi título universitario de ingeniería Industrial, ya que todo lo aprendido en la empresa y los conocimientos que adquirí en el transcurso de mi carrera para lograme formar como una gran profesional y llegar que otras empresas de alcoholes logren consolidar un tratamiento de las aguas que salen de la columna lavadora.

1.1.1. Delimitación Temporal

El proyecto técnico fue desarrollado a principios del mes de Julio del año 2020 y a finales del mes de diciembre 2020, la propuesta fue presentada ante la Gerencia de la Compañía, con el fin de tener el documento y la respectiva información sobre el procedimiento.

1.1.2. Delimitación Geográfica

La Empresa SODERAL S.A., se encuentra localizada en la Av. Principal o Av. San Carlos, Cnel. Marcelino Maridueña a la altura del KM 67 km. de Guayaquil, Cantón Marcelino Maridueña – Provincia del Guaya



Figura. 1 Ubicación de planta

Fuente: Autor

1.1.3. Delimitación Académica

Para el desarrollo de este proyecto se requirió de la orientación de varios conocimientos adquiridos de las asignaturas que se evidenciaron durante el proceso de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil.

- Fundamentos de Materiales
- Ingeniería de Métodos
- Probabilidad y Estadística
- Producción
- Mantenimiento
- Supervisión Industrial
- Administración de Proyectos
- Transferencia de Calor y Fluidos
- Resistencia de Materiales
- Química

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Utilizar el agua de lavado en una columna de destilación y reutilizarla en la fermentación alcohólica de la caña de azúcar para mejorar su eficiencia.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros de operación de la planta de CO_2 en la columna lavadora
- Valorar los parámetros de operación de la planta de tratamiento aeróbica instalada para mejorar sus condiciones operacionales actuales y reales.
- Determinar los parámetros de diseño para la utilización del agua de lavado y utilizarla en la fermentación
- Desarrollar pruebas para la utilización de las aguas de lavado en la fermentación

1.3. PROPUESTA DE SOLUCION.

Con el fin de obtener beneficios de ambas partes, el proyecto se llevará a cabo en conjunto con la Compañía. Sin embargo, esta nos dio la facultad de poner este proyecto para la obtención de mi Título Universitario. Para que en si se disminuya el volumen de aguas residuales que esto ayudara en reducir también los costos operativos, lograr simplificar la cantidad de efluente que es liberado al medio ambiente.

La mejora la imagen corporativa, ya que la población percibe una industria que ayuda a mantener el medio ambiente estable, ya que con esto se lograra de la mejor manera optimizar, el agua de lavado en la plata de CO_2 tratando lo necesario para comenzar la fermentación es mezclar en el fermentador la levadura activada con la mezcla enfriada y el pH regulado. A parte del control del pH del que ya se habló antes, lo más importante durante la fermentación es el control de la temperatura. Nada más empezar la fermentación empieza a desprender dióxido de carbono, y sacando el alcohol presente en agua de la columna de lavado enviado a la piscina por medio de la canaleta ya en la piscina se aplicará el ácido antes de la fermentación utilizando la levadura.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.Marco teórico referencial

2.1.1. Planta de Dióxido de Carbono, Columna de lavado.

Las aplicaciones del CO_2 que se encuentra en estado líquido en donde es el que más variaciones tiene. Gracias a la fusión del CO_2 , este en si se ha de a de lavar. En esta parte se utilizó carbón activado logrando suprimir olores. Es de suma importancia lograr secar el gas, por medio de aluminato activado o quizás gel de sílice. Su temperatura critica seria de un $31^{\circ}C$ y la presión crítica $7,4 MPa$, en lo que si debería ser licuado a en una temperatura que puede variar entre $31^{\circ}C$ y su punto triple $-56,6^{\circ}C$. (Alarcón, 2014)

(DQO): La demanda química de oxígeno está estrechamente relacionada de forma inversa con la concentración de oxígeno disuelto en las aguas, siendo un factor muy importante para indicar contaminación. Los valores dependen del contenido de materia orgánica y de algunas sustancias inorgánicas en las aguas debido a actividades físicas, químicas y bioquímicas (Lafargue & Vázquez, 2019)

Se utiliza para medir el contenido de materia orgánica global (biodegradable y no biodegradable) en aguas naturales y residuales, es una medida de control de la calidad del agua. Los valores medios alcanzados para este parámetro superan en $77 mg/L$ los límites establecidos para el vertimiento, indicando un alto contenido de materia orgánica susceptible a oxidarse.

(DBO): La Demanda bioquímica de oxígeno, es otro parámetro indicador de materia orgánica presente en el agua y se emplea para evaluar la cantidad de oxígeno requerida

para oxidar la materia orgánica biodegradable presente. En este caso los valores medios alcanzados para este parámetro superan solo en 1 mg/L el límite para el vertimiento, indicando un contenido aceptable de materia orgánica susceptible a oxidarse. (Lafargue & Vázquez, 2019)

En general se caracterizan por una carga orgánica elevada, aportada por etanol o azúcares, déficit de nutrientes (nitrógeno y fósforo), pH variable, normalmente ácido y concentraciones apreciables de sólidos en suspensión. En general son compuestos, salvo los poli fenoles, que en si para la empresa son fácilmente biodegradables. (Industrial., 2010)

En el futuro las empresas de éxito serán aquellas que lleven a cabo de forma radical las mejoras y modificaciones necesarias mientras reducen sus niveles de consumo y contaminación.

Para esto existen diversas razones de exigencia:

- Los clientes exigen productos limpios.
- Las regulaciones medioambientales se tornan más estrictas.
- Instrumentos económicos nuevos como impuestos y permisos empiezan a recompensar las empresas limpias.
- Los bancos están más dispuestos a prestar dinero para evitar la contaminación, que a pagar para descontaminar.

A pesar de parecer, a nivel estequiométrico, una transformación simple, la secuencia de transformaciones para degradar la glucosa hasta 2 moléculas de alcohol y 2 moléculas de bióxido de carbono es un proceso muy complejo, pues al mismo tiempo la levadura utiliza la glucosa y nutrientes adicionales para reproducirse. La fermentación alcohólica es una biorreacción que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono. Las principales responsables de esta transformación son las levaduras. (H.J. Vázquez)

El proceso de tratamiento de aguas residuales de destilerías y bodegas podemos generalizarlo de la siguiente manera, tienen un tratamiento previo, físico químico

Para separar sólidos grandes, luego hay una etapa de agua. Recibe batición fermentada despejada lo más posible de células de levadura, electricidad, vapor y agua, entrega, para ello con una columna de CO₂, una columna rectificadora y una columna depuradora que se emplea para producir alcohol fino solamente, así como bombas y los condensadores necesarios para que funcione la sección. También posee dos recuperadores de calor de mostos de placas y una columna de lavado del cual pasara a la piscina de aguas

residuales para su siguiente uso.

Etapa de agua:

- Desbaste o tamizado: necesario para separar partículas sólidas.
- Homogeneización: la homogenización a veces tiene que ser acompañada en esta etapa de neutralización.
- Decantación: los decantadores han mostrado eficiencia al tratar el agua que se recoge de la fermentación y del almacenamiento. Algunas industrias utilizan la decantación luego del tratamiento anaeróbico o aeróbico, a lo que le llaman decantación secundaria.
- Utilizan materia prima orgánica, que es fácilmente biodegradable, lo que los hace candidatos perfectos para este tipo de tratamiento, en el que microorganismos en ausencia de oxígeno, transforman la materia orgánica en biogás. Es preferible realizarlo como paso previo al tratamiento aeróbico,
- Tratamiento aeróbico: se realiza mediante lodos activados, las sustancias orgánicas que quedan se transforman en dióxido de carbono y en una biomasa.
- Decantación secundaria. (Meilyn González Cortés, 2016)

El dióxido de carbono de las destilerías grandes normalmente se comprime para producir hielo seco. Otro uso del CO₂ es meterlo en un invernadero. Así las plantas lo absorben y liberan oxígeno. O simplemente se puede liberar en el aire porque no es peligroso para la salud. (Fida Tibi, 2019)

En general se caracterizan por una carga orgánica elevada, aportada por etanol o azúcares, déficit de nutrientes (nitrógeno y fósforo), pH variable, normalmente ácido y concentraciones apreciables de sólidos en suspensión. En general son compuestos, salvo los poli fenoles, que son fácilmente biodegradables. Puesto que las aguas residuales no domésticas que vierten las bodegas proceden de operaciones de lavado, refrigeración y derrames accidentales originados en los numerosos trasvases que en ellas se realizan. (Industrial., 2010). Por el deterioro que presenta la planta de recuperación de CO₂ se hace necesario que se compren equipos que reúnan las condiciones de trabajo que se necesitan. Y la fuente principal para este proyecto en la instalación es la columna recuperadora para la planta de recuperación de CO₂ donde se relacionan las características fundamentales de los mismos; para ello se tomó como base la experiencia de la tecnología anterior y el análisis de balances de materia y energía en el proceso productivo

2.2. Análisis de Eficiencia Económica.

La evaluación financiera y económica constituye la etapa de evaluación del proyecto, en la cual se mide la escala de inversión, el gasto en el proceso productivo y los beneficios obtenidos de la implementación del proyecto. Si existen más de dos alternativas en el proceso de evaluación, para seleccionar una o más ofertas adecuadas se utilizarán diferentes métodos de cribado de alternativas, siendo los más utilizados los cualitativos y cuantitativos para eliminar inconvenientes y trato preferencial. Equipo eficaz.

2.2.1. La estimación del costo de producción

- Materias Primas.
- Compra de subproductos.
- Materiales de producción (catalizadores, disolventes, etc.).
- Mano de obra de operación.
- Supervisión directa (10- 20 % de la mano de obra de operación).
- Servicios auxiliares del proceso.
- Mantenimiento y reparaciones (2 – 10 % del capital fijo)
- Suministro de operación (10 – 20 % de mantenimientos y reparaciones)
- Laboratorio de control (10 – 20 % de la mano de obra de operación)
- Patentes y derechos (0 – 6 % del Costo de producción total) (Dra. ania del Toro Álvarez, 2010)

2.3. Sistema de captura del CO₂

Hay varias opciones de captura y separación de dióxido de carbono técnica y económicamente viables. Otros están en desarrollo y pueden considerarse tecnologías avanzadas que pueden aplicarse en el futuro. Los diferentes sistemas de captura de CO₂ conocidos se describen a continuación. Las sustancias utilizadas para capturar el dióxido de carbono se puede observar a continuación:

1. Absorción química en líquidos.
2. Métodos criogénicos.
3. Adsorción física en sólidos.
4. Absorción física en líquidos.
5. Separación mediante membranas selectivas.

Con O₂ se producen prontamente, elaborando CO₂ y agua a manera de productos de

residuos en la transformación. Con la carencia de O_2 se desarrollan más paso a paso elaborando C_2H_5OH (etanol), H_2O (agua) y CO_2 . Dominando la cantidad de oxígeno aprovechable lograremos guiar su crecimiento en la dirección que nos corresponda. Como, por ejemplo, si pretendemos elaborar, vino o cerveza, en la fermentación se logrará producir poco oxígeno.

Tener cuidado en el proceso de la aireación del CO_2 ciertos sistemas llegan aplicar en las empresas químicas y dentro de la producción de gases para su posterior uso en industrias y en laboratorios. Algunas veces, se combinan dos o más de estos métodos para alcanzar un alto grado de separación del gas interesado de la mezcla. (Paola Elizabeth Gilces Faría, 2006)

2.4. Riesgos de que el CO_2 sea liberado en la atmósfera

Los científicos comenzaron a afirmar que un aumento al doble en la concentración del CO_2 en la atmósfera supondría un calentamiento, medio de la superficie de la Tierra de entre 1,5 y 4,5 °C, si bien estudios más recientes sugieren que el calentamiento se produciría más rápidamente sobre tierra firme que sobre los mares. (Beltrán, 2014)

Sin embargo, como la cantidad de CO_2 es mucho mayor que la del resto de los gases, su contribución real al efecto invernadero es del 76 % respecto al total de gases. Otros como el oxígeno (20,9 %) y el nitrógeno (78,1 %), aunque se encuentran en proporciones muchos mayores, no son capaces de generar efecto invernadero (Kvaerner Asa, 2010)

La molécula de dióxido de carbono es extraordinariamente estable, casi tanto como la del agua: la reducción del dióxido de carbono a monóxido y la descomposición térmica del agua para producir hidrógeno necesitan un aporte de energía entorno a los 300 kJ/mol y temperaturas elevadas. Ambos procesos tienen, además, un grave inconveniente que es la tendencia a recombinarse de los productos en el caso de no realizarse una separación inmediata, lo que reduce en gran medida su eficiencia (Dufour, 2007)

Una gran proporción (aprox. 50 %) de todo el CO_2 recuperado se utiliza en el punto de producción de productos químicos comerciales, principalmente urea y metanol. En estas aplicaciones el CO_2 se utiliza en estado gaseoso, y sus propiedades químicas son de vital importancia. Igualmente, se utiliza en mataderos para el aturdimiento de animales.

El dióxido de carbono líquido es el más versátil. Antes de licuar el dióxido de carbono, debe purificarse. El carbón activado se utiliza para eliminar el olor y el sabor. También es importante utilizar alúmina activada o gel de sílice para secar el gas. La variación de calor crítica es de 31°C y la presión crítica de 7,4 MPa, por lo que se debe licuar a cualquier temperatura entre 31°C y sus tres puntos (-56,6°C).

Tabla 1 Características físicas del dióxido de carbono

Propiedad del CO₂	Valor
Densidad crítica	468 kg/m ³
Masa molecular	44,01
Estabilidad	Alta
Gravedad específica	1,53 a 21°C
Sólido	Temperatura < -78 °C
Constante de solubilidad de Henry	298,15 mol/ kg * bar
Líquido	Presión < 415,8* 10 ³ Pa
Solubilidad en agua	0,9 vol/vol a 20 °C
Concentración en el aire (2020)	416,21

Fuente: Energía y sostenibilidad (Dufour, 2007)

2.5.Métodos criogénicos

El CO₂ puede condensarse a baja temperatura y alta presión y separarse de un gas pequeño o menos condensado. Todo el proceso incluye el proceso de llegar a condensar y destilar de forma criogénica (CDC). El gas de combustión se seca y se comprime en la planta y este gas seco llega a enfriarse en la torre de condensación para recuperar el CO₂ condensado. El método CDC se utiliza para eliminar el dióxido de carbono, en mezclas de CH₄/CO₂ y otros gases empleados en la recuperación de hidrocarburos de fuentes naturales. La eficiencia de control de una instalación CDC es de 70 % a 85 %. Este proceso requiere un consumo elevado de energía cuando la concentración de CO₂ en los gases de entrada es bajo. (Sánchez, 2014)

2.6.Adsorción física en sólidos

En la adsorción, el CO₂ es retenido en el sólido debido a las interacciones con la superficie de las partículas y su porosidad. En este proceso se trabaja en condiciones casi isotérmicas, y la operación consta de dos fases: la adsorción, que se realiza a alta presión, con objeto de que la presión parcial del gas al ser capturado sea elevada, y la recuperación, que se realiza a una presión menos elevada, para liberar y recuperar el CO₂ adsorbido. Estos procesos de captura y recuperación de gas por adsorción tienen un gran interés técnico, económico y comercial. (Sánchez, 2014)



Figura. 2 Columna de absorción

Fuente: SODERAL S.A

Absorción química en un líquido es una operación en la que se absorbe un gas, es una mezcla de un gas que llega al contacto con este líquido para disolver selectivamente uno o más componentes de gas y obtener una solución de estos componentes en el líquido. Estas operaciones requieren la transferencia de masa de las sustancias en la corriente de gas al líquido y la aplicación del medio ambiente cuando los componentes del líquido en el efluente de gas del reactor deben recuperarse para lograr neutralizar o evitando la contaminación ambiental. Cuando la transferencia de masa sucede en la dirección opuesta, es decir, del líquido al gas, la operación se conoce como desorción (Cuadrat.A, 2012). Las aguas residuales de la destilería pueden contener metales pesados porque la destilería concentra los metales naturales en las dos plantas (por ejemplo, granos, verduras o frutas) y el agua utilizada en la destilación. Además, el metal recogido de la limpieza de equipos y pisos metálicos puede causar contaminación por metales.

2.7.Niveles de nutrientes

Las aguas residuales de la fabricación y enfriamiento del licor, así como de la limpieza de las instalaciones contienen muchos nutrientes. Los niveles excesivos de nutrientes pueden causar un crecimiento excesivo, como una "floración de algas" en un río o lago que recibe las aguas residuales de la destilería. Niveles elevados de fósforo y nitrógeno a menudo causan floraciones de algas.

El agua de descarga de una destilería debe monitorearse en busca de nitrógeno, fósforo y potasio. (Andes, 2018) A lo largo del proceso de fermentación, la levadura se desarrolla prodigiosamente, constituyendo un producto muy valioso, tanto al ser recuperada para su empleo como alimento animal (en crema o seca) como para recircularla al proceso y

reiniciar la fermentación (Estévez, 2010). Decisivo en la calidad de la levadura recuperable, es el modo de conducir el proceso fermentativo, el esmero con que se realicen todas las operaciones y la preocupación constante para evitar los errores (R.E., 2015)

Después de la fermentación, la levadura se separa y se lava por centrifugación. Se pasan a través de un filtro prensa o un filtro giratorio para reducir la humedad hasta obtener un producto con 68% o 70% de humedad (llamado levadura prensada) y luego se envasan en una cubierta de nailon en forma de bloque o granular. La levadura se almacena en refrigeración. La levadura seca activa es otra variante de la levadura de panadería, que se puede utilizar sin refrigeración o cuando es necesario almacenarla durante mucho tiempo. Consiste en secar la levadura en secadores de lecho fluidizado de atomización o al vacío. Se obtiene una levadura con 8 % de humedad que conserva su actividad biológica. Tanto la producción de levadura como la de etanol son reacciones exotérmicas, por lo que es necesario eliminar el calor desprendido en el transcurso de la fermentación y mantener la temperatura cerca del valor óptimo (33 a 34 °C); de lo contrario la temperatura aumenta hasta 40 o 42 °C con sensibles pérdidas en el rendimiento. Se considera un índice apropiado de liberación de calor el de 287 Kcal l-1 de etanol formado. (Caridad Suárez-Machín, 2016).

La problemática más común en las industrias de destilería es la contaminación bacteriana, generada durante el proceso fermentativo desde la llegada de la materia prima hasta la destilación, ocasionando pérdidas de los niveles de etanol. El uso de antibióticos como tratamiento para el control de la contaminación bacteriana durante la etapa fermentativa y producción de etanol ha sido ampliamente implementado, destacando el uso de la Penicilina (PEN) y Virginiamicina (Oliva-Neto, 2013)

Durante el proceso de fermentación, es necesario mantener el control de variables como pH (5.0 - 5.5), nutrientes y temperatura (30-32 ° C); la mayoría de los procesos utilizan un sistema llamado Melle Boinot o un sistema de recuperación de levadura, que se separa por centrifugación. Vino y levadura para guardar la levadura. A continuación, el vino pasa por el proceso de destilación y la levadura regresa al tanque de fermentación. En el tanque de fermentación, el proceso de eliminación de microorganismos contaminantes mediante la adición de ácido sulfúrico no afectará la integridad de la levadura. Capacidad para soportar pH bajo, y finalmente se inicia nuevamente el proceso fermentativo (Bravo, 2014)

Para la destilación de los líquidos pirolíticos se utiliza una instalación experimental en la cual se puede desarrollar la destilación a presión atmosférica y al vacío. Las fracciones líquidas en este se permitirá separar, por evaporación, el etanol del cultivo de fermentación obtiene según tiene lugar la evolución de mezclas de puntos de ebullición aproximadamente constante, con lo cual se logra obtener la relación de por ciento destilado y punto de ebullición, con lo cual se representan las curvas de destilación características. (MSc Margarita Penedo Medina, 2010)

2.8.Importancia de la recuperación de CO₂

Hoy en día, el proceso de recuperación de dióxido de carbono es muy importante, pues de esta manera, el uso de este gas en procesos industriales dejará de liberar una gran cantidad de este gas que provoca el efecto invernadero a la atmósfera, amenazando así la vida de la tierra y diversas aplicaciones. Lo más importante es estar atento a esta situación para poder implementar medidas de protección ambiental. (Arianna Núñez-Caraballo, 2015)

2.9. METODOLOGÍA

El método de uso del agua de lavado de la propia torre de alcohol incluye la reutilización del agua de lavado del sistema de bombeo a la torre de lavado, las características del agua y su tratamiento antes de su uso en el proceso de fermentación. Además, se definirán los pasos a seguir, y el contenido a manejar en el proceso dentro de la fábrica:

- Análisis de la manera en que opera la planta de CO₂ al generar el agua con presencia de alcohol.
- Tratamiento en sí que se generara en la planta para su aprovechamiento
- Procesos en los que la columna lavadora trabaja antes de que el agua pase por canaletas a las cuales también se verá su funcionamiento.
- Identificación de los parámetros al momento de realizar la fermentación antes de aplicar su tratamiento.
- Elaborar informe de qué manera puede ir disminuyendo la productividad, lo cual podría parecer una restricción importante.

En el caso de la operación por lotes, el tiempo de fermentación aumenta debido a la necesidad de producir una cantidad suficiente de levadura para convertir el azúcar en la melaza. Sin embargo, se pueden obtener concentraciones de etanol más altas en comparación con otros modos de funcionamiento. Las aguas residuales producidas por

esta actividad se producen principalmente en las tareas de limpieza de diversos tanques de almacenamiento, circuitos y máquinas en contacto con materias primas y productos obtenidos en diversas etapas de producción. La oxidación completa de la materia orgánica en los cursos receptores provoca emisiones de CO₂ al ambiente en el orden de las 633 075 ton durante la zafra y de 113 850 t en el tiempo de no zafra. 33 existen algunas empresas que poseen lagunas de oxidación o embalses.

Por lo general son lagunas anaerobias y facultativas, por tanto, asumiendo una eficiencia en su funcionamiento de (80 %), se producirían emisiones de gas metano del orden de las 15 728 t/zafra y de 2 029 t en tiempo de no zafra. Estos valores equivalen a emisiones de CO₂ de 330 288 y 42 609 t, respectivamente. En los sistemas anaerobios que existen en la industria, otros tipos de gases contaminantes se emiten a la atmósfera, teniendo en cuenta la composición del biogás producido. (Meade, 2004)

2.10. °Brix

Se debe manejar los °Brix antes de que inicie la fermentación dependen mucho de la concentración de su levadura y los Brix deben rondar los 5°. El pienso debe fermentarse entre 10-12° Brix. En la fermentación, el contenido de azúcar se controla en dos etapas:

° Brix inicial: Al agregar levadura con un contenido de azúcar de aproximadamente 5 al fermentador, la adición y el correspondiente necesario deben permanecer entre 20 o 24 grados Brix. De modo que, estos °Brix verdaderos los cuales se hallaran dentro del fermentador donde se ubica la mitad de los ° se alimenta el mosto con más de uno , el cual se logra evidenciar con los grados brix del inicio de la fermentación.

°Brix final: Terminado el proceso de fermentación, es necesario manejar la terminación de grados Brix, para poder saber en qué condiciones termina el proceso, si todo el azúcar se ha convertido en alcohol. (Ver **Figura 11**)

$$\text{°Brix} = (X * 100) / V1$$

X= Cantidad de azúcar que se desea agregar.

V1= Volumen de la solución.

$$\text{°Brix} = \frac{(25,500 \text{ kg} \times 100)}{30,000 \text{ Lt}} = 85^\circ$$

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1. METODO DESCRIPTIVO

Este método implica la recopilación y representación meticulosa de los datos del proceso de reciclado del agua para tener una idea clara de dicha reutilización, este método es fácil de corto tiempo y tratando de utilizar un costo mínimo y de dicha manera también recuperar dicha inversión describiendo las situaciones y eventos que se plasmaran durante la implementación del proyecto. A continuación, se plasmará de manera descriptiva los materiales y maquinas a utilizar antes de que se proporcione el producto a reutilizar.

3.2. Fermentación con reciclado de levadura

3.2.1. Alimentación de levadura nueva

Antes de alimentar la levadura el fermentador debe haber sido correctamente lavado.

1. Las bombas del TK-210 y TK-213 ya se encuentran encendidas.
2. Abrir las válvulas necesarias para bombear la levadura nueva de los TK-210 y TK-213 al fermentador a alimentar.
3. Una vez bombeado el 70% del contenido de los TK-210 y TK-213 cerrar las válvulas y dejar que la levadura se concentre nuevamente.
4. Una vez que se termine de bombear levadura a los fermentadores requeridos, apagar las bombas y dejar limpios los tanques.

3.2.2. Alimentación de levadura reciclada

Antes de alimentar la levadura el fermentador debe haber sido correctamente lavado.

1. Abrir la válvula SV-017 para el TK-216A, SV-027 para el TK-216B y SV-037 para el TK-216C.
2. Encender la Bomba P-2010 para bombear la levadura a los fermentadores.
3. Abrir la válvula de entrada de levadura del tanque a alimentar.
4. Anotar los datos pedidos en las hojas de control.
5. Apagar la bomba una vez se termine de bombear toda la levadura.
6. Limpiar el tanque pre fermentador.

3.2.3. Alimentación de mosto

En el nuevo sistema de alimentación instalado en la fermentación, el trabajo básico es mantener un Brix constante, y la bomba de melaza que controla los Brix, que depende del valor establecido para aumentar o disminuir su RPM según la situación.

1. Encender y colocar en automático la bomba de alimentación de melaza.
2. En la pantalla de melaza y jugo, encima de la válvula de agua se encuentra un FIC, se lo abre y se coloca el set-point del flujo de alimentación deseado y se coloca en automático la válvula de agua.
3. Si hay jugo disponible se abre la válvula de jugo.
4. Se selecciona el anillo a usar y se abre su respectiva válvula al proceso (SV-1090 para el anillo 1 y SV-1100 para el anillo 2).
5. Cuando se usa jugo se debe utilizar en enfriador de placas abriendo las válvulas para que pase el mosto por el intercambiador y abriendo las válvulas de entrada y salida de agua del enfriador de placas, teniendo cerrado el bypass.
6. Cuando solo se usa agua, se usa el bypass en la línea del anillo.
7. Se abre la válvula del anillo usado hacia la válvula de alimentación del fermentador.
8. Se establece una apertura de válvula para la entrada al tanque de fermentación dependiendo del número de fermentadores que se estén llenando.
9. Una vez que el mosto empieza a entrar al fermentador se debe encender la bomba de recirculación del fermentador y dejar en automático la entrada de agua de enfriamiento al enfriador de placas para controlar que la temperatura de fermentador este 32 °C.
10. Pasado 1 hora con 30 min de la alimentación, abrir la válvula que envía el CO₂ crudo a la planta de CO₂.
11. Terminada la alimentación se procede a cerrar las válvulas de alimentación del anillo usado y apagar las bombas de la alimentación.
12. Realizar las respectivas mediciones que se piden en las hojas de control y anotarlas de forma correcta hasta que se termine la fermentación. (Paola Elizabeth Gilces Faría, 2006)

3.2.4. Centrifugación y reciclaje de levadura.

1. Antes de empezar a centrifugar el fermentador se debe:
 - a. Tomar la medida del nivel del fermentador a centrifugar;

- b. Tener limpio el TK-216 a usar;
 - c. Tener preparado un colchón de agua de 10000 lt aproximadamente en el TK-216 a usar.
2. Se cierra la válvula de recirculación del fermentador y se abre la válvula que envía el mosto fermentado hacia la centrifuga.
3. Se colocar el set-point de la apertura de la válvula de entrada de mosto fermentado a la centrifuga.
4. Se coloca la salida de la crema al pre fermentador usado y se liga el mosto de los fermentadores a la válvula de 3 vías de la centrifuga.
5. Comenzada la centrifugación se enciende el mezclador del TK-216 a usar.
6. Una vez el flujo del mosto fermentado empieza a bajar se apaga la bomba del fermentador, cuando se la apaga la bomba del fermentador se desliga automáticamente la válvula de 3 vías y se debe cambiar la salida de la centrifuga.
7. Terminada la centrifugación del fermentador se lo procede a lavar.
8. Aproximadamente 30 minutos antes de bombear la levadura al fermentador se debe:
 - a. Dosificar la cantidad establecida de ácido sulfúrico y antibiótico;
 - b. Encender la bomba y dejar que recircule;
 - c. Durante la recirculación dosificar antiespumante para evitar la producción de espuma.
 - d. Controlar que el pH este entre 2.5 – 3 con laboratorio.
9. Una vez este el pH adecuado se bombea la levadura.
10. Terminada de bombear la levadura se apaga el mezclador y la bomba y se lava el pre fermentador.

3.3. Lavado de los fermentadores y pre fermentadores

La limpieza de los fermentadores y pre fermentadores se los realiza de la misma forma.

1. Se enciende la bomba de CIP.
2. Se abre la válvula de CIP del fermentador o pre fermentador a lavar.
3. Se deja abierta la válvula de desfogue del tanque durante 5 minutos aproximadamente.
4. Pasado ese tiempo se cierra la válvula de desfogue, se espera aproximadamente 10 minutos para el tanque tenga el nivel suficiente y se enciende la bomba de recirculación del tanque.
5. El lavado del tanque con CIP dura aproximadamente 30-40 minutos.
6. Terminada la limpieza se abre la válvula de desfogue.

7. Dejar que se enfrié el tanque.

3.4. Lavado de los anillos

La limpieza de los anillos se lo debe realizar cada 4 horas.

1. Para limpiar los anillos primero, se debe cerrar las válvulas de alimentación a los fermentadores, de melaza, de jugo y de agua.
2. De la pantalla de enfriadores de mosto cerrar la válvula SV-1107 para el anillo 2 o SV-1096 para el anillo 1 dependiendo del anillo que se va a lavar, de esta forma el CIP recorrerá toda la extensión del anillo.
3. Cerrar la válvula de alimentación al proceso y la de retorno a CIP, solo dejar abierta la válvula de retorno a tanque de jugo.
4. Encender bomba de CIP y abrir la válvula de entrada de CIP al anillo correspondiente.
5. Dejar pasar el CIP por el anillo y que este CIP se dirija al tanque de jugo durante 5 minutos aproximadamente para recuperar el mosto que se haya quedado en el anillo.
6. Pasado los 5 minutos cerrar la válvula de retorno a tanque de jugo y abrir la válvula de retorno a CIP, dejarlo así por aproximadamente 2 horas.
7. Dejar que se enfrié el anillo.

3.5. INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN DEL PACKINO

En general, los depuradores de torre son de fábrica y se recomiendan solo que el operador abra la tapa superior de la fregadora para una prestación Vector en el caso de que los requisitos de envío en el depurador se suministren sin el instalado, el instalador debe leer las instrucciones de la técnica antes de ser la Instalación

3.5.1. Información general

El embalaje estructurado es fabricado a partir de láminas con un brote completado soldados juntos en un patrón específico utilizando un procedimiento de sectorio y patentado que hacen que el empaque sea más estudiado que otros empaques estructurados. Hojas corrugadas para posar en el mínimo terminará en una torre vertical para que el hilo de la construcción en un Ángulo de 45 ° con respecto a la columna El costo completo de la columna debe llevarse con empaquetadura para que las capas de embalaje estructurado, que tiene el mismo diámetro de la columna y profundidad de un ornamentado estén formadas. Cada capa está calificada y húmeda para la nueva. La capa se compone de varios elementos de embalaje de longitud variable, pero siempre de la misma profundidad de cada elemento del empaque, y por lo tanto en el se encuentra el 12,25 de capacidad en la dirección vertical.

En la instalación de la Columna un elemento circular completo suministrado para ser insertado a través de un cuerpo en la columna. Estos elementos circulares coinciden con el diámetro que forma de la parte inferior, la porción de cada elemento que entra en contacto con la cintura. Con dos o bandas lanzadoras diseñadas para recoger el líquido que fluye por la pared y para mínimo ver como la longitud de la pared. Estas bandas de limpiaparabrisas tienen esto que debe ser borb hacia afuera en un ángulo de 45° antes de instalar la columna del empaque colocando muro de la chapa corrugada que se utilizado para el embalaje es extremadamente afilada y puede infligir cortes y laceraciones serios los instaladores deben usar guantes de cuero mangas largas pantalones largos zapatos con punta de acero y suelas gruesas en todo momento.

3.6. MATERIAS PRIMAS

3.6.1. Melaza

Durante la fermentación de la melaza, se utiliza azúcar para convertirla en alcohol. También conocida como miel final, es un subproducto importante de la industria azucarera y se fermenta con levadura del tipo *Saccharomyces cerevisiae* para obtener etanol.

3.7. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

En las características de la melaza y la miel que provienen de la caña de azúcar en su finalización del proceso libera un líquido denso, glutinoso, con tonalidad oscura, dulce y que su aroma es prácticamente apacible o agradable que se retiene conforme un desecho de sacarosa preparada y quizás refinada de la caña de azúcar. Su estimación puede ser más o menos en la totalidad de los hidratos de carbono, porque carecen de grasas y fibra.

3.7.1. Estructura de la Melaza

En si lo que abarca la melaza es la mayoría de los que no contienen glucosa que están presentes en el zumo de las frutas, como los azúcares reductores y la sacarosa, así como las vitaminas, elementos nitrogenados y oligoelementos, así conforme los ingredientes que contiene el guarapo. Es la base que tiene la industria de azúcares el cual este es una fuente de la que más economía hace con los hidratos de carbono. La estructura de la melaza comprende de tres factores esenciales:

- Método de cultivo
- Naturaleza del terreno
- fertilizante

- El ambiente
- Controlar afecciones, insectos, malezas
- Caña de azúcar
- Cómo cosechar
- Varias cañas de azúcar
- Estado de maduración de la caña de azúcar
- Proceso de elaboración
- Sistema de manejo de la melaza
- Almacenamiento de melaza
- Movilización o transporte de la melaza

En esta composición de la melaza se logrará evidenciar la mezcla de distintas clases de azúcares y diferentes sustancias orgánicas e inorgánicas, a continuación, la composición promedio:

Tabla 2 Composición de la miel física de la caña

Agua	23%
Cenizas	9%
Sustancias no azucaradas	11%
Sacarosa	34%
Agua	23%
Azúcares reductores	21%
Grados Brix	80-84

Fuente: SODERAL S.A

Ácido Sulfúrico

Un producto con innumerables aplicaciones, considerado en el pasado como indicador del crecimiento económico de un país, y cuyo proceso de obtención industrial ha sufrido innovaciones importantes, con la finalidad de obtener mayores rendimientos y generar menores residuos, en este caso reducir las emisiones de SO₂ y SO₃ que van ambiente (atmósfera). Es importante anotar que esta metodología se puede utilizar para el análisis y la síntesis de cualquier proceso industrial. (Loayza, 2013)

Para ajustar el pH de los medios de fermentación se emplea principalmente ácido sulfúrico (Collado, 2010)

Es recomendable utilizar ácido sulfúrico para ajustar el pH de los tres medios de fermentación estudiados, porque permite emplear menores volúmenes. En el caso del medio de fermentación compuesto por fosfato de amonio y sulfato de amonio, las cantidades de ácido para el ajuste del pH deseado, son menores. Económicamente también es atractivo el uso de ácido sulfúrico ya que de todos los ácidos estudiados es el más barato. (Lixis Rojas-Sariol, 2011)

Tabla 3 Datos de Melaza

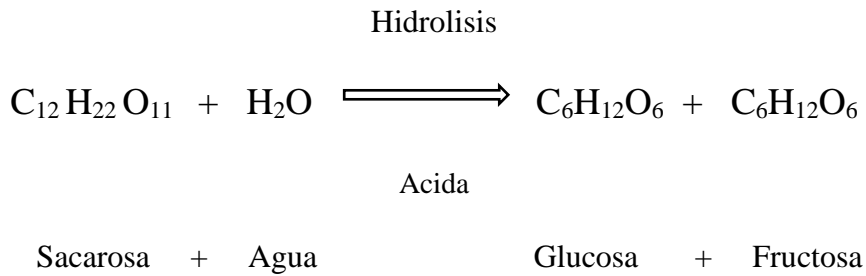
COMPONENTES		%
Agua		20
Compuestos inorgánicos (cenizas)		
SiO ₂	0.50	8
N ₂ O	3.50	
Ca O	1.5	
Mg O	0.10	
P ₂ O ₅	0.20	
Na ₂ O	0.20	
Fe ₂ O ₃		
Al ₂ O ₃		
Sosa y carbonatos		
Sulfatos (SO ₃)	1,61	
Cloruros	0.40	
Compuestos Organicos		
Azucares:		
Sacarosa	32	62
Glucosa	14	
Fructosa	16	
No Azucarados: sustancias nitrogenadas, sustancias gomosas solubles, acidos libres y cominados		10

Fuente: Datos Referenciales de Melaza en Ecuador

3.8. FERMENTACIÓN DE AZÚCARES

Las células que pueden sobrevivir y reproducirse se debe crear energía y también una fuente de la misma que es el azúcar (hidrato de carbono). También se lograría utilizar como una fuente más de energía, también fueron los pioneros de proteínas, lípidos y polisacáridos. En la melaza y en el extracto del zumo de la caña el cual incluye a la sacarosa, la glucosa y la fructuosa. La sacarosa que se convertirá en etanol primero debe hidrolizarse, lo que requiere el apoyo de la invertasa ubicada en la membrana

citoplasmática (pared celular) de la levadura. Los productos de la hidrólisis de sacarosa son fructosa y glucosa, que se logran fácilmente en soluciones ácidas mediante el proceso de conversión o invertasa, la velocidad aumenta significativamente con el aumento de temperatura y la disminución del pH y disminuye con el aumento de temperatura. Liberar monosacáridos según la reacción:



3.9. MOSTO DE MELAZA

La melaza y el agua, así como la melaza y el jugo, deben verse afectados por la calidad de la melaza. No se recomienda utilizar vapor para calentar melaza. Debido al alto contenido de materiales sólidos, estas temperaturas deterioran el azúcar y lo caramelizan. La miel caramelizada suele ser de color rojo y es tóxica para la fermentación, principalmente en la parte resoluble del agua. Por lo tanto, para succionar por medio del vapor a la miel, asimismo deshacer el azúcar, también envenena el caldo de fermentación con productos de caramelo, lo que reduce la viabilidad celular y la producción de alcohol. Para fumar melaza en invierno, puedes agregar agua en temperatura alta para poder reducir los °Brix a unos 70°. La melaza jamás deberá almacenarse con los grados brix en 70 y se deberá utilizar antes de que llegue a deteriorarse. Y la melaza tendrá una concentración de sulfito ya que esto es fundamental en la fermentación. La mezcla del sulfito ayuda a reducir y a blanquear aparte de que también es biocida. Ventajosamente, en si el fermento de levadura es generalmente más resistente a una muerte gracias al sulfito a que una muerte por bacterias. Una alta concentración del mismo (por arriba de 100ppm) igualmente reducirá la capacidad de fermentación y la productividad del fermento, logrando que se pueda producir con la levadura el acetaldehído, que se convierte en ácido acético, aumentando así el grado de ácido acético del alcohol producido. Generalmente, cuando hay demasiado sulfito en la melaza, el contenido de cal llega a ser alto. La disposición de elevada acumulación de cal precipitará P₂O₅ (fosforo), Zinc y manganeso, que son componentes fundamentales en la fermentación. Demasiado cal y de igual manera aumentará la escala del equipo de destilación.

Si el producto (melaza) está infectada principalmente por bacterias o esporas bacterianas, la calidad de la melaza será mala. En la jarra maratón, se recomienda colocar una luz UV en el fragmento superior de la jarra evadiendo a que estos microorganismos se multipliquen en la parte superior del producto (melaza), porque normalmente, se condensa el agua en la pared se acumulará y fluirá hacia la melaza. Luego de que el mosto está hecho de melaza y agua, el agua también puede infectarse, por lo que hay que tener mucho cuidado con la dilución de la melaza. (Paola Elizabeth Gilces Faría, 2006)

La Bomba de tanque de la melaza en el cual como se ve en la **Figura 3** tiene un motor eléctrico el cual succiona del tanque y luego descarga melaza para el proceso. Básicamente, la tecnología utilizada para tal fin es fermentar los azúcares presentes en la caña de azúcar, mediante el uso de diferentes nutrientes para propagar la levadura para aumentar el rendimiento sin disminuir la calidad del producto, proponiendo así mejoras técnicas y científicas, y finalmente separando por destilación, para obtener la adecuada Usos del etanol. “Los sulfitos son un tipo de sal que llegan a ser toxicas”, en la fermentación y quizás también en la “levadura”, estas sales se encuentran muy en parte de la miel, donde se usa azufre para clarificar. Los niveles de sulfito superiores a 100 ppm comienzan a afectar la fermentación. Tampoco se recomienda usar alta acidez en el jugo, lo que significa miel caramelizada o grandes cantidades de azufre o altos niveles de infección. Como todos sabemos, las bacterias son la principal fuente de interferencia., por lo general, este mosto que contiene muchas bacterias, no sería un mosto de una calidad considerable. (Paola Elizabeth Gilces Faría, 2006)



Figura. 3 Motor de bomba de tanque de melaza

Fuente: SODERAL S.A.

3.10. MOSTO DE JUGO

La pureza del jugo de la caña, el almíbar o el agua que vienen de la combinación con la melaza donde se podría haber reducido la cuantía de bacterias, esto se puede lograr calentando el jugo y / o usando fungicidas o fungicidas. Si el zumo no se llegara a calentar, sería peligroso usar una cantidad excesiva de fungicida porque también matará el caldo de fermentación. Puede utilizar la dosis correcta del fungicida sin duda. La muerte bacteriana causada gracias a las altas temperaturas, biocidas o fungicidas al contrario de lo proporcionado a la cantidad de sólidos disueltos o suspendidos en el jugo. Menos de 0,7 ppm de zinc y magnesio retrasará la fermentación y reducirá el rendimiento de alcohol, mientras que la adición de fósforo y fósforo reducirá la capacidad de fermentación.

A parte cuando se aclara afectará muchas partes del contenido tanto con los minerales como con los nutrientes del jugo. Los nutrientes en el jugo pueden ser pocos y deben ser suplementados dentro del fermento que se encuentra en el tanque para que haya una satisfactoria fermentación, lo que significa que el tiempo de fermento es corto. En la aclaración de Pasteur fue rectificada por Buchner, él fue quien que corrobora que la fermentación que la azúcar en una disolución acuosa de la azúcar se puede llevar a cabo exprimiendo el jugo de las células de levadura muertas. (Paola Elizabeth Gilces Faría, 2006)



Figura. 4 Jugo de caña

Fuente: SODERAL S.A

3.10.1. JUGO DE CAÑA

Este zumo de la caña de azúcar también llamado “guarapo” extraído de la azucarera se denomina molienda, y en la última fase se humedece la caña de azúcar con agua en temperatura altas logrando diluir los restos que quedan de la misma y mejorando al máximo su rendimiento. Luego que ya se pudo extraer el zumo, llega a quedar una sustancia sólida y pulposa llamada bagazo. Luego de un proceso de secado se puede utilizar como combustible. El zumo que se logra extraer se sulfata para bajar la acides del agua y actuar de manera bactericida y blanqueadora, se agrega cal para contrarrestar y se deja reposar 20 minutos para que actúe, se calienta la mezcla a 22°C y se agrega la floculación. Dividir el jugo de las impurezas solidas llamadas “cachaza”, que luego se procesan en otro proceso. El jugo es de color gris oscuro y tiene un olor desagradable. Tiene los elementos solubles de la caña de azúcar en la solución, como sacarosa, azúcar reductor, sal, ácido orgánico y pectina; los elementos insolubles en la suspensión, como fibra, bagazo, Arena, arcilla, pigmentos y albúmina. Por lo tanto, se agrega el floculante al jugo clarificado, el flóculo se rompe por la fuerza que ejerce, luego se eliminan los sólidos de la superficie y se filtra el zumo de la caña de azúcar “jugo”. En las pruebas que se realizaron en el laboratorio se utilizó este zumo aclarado y luego de haber pasado por un proceso de filtración así se evitara inconvenientes con los sólidos y así evitar infecciones durante la fermentación. (Paola Elizabeth Gilces Faría, 2006) Tanque de jugo de caña en el cual tiene su medidor de cuantos litros de jugo que envía el Ingenio San Carlos a SODERAL S.A y en los meses de Zafra de julio a diciembre en el cual mandan 72Tn/h de Jugo de caña.



Figura. 5 Tanque de jugo de caña

Fuente: SODERAL S.A.

3.11. LEVADURA

Este producto es la principal fuente de cultivo, y la reproducción de células se encarga de convertir la azúcar que contiene la melaza en el producto principal (alcohol) durante el transcurso de fermentación.

3.11.1. Composición química de la levadura

En humedad total, el promedio puede llegar al 70-75%, por lo tanto, la materia seca es alrededor del 25 o el 30%. Como se compone esta materia seca llega a ser muy compleja, y la se puede mencionar: nitrógeno:

- (proteínas N x 6.25 cervisina zymocoseina, peptona, nucleoproteínas, Sustancias no nitrogenadas:
- (polisos, glucógeno, trehalosa, goma de levadura, etc.) 24 – 45 % con un promedio del 40 %
- Grasas brutas 5 %
- Cenizas 10%.

Las cenizas están constituidas esencialmente por un:

- P_2O_5 50 %
- K_2O 30 %
- MgO 6 %
- CaO 3 – 4 %

Otros como SiO_2 , Fe_2O_3 etc. Además, la amilasa y las vitaminas se encuentran en la levadura. Minerales: Los principales algunos minerales llegan a entrar en una composición con la levadura los cuales son el fosfato de potasio y el fosfato de magnesio. Los compuestos de fósforo lábiles a los ácidos son cada vez más importantes en bioquímica porque parecen actuar como importantes portadores de energía.

Parece que el metafosfato se encuentra en la levadura, que puede estar débilmente unido a la proteína (ácido insoluble metafosfato proteínas). El metafosfato está involucrado en la formación de partículas decoloradas (partículas de albúmina). La proporción de minerales es muy variable porque está fuertemente influenciada por la composición del medio producido por el producto. La pared celular está compuesta de manano y glucógeno muy a fondo esterificados por el ácido fosfórico. Este glucógeno es diferente del glucógeno en el cual se puede encontrar en el protoplasma celular debido a sus escasas de ser soluble en el agua. La goma de levadura es una sustancia que llega a ser blanquecina

un poco amorfa blanca, amorfa y ligeramente higrométrica. El agua llega a producir una solución viscosa no reductora, y en la hidrólisis llega a producir en primer lugar la manosa y luego llega la glucosa y la metilpentosa. No es un material de reserva y no se destruirá incluso si las células carecen de alimento.

El glicógeno se ha encontrado en la levadura, en el protoplasma y en la membrana. El azúcar del protoplasma es más soluble que el azúcar de la membrana y el contenido de fósforo es menor. Junto con el manano, constituyen carbohidratos de reserva, y la levadura vive en ellos durante las principales horas del momento de fermento o en el momento que empieza a disminuir el contenido de azúcares fermentables. Si se prolonga el tiempo de consumo de reserva, la levadura se autorizará.

3.11.2. Calidad para el desarrollo de la levadura

De manera que los seres vivos como la levadura llega a necesitar algunas condiciones para lograr su desarrollo se puede evidenciar como las principales a las siguientes:

- Humedad
- Acidez del medio
- Temperatura
- Nutrientes
- Acidez del medio

Para a la nutrición, la levadura necesita carbohidratos, proteínas, sales minerales y las vitaminas. Los carbohidratos o azúcares se quemán para producir la energía necesaria para las actividades de la vida celular. Además de esta energía, hay dióxido de carbono, etanol y otros productos.

La capacidad de la levadura para producir alcohol y dióxido de carbono se puede utilizar en la producción del vino el champan o la cerveza, etc. La humedad puede ser sustentable para las bacterias, pero no lo son para las levaduras. Y algunas de estas llegan a seguir viviendo en los sustratos que contienen entre el 45 y un 50% de azúcar (mermelada).

El rango de pH aceptable para su desenvolvimiento de las levaduras es de 4.5 - 5.0, aunque pueden sobrevivir desde 3 - 7.5.

En comparación con las bacterias, llegan a soportar menos las variaciones de la temperatura porque no pueden soportar temperaturas bajo cero, que es el rango de temperatura de crecimiento óptimo de 20 a 30 ° C. Las levaduras mueren entre los 45-

47°C, así que cuando quieras eliminarlas de algún alimento o bebida, simplemente caliéntalas a 50-60°C durante cinco minutos. Las esporas tienen mayor resistencia al calor y requieren que la temperatura llegue a ser de 60-68°C durante unos minutos para destruirlas.

3.12. RESTAURACION DE LA LEVADURA

En el desarrollo de Meller Boinot implica que se puede recuperar de la levadura células que se encuentran en el vino mediante la centrifugación. A la levadura recuperada se le puede denominar leche de levadura o quizás grasa láctea y se utiliza de manera de transmisor para el proceso que continua. Lo que llega a significar la continuidad del ciclo en el proceso, el cual será preferible, la centrifugación y la fermentación. Para lograr la obtención de la levadura para ser utilizada posteriormente como inóculo, se debe realizar el proceso propagación de la levadura, podemos evidenciar de dos formas:

- Uso de cultivo natural
- Uso de levadura comprimida

En el proceso Bonot, nata o leche obtenida de la levadura obtenida por uno de los dos métodos anteriores debe seguir los siguientes pasos:

- Prefermentación
- Fermentación
- Centrifugación

3.12.1. Pre fermentación:

La prefermentación implica procesar la levadura recuperada (levadura que utiliza un agente de prefermentación) en la que se precipita la leche o la crema de levadura. Antes de eso, mida la proporción de la crema para lograr calcular la cantidad correcta del agua que se relaciona con lo que contiene la levadura utilizada. Después de disolver el producto, se ajusta el pH llegando a los 2.5 - 2.8, lo que se puede lograr agregando ácido clorhídrico concentrado. En el proceso de tratamiento de la levadura, dado que las células de la levadura son aeróbicas, se agrega aire uniformemente a través del fondo del recipiente para oxigenarlas para un mejor desarrollo y reproducción. Una vez finalizado el procesamiento de la levadura, puede continuar con el siguiente paso:

3.12.2. Fermentación

Dentro de este proceso se pueden aplicar La fase de fermentación se consideran los siguientes requerimientos:

- Nutrición de la levadura que se trata dentro del fermentador
- Elaboración del mosto
- Agregar al fermentador el mosto
- Añadir nutrientes dentro del fermentador

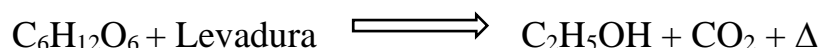
Luego de terminada la fermentación se someterá al fermento al proceso de centrifugación

3.12.3. Centrifugación:

Terminada la fermentación lo que se pudo obtener como resultado el vino y luego de esto pasar al proceso de centrifugado lo antes, porque al dejarlo en un periodo prologando el alcohol contenido en el producto de fermentación matará a las partículas de la levadura que se encuentran en el vino. El producto (levadura) llega a ser (concentración de células de levadura) extraída de la centrífuga tiene una masa celular de aproximadamente el 60% y también se llama leche de levadura o crema, que es la levadura que se utiliza como inóculo de fermentación.

3.13. PROCEDIMIENTO DE LA FERMENTACION

Se desarrolla la fermentación alcohólica que se consigue mediante las reacciones. La ecuación presentada posteriormente es por "GAY- LUSSAC" y el que la modifico finalmente fue "DUMAS", es la siguiente:



Este es el producto de la descomposición de los azúcares fermentables, que se producen durante el proceso de fermentación. Para ello, el inóculo (levadura) se mezcla con mosto de uva (la combinación de la melaza y el agua) para iniciar el desarrollo del fermento: en este proceso se puede dividir en las siguientes etapas diferentes: etapa inicial, etapa turbulenta y etapa final.

3.13.1. Fase Preliminar:

Esta es una etapa que comienza cuando la levadura entra en relación con el producto(mosto) y se caracteriza por la reproducción de un gran número de células, un pequeño aumento de temperatura y la liberación de dióxido de carbono (CO₂). Las células producidas tienen una fuerte capacidad de fermentación, se obtienen a una temperatura

baja de 28-32°C y deben fermentarse según el tipo de fermentación que se realice. El tiempo de permanencia en esta etapa es de entre 4 y 6 horas y varía en función del sistema de fermentación utilizado.

3.13.2. Fase Tumultuosa

En esta etapa, la alimentación microorganismos ocurre junto con los diferentes tipos de azúcar que se localizan dentro del medio de cultivo, y en presencia de oxígeno, oxidan completamente los azúcares y los convierten en (CO₂), La levadura es una azúcar que se debe utilizar como alimento, por lo que produce diferentes compuestos orgánicos, incluido el alcohol (C₂H₅OH).

Debido a que las células están en un estado constante de actividad, se libera energía en el recipiente, lo que aumenta la temperatura, la temperatura debe controlarse adecuadamente porque depende de su buena producción de alcohol. Si la temperatura generada supera la temperatura límite establecida (31-34°C), se adquiere otro prototipo de fermentación, el resultado es diferente al producto a elaborar. A medida que aumenta la temperatura, la cantidad de espuma para cada sustrato también es diferente, estos sustratos del mosto de la melaza se disolverán con facilidad gracias a los ácidos y los minerales, y lo que se puede hacer es rociar agua con un tiempo de duración de 12 a 16 h.

3.13.3. Finalización de la fase

Este punto en lo que enfatiza es que llega a disminuir la temperatura y de igual manera se reduce el desprendimiento del CO₂.

3.14. ANTI-ESPUMANTE

La finalidad del propio anti-espumante durante el transcurso del fermento se trata reducir la optimización y el nivel de espuma formada durante el proceso de descomposición. El anti-espumante utilizado es de fracción alimenticia, por lo que no supone ningún peligro para la sanidad. Llega a ser una ruptura líquida, blanca, sin color, disuelta en el agua soluble en agua, acides de 3.8, untuosidad de 6650 cP, peso específico 1.02-0.02 gr. / ml. La formación de la efervescencia no ocurre en producto etéreo, pero es común en una suspensión y en una solución.

Cuando el gas se introduce en el líquido a través de una formulación que implica agitación, transferencia de líquido, formación de espuma y varios ingredientes a mezclar,

se generará espuma en la dispersión. Mediante la acción química y microbiana, el gas generado en el líquido también producirá espuma. Por tanto, este es un elemento que importa al nivel económico (el sitio se puede ocupar por la burbuja quizás es superior a 24%. Llegaría a utilizarse el anti-espumante de un modo que alimente en el proceso de la prefermentación y la fermentación, evitando el rebosamiento en los tanques que pueden llegar a influir en el rendimiento y la movilización de la espuma dentro del proceso del dióxido de carbono llegando a inmovilizar a la planta. (Paola Elizabeth Gilces Faría, 2006)

3.14.1. Trampa de Espuma



Figura. 6 Trampa de espuma

Fuente: SODERAL S.A

3.15. MATERIALES Y MÉTODOS

3.15.1. METODO EXPERIMENTAL

En el método experimental implicó realizar manipulación, observación un registro de las variables a utilizar de las muestras tomadas de la planta para su debida experimentación dentro del laboratorio de la empresa en condiciones que serán controladas para dar conocer la hipótesis de las relaciones causales.

Para la realización del proyecto en sí, se realizaron algunas pruebas que llegaron a realizarse dentro del laboratorio de la empresa, logrando analizar las fases donde el ingenio san Carlos envía materia prima hasta cuándo del CO₂ se recupera el agua de lavado.

3.15.1.1. En laboratorio

En esta parte se toma la muestra del agua de lavado de CO₂ que se saca de la línea donde se encuentra la llave directamente dentro de la planta para luego proceder a llevar al laboratorio para sus respectivas pruebas que se indicaran a continuación:



Figura. 7 Toma de muestra de agua de lavado

Fuente: SODERAL S.A.

3.15.1.2. Destilación

Como primer paso luego de tomar la muestra la llevamos al Microdestilador TE-012, primero se enciende el equipo se espera 5 minutos a que comience a hervir luego se coloca 50ml de la muestra del agua de lavado en una probeta el siguiente paso es verificar que la válvula de purga este cerrado y la purga de vapor, se tiene abierta la válvula de entrada de la muestra y una vez que ya comenzó a hervir.

El vapor alcohólico comienza a subir hacia el condensador y la acción de este es enfriar el vapor y condensarlo donde saldrá ya no vapor si no agua fría, ya que si no se condensa no saldría agua si no que vapor caliente una vez culminado el proceso de destilación solo se reciben 10ml de la

muestra y se apaga el equipo de inicio como es muy bajo los grados de alcohol lo que se logra hacer es evaporar en el destilador.



Figura. 8 Toma de muestra de agua de lavado

Fuente: SODERAL S.A.

3.15.1.3. Densímetro Digital

Para poder medir el grado alcohólico se necesita del Densímetro Digital DMA48 , en primer lugar prendemos el aparato ubicamos el controlador de la máquina que es el absorbedor de la muestra donde se regula la velocidad con la cual la bomba absorbe el líquido, lo siguiente es introducir la manguera hasta el tope de la muestra regular la bomba una vez que comenzó a succionar el lector comienza a medir parpadeando en la pantalla para dar la medida hasta que deje de parpadear donde la muestra varía entre 0.18% por que esa agua tiene un mínimo de grado alcohólico y casi siempre dará ese resultado no normalmente como una agua normal.



Figura. 9 Grado alcohólico en Densímetro Digital

Fuente: SODERAL S.A.

3.15.1.4. PHmetro

En este paso lo que se logra evidenciar es la acidez o alcalinidad del agua gracias al medidor de PH y es medido a una escala que va de 0 a 14 luego de haber tomado la muestra del agua de lavado preparamos los 10ml y se procede a pasar por la aguja que indica la cantidad de pH que contiene y en la pantalla que logramos ver en la Figura.10 indicara que esta agua sale con un valor de 0.5.

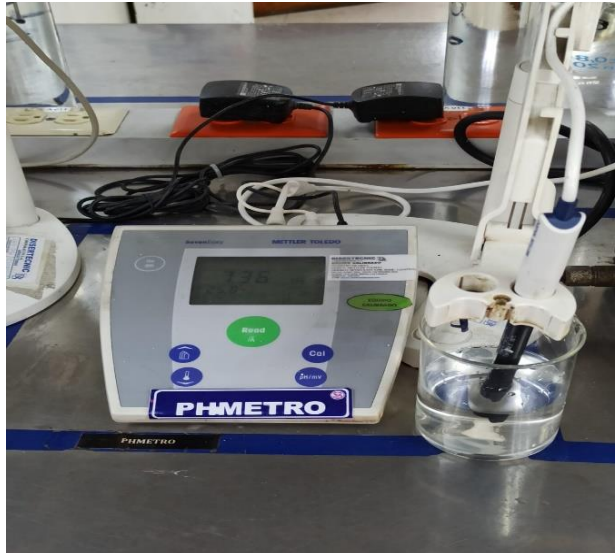


Figura. 10 PHmetro Digital

Fuente: SODERAL S.A.

Terminada todas las pruebas que se hicieron con el objetivo de logrando visualizar qué cantidad de alcohol se evidencio en el producto final.

3.15.1.5. Medidor de ° Brix



Figura. 11 Medidor de ° Brix

Fuente: SODERAL S.A.

La empresa SODERAL S.A. hace el cálculo de grados Brix en la melaza del cual este siempre varía de °85.0 y °84.0 gracias al refractómetro y el medidor de grados Brix

3.16. EN PLANTA

3.16.1. Temperatura del proceso de fermentación

En la fermentación debe mantenerse en una constante temperatura de principio a fin, por lo que, si cambia repentinamente, se recomienda mantenerla por debajo de los 34 grados Celsius y por encima de los 31 grados Celsius en la fermentación por lotes. La temperatura en el tanque, porque afectarán seriamente la fermentación, y estos componentes que llegan a provocar cambios en la temperatura en la fermentación se pueden resumir de la siguiente manera:

- *Art del mosto:* Mientras más azúcar se encuentre en el jugo exprimido, más alcohol se produce y más calorías se liberan, por lo que las calorías serán más altas.
- *Al porcentaje de la levadura:* Cuanto mayor sea el porcentaje de levadura en el tanque, más rápida será la fermentación, por lo que se libera más energía por unidad de tiempo y, por lo tanto, más calor en el tanque.
- *La Velocidad de la alimentación:* En términos de velocidad de alimentación, la temperatura alta es compatible con el sistema de enfriamiento en el tanque, por lo que la temperatura alta aumentará en gran medida la pérdida de alcohol debido a la evaporación y causará una gran muerte durante la fermentación. Al mismo tiempo, creará un buen ambiente para las bacterias.

3.16.2. Producción de Caña por Hectárea

El ingenio San Carlos recolecta 2'2000000 toneladas de caña en 6 meses porque el ingenio San Carlos Zafra de Julio a diciembre y no Zafra de enero a junio, una hectárea de caña está entre 70 y 90 toneladas todo depende del rendimiento de recolección como hora sol de la naturaleza, entre más el que esté la tonelada por hectárea más se tendrá producción de azúcar si vas a la producción también bajan las toneladas, la caña va directo al ingenio San Carlos donde se la trata para sacar el jugo, de una tonelada de caña se puede sacar en 380 a 220 libras de azúcar y de 5 a 7 galones de melaza miel C de la tonelada de caña o de 10 a 12 galones de miel B, hay tres tipos de miel A miel B miel y miel C y con la excepción del jugo de caña que su costo es mayor.

3.16.3. Materia prima

El ingenio San Carlos le da a SODERAL S.A. la miel B, de una tonelada de jugo se puede sacar de 65 a 70 litros de alcohol, entonces La empresa SODERAL S.A. lo que hacen es almacenar la miel B y la C miel se en épocas de no zafra para poder trabajar de enero a junio y ya de Julio a diciembre que es época de Zafra trabajan con jugo que lo combinan con melaza.

El jugo de la caña primero lo evaporan para poder separar del agua de ahí se dirige a una cristalización y se generan los cristales luego entra a una centrífuga denuncia para los sólidos de los líquidos, este proceso lo realizan durante 3 veces la razón es porque ya no se puede cristalizar, pero aún contiene azúcar ahí es donde surge la melaza.

3.16.4. Rendimiento de la melaza y jugo

De un galón de melaza o miel C se puede producir 1.4 lt de alcohol y de la miel B 1,6 lt de alcohol se produce más, la melaza era un residuo del ingenio San Carlos ahora es una materia prima para SODERAL S.A. el jugo de caña tiene 11% azúcar, la miel B tiene 60 % razón del cual su costo es más alto de azúcar y 40% de agua y miel C o melaza tiene casi 48% de azúcar los azúcares que tienen estos son "sacarosa fructosa y glucosa" Sacarosa es la que tiene mayor cantidad de azúcar eso es lo que se va a transformar en alcohol, la levadura es una bacteria la cual las cadenas de azúcar las hace más pequeñas, levadura que es comprada en Brasil. El ingenio San Carlos manda la melaza a un tanque por medio de bombas de engranaje o tuberías de acuerdo a la velocidad se piden las bombas porque es un líquido viscoso y mandan jugo también por tuberías de bombas centrífuga a otro tanque(Ver el *Anexo 13*), la melaza tiene 84° de brix que es 16% de agua y 68% de sólido y dentro de estos sólidos se encuentra la azúcar, el jugo lo venden por toneladas la melaza lo venden por galón que un galón tiene 3.75 y su costo es menor al de la miel B que es más alto por qué tiene más contenido de azúcar, la melaza se puede almacenar en los meses de no Zafra

3.16.5. Producción del CO₂ y columna lavadora

Luego la columna de Fermentación llegando a la segunda hora empieza a producir CO₂, la razón porque luego de que se hayan generado los 11% de grado alcohólico procede a salir del fermentador donde también se genera el vino y se recupera la levadura a la cual se le agrega ácido sulfúrico y antibióticos (por qué la levadura viene con bacterias) a 12 mil litros de agua de la cisterna, esta era el agua que se utilizaba.

3.16.6. Sistema booster

El sistema booster es una aplicación con dos etapas de descarga: donde la descarga de la primera etapa de baja temperatura, que consiste en uno o más compresores para el ciclo de CO₂ subcrítico, está directamente conectada a la aspiración de la segunda etapa de compresión, formada por uno o más compresores para el ciclo de CO₂ transitico.

Los sistemas booster pueden construirse de acuerdo a diferentes diagramas de diseño. El más común utilizado en refrigeración, contempla un recipiente de media presión en el que se recoge el fluido refrigerante después de haber experimentado una expansión inicial. (Ver Anexo 9)

3.17. PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA UTILIZACIÓN DEL AGUA DE LAVADO

De los 15.000 lt de agua de agua que vienen con ácido se utilizan 12.000 lt hacia la fermentación, pero antes se le agrega el ácido faltante por medio de bombas en el cual la empresa SODERAL S.A. hizo el cambio de tanques donde antes se le agregaba el agua de pozo y el ácido, pero con la implementación del proyecto se logra ubicar en el mismo tanque recuperador de agua agregándole igualmente el ácido Sulfúrico en menor cantidad.

La temperatura del jugo normalmente varia de entre 88°C a 80 grados centígrados (Ver Anexo 1) lo cual lo envían así para que no se descomponga en SODERAL S.A. igual manera esta se utiliza en el momento de envió ya que no se puede reservar por la misma razón.



Figura. 12 Columna recuperadora de agua

Fuente: SODERAL S.A

3.18. AUTOMATIZACIÓN DE LA PLANTA

3.18.1. Proceso de Gas CO₂ Scrubber

Se logra visualizar la automatización de la planta de CO₂ en el cual el agua se dirige hacia el tanque donde le añaden el ácido sulfúrico en menor cantidad ya que el agua contiene PH ácido y con alcohol del CO₂ condensable donde cuenta con:

- Tanques de almacenamiento: En esta parte se almacena el agua que se recolecta de la columna lavadora para pasar a ser parte de los 12000 litros de agua que serán utilizados en la columna de fermentación.
- Booster: La función del Booster tratar de aumentar la presión del aire comprimido el cual recibe aire del compresor base y eleva la presión.
- Compresor de CO₂: La función del compresor en general tratar de hacer circular el refrigerante dentro de un circuito extraerlo como un gas del evaporador para luego comprimirlo y enviarlo con una presión mucho más alta.
- Recuperadora: La Función de la recuperadora es recolectar el agua de la columna de CO₂ para luego enviarla al tanque de agua aciculada por medio de bombas centrifugas, y su nombre de agua aciculada como se ve la Fig. 6 por la cantidad de ácido sulfúrico que contiene dentro de ella ahorrando a la empresa 60kg al día de acido

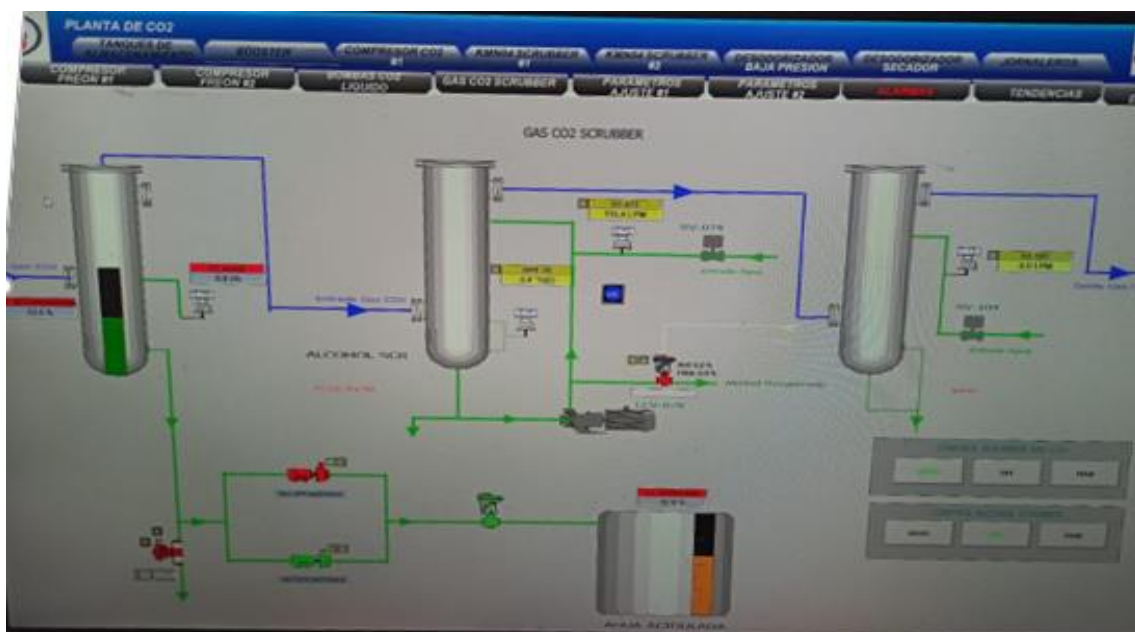


Figura. 13 Automatización de la planta recuperadora de CO₂

Fuente: SODERAL S.A

Planta de CO₂ sin columna recuperadora de agua de lavado.

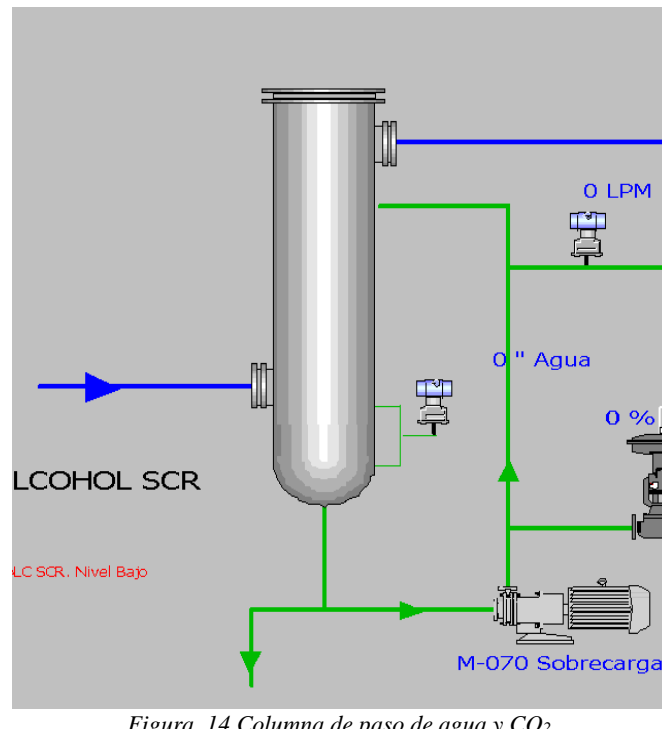


Figura. 14 Columna de paso de agua y CO₂

Fuente: SODERAL S.A.

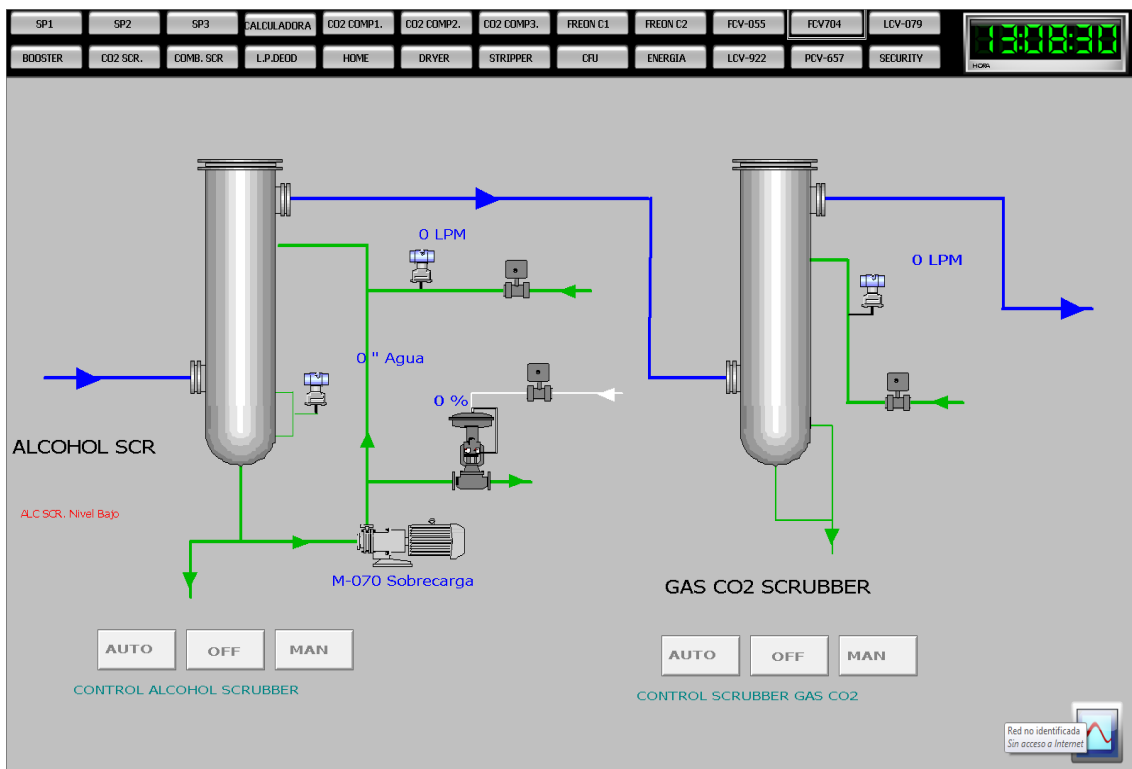


Figura. 15 Columna de CO₂ sin instalación de Recuperadora

Fuente: SODERAL S.A.

Trampa de Espuma y Booster

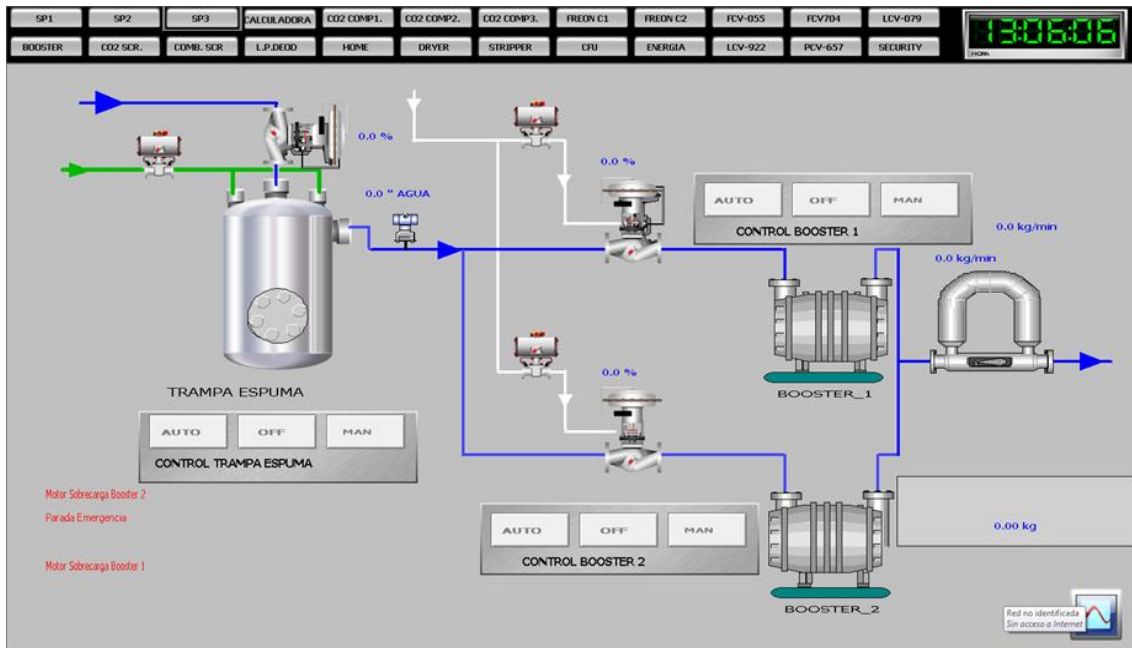


Figura. 16 Automatización de trampa de Espuma y Booster

Fuente: SODERAL S.A

Logramos evidenciar que la trampa de espuma tiene uno de los papeles principales en el proceso de la planta de CO₂ ya que sin ella la espuma ingresaría y afectaría al proceso oligando a los operadores al pare de la planta de CO₂ por dicho error.

3.19. PROCESO DE FERMENTACIÓN

3.19.1. Balanza de Melaza

Esta parte se pesa la melaza que llega del ingenio San Carlos para proceder a pasar al mezclador.

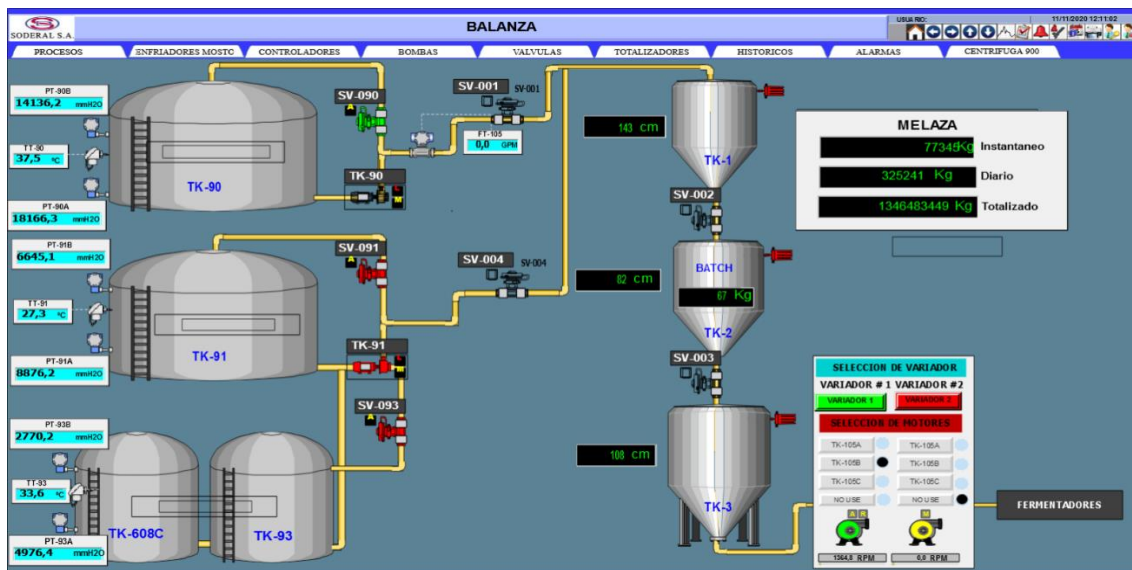


Figura. 17 Automatización de Balanza de Melaza

Fuente: SODERAL S.A

3.19.2. Melaza y Jugo

También viene dirigido del ingenio san Carlos por medio de tuberías bombas Centrifugas hacia SODERAL S.A. el cual lo almacenan en tanques luego de ser pesados para ya ser enviados al mezclador y agregar el agua que se recuperó de la columna lavadora.

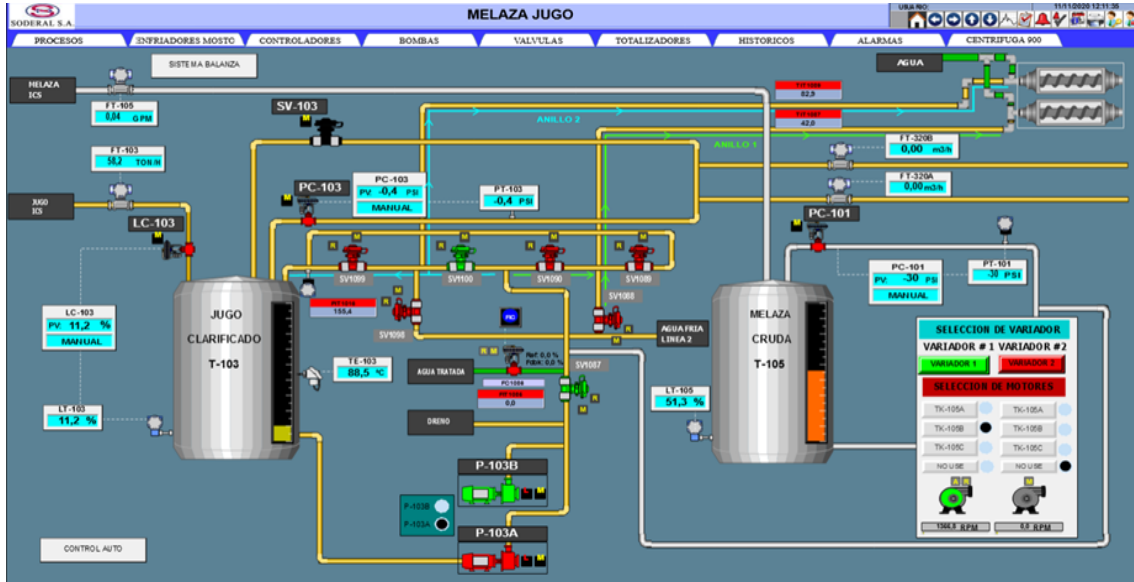


Figura. 18 Automatización de Melaza y Jugo

Fuente: SODERAL S.A.

3.19.3. Enfriadores

La función de los enfriadores es cambiar la temperatura con la que viene el jugo y la melaza una vez mezclados ya que el jugo viene con una temperatura de 80°C y la acción de los enfriadores es que esa temperatura disminuya con su acción de la circulación del jugo que se hace desde el exterior mediante bombeo mecánico con agua. (Ver en el Anexo 8)

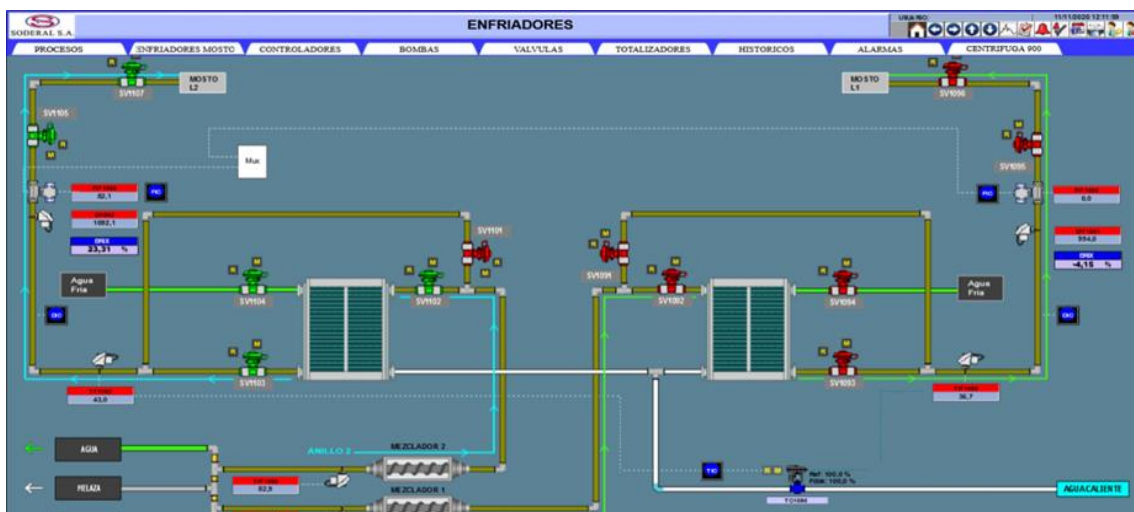


Figura. 19 Enfriadores

Fuente: SODERAL S.A.

3.19.4. Pre fermentadores

En estos tanques se logró realizar la procreación celular gracias a la disposición del aire porque este es una sucesión exotérmica y aeróbica el cual se necesita el enfriamiento del mosto.

En los tanques de prefermentación se adiciona nutrientes, levadura seca logrando adaptar el pH en variaciones de 3,5 a 4.

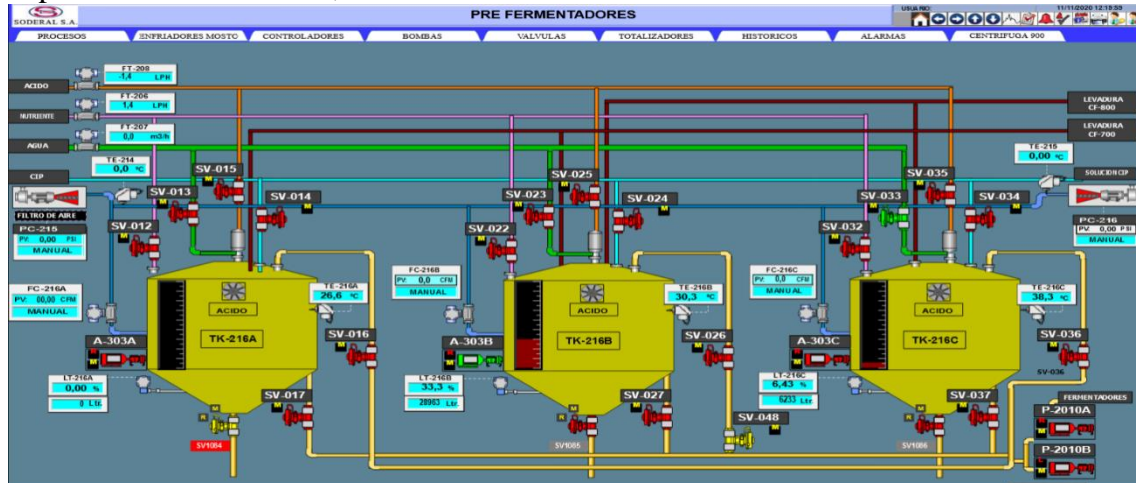


Figura. 20 Prefermentadores

Fuente: SODERAL S.A.

3.19.5. Fermentadores

Una vez que el mosto se encuentre en una temperatura fría puede ser enviado directamente al sistema de mezclado estático y luego ser enviado a los tanques tanto de prefermentación y de propagación entonces, logrando de tal manera así que el mosto sea conducido hacia los tanques fermentadores como logramos ver en la figura.12, para lograr llenar los 10 fermentadores necesitare 12000 litros en un prefermentador por los 10 serían 120000lt de agua al día. Con los cuales apreciamos en los 10 fermentadores más (figura 13, 14, 15) los Prefermentadores que visualizamos en la figura 11.

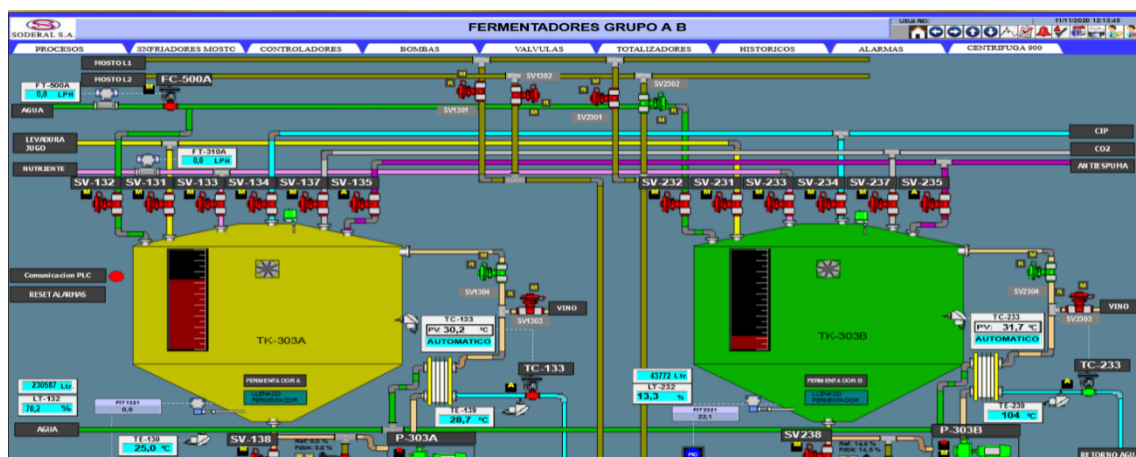


Figura. 21 Fermentadores Ay B

Fuente: SODERAL S.A.

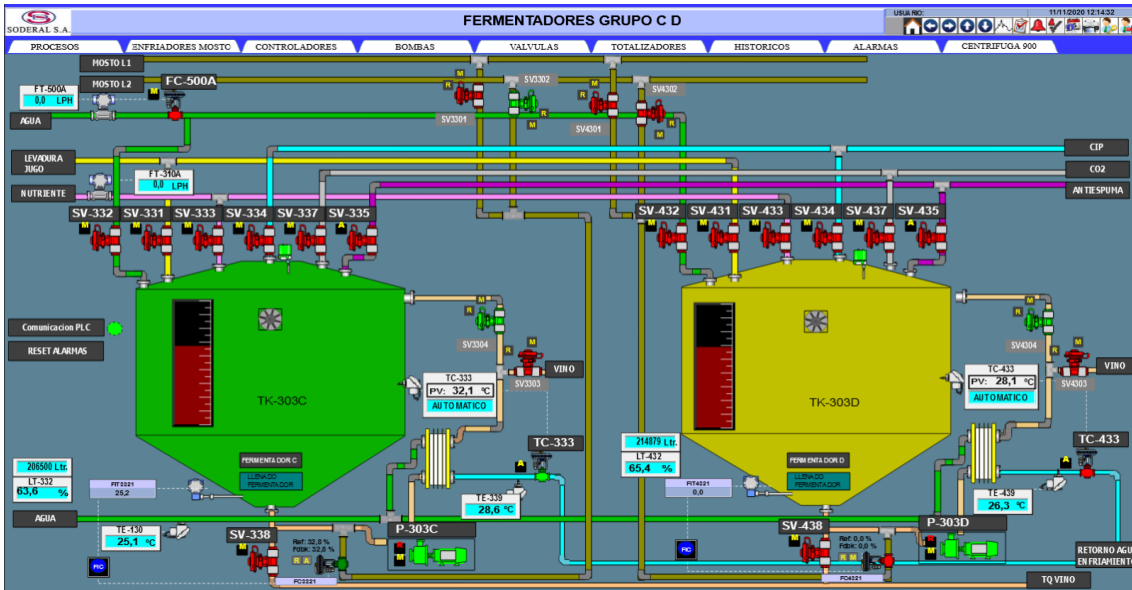


Figura. 22 Fermentadores C y D

Fuente: SODERAL S.A.

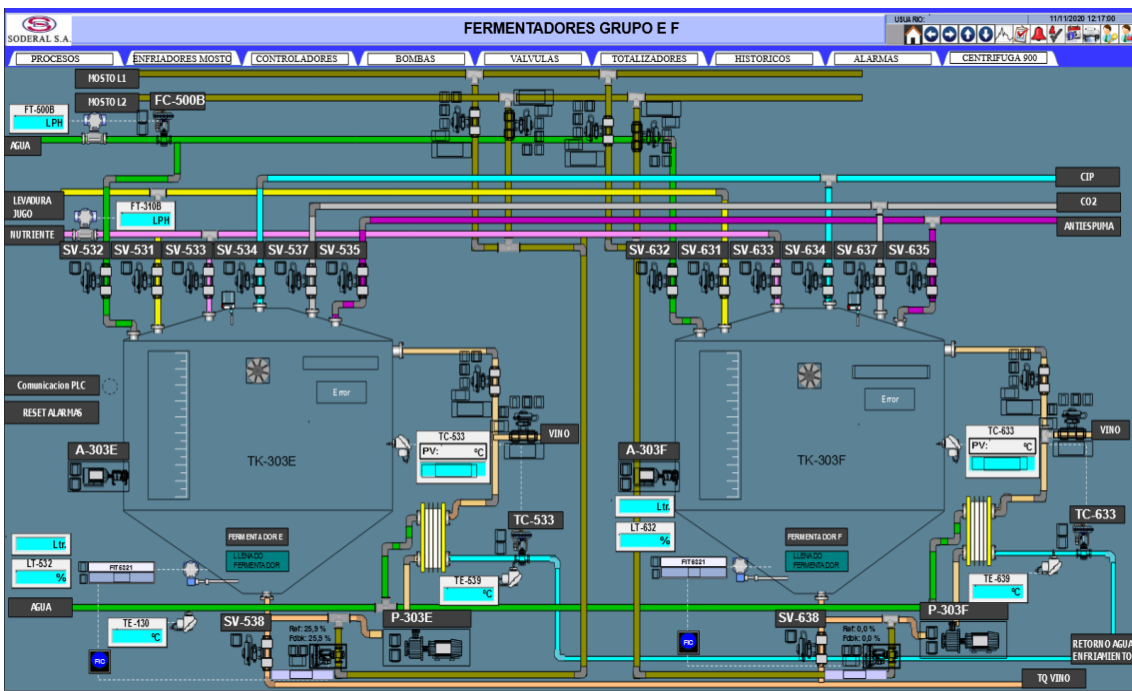


Figura. 23 Fermentadores E y F

Fuente: SODERAL S.A.

El producto denominado mismo es proveniente de los pre fermentadores el cual se alimenta continuamente a los fermentadores es alimentado en forma continua a los fermentadores y aquellos transforman a los azúcares en alcohol gracias a la acción de los microorganismos de la levadura y llegando a desprender el CO₂, o con desprendimiento de CO₂, y este se reproduce en la 6ta hora del fermentado.

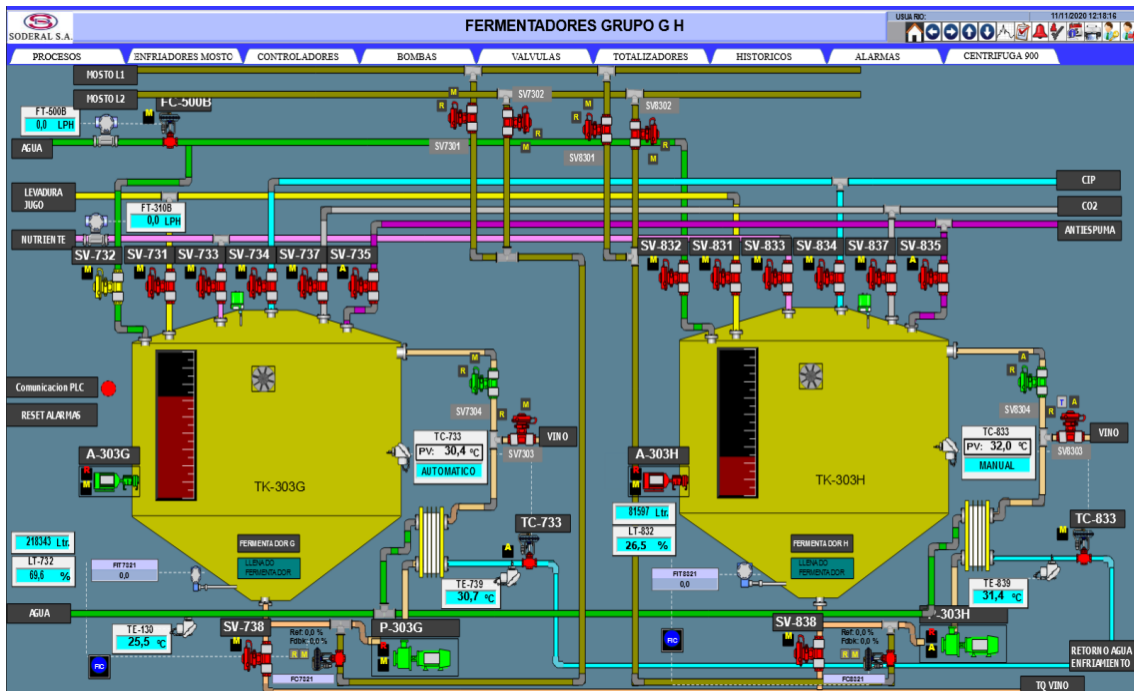


Figura. 24 Fermentadores G y H

Fuente: SODERAL S.A.

3.19.6. Vino

Después de haber terminado la fermentación el producto se transfiere a los tanques de vino donde es remitido a el proceso de destilación el cual consta de sus columnas obteniendo un producto terminado que es el alcohol etílico, La centrifugación, luego de terminada la fermentación el vino que se dio como resultado final debe pasar por el proceso de centrifugación lo antes posible, ya que si pasa mucho tiempo en espera el alcohol contenido en el fermento mata las células de la levadura que se encuentran dentro del vino. Donde podemos ubicar el paso del paso Vino (Ver el Anexo 5)

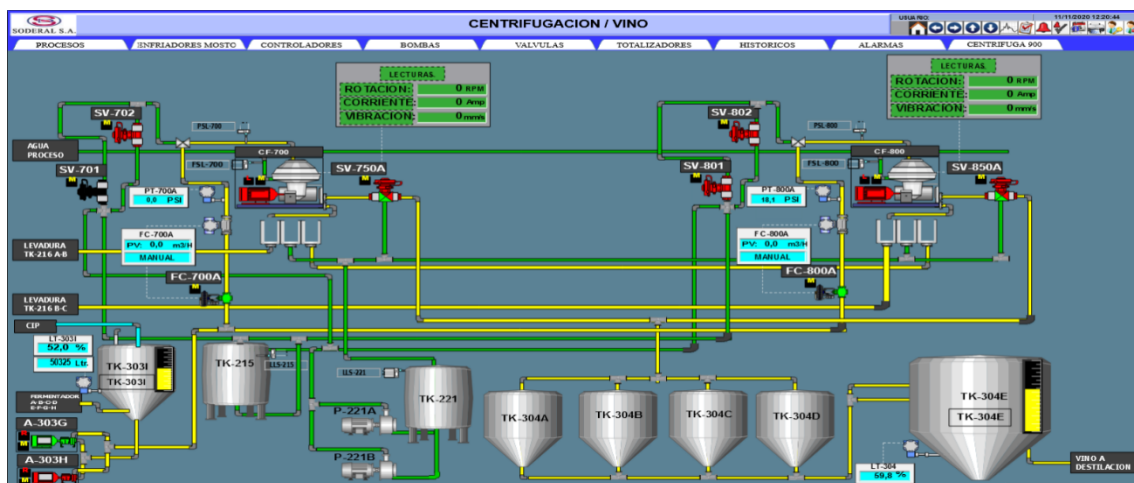


Figura. 25 Centrifugadores y Vino

Fuente: SODERAL S.A.

3.20. CAPACIDAD ALCOHOLICA DEL VINO

En general podemos hablar que de que llega a existir con mayor cantidad de alcohol en el vino aumenta el rendimiento de la destilación gracias al mismo. Ya que todo está en unión con diferentes factores los cuales determinaran la capacidad del proceso de fermentado, y como resultado lo que está incluido en el alcohol del vino. Siendo su objetivo principal reproducir el fermento sin presionar al ART contenido en el mosto llegando a obtener contenidos altos de alcohol ya que así no se multiplicará el fermento.

Se debe observar con mucho cuidado de que no haya presencia de aumento de temperatura en el fermentado porque podría afectar a la misma. Por demás se debe laborar con el contenido alcohólico que tiene relación con las condiciones que tiene el área de fermentación. Luego de terminado el proceso de fermentado se realizaron varias pruebas en el laboratorio de la planta tales como: ppm del nitrógeno, °GL, azúcar (residual), infecciones, etc., de tal manera que el vino está preparado para la destilación. (Paola Elizabeth Gilces Faría, 2006)

Tabla 4 Diagnostico físico- químico de Melaza Análisis

Densidad	1.44439
Grados brix	84
Dureza	37843.02
Acido	8.14g. H ₂ SO ₄ / Kilogramos de melaza
% Azucares reductores totales	61.32
Infección	1.01 E+06 # bacilos/ ml.
Nitrógeno Amoniacal	86.10 ppm N
Sulfito	43.4 miligramos SO ₂ / Kilogramos de melaza
Sacarosa	30.03
Glucosa	7.63
Fructosa	9.64

Fuente: SODERAL S.A.

3.21. ESTUDIO DEL AGUA DE PROCESO

Por lo general es necesario realizar las pruebas en el laboratorio porque nos logran ayudar a desenvolver el procedimiento de la industria. Esta agua que se utilizó dentro del laboratorio en lo que duro la experimentación del proyecto, era un agua que ya había pasado por el proceso de destilación y esta misma era manejada como un disolvente en la melaza, gracias a esto se obtuvieron mejores resultados con mayor claridad.

En donde los análisis de la planta se utilizaba agua de pozo profundo y no hubo desperdicio alguno esta agua es tratada desmineralizándola dentro de una cisterna para lograr ser potable de esta manera ya puede entrar en el proceso. Se le realizan pruebas como: dureza, pH, sólidos totales, alcalinidad, sulfitos, fosfatos.

Se le realizan todos estos análisis para evitar así incrustaciones y obtener datos con mayor exactitud. (Paola Elizabeth Gilces Faría, 2006)

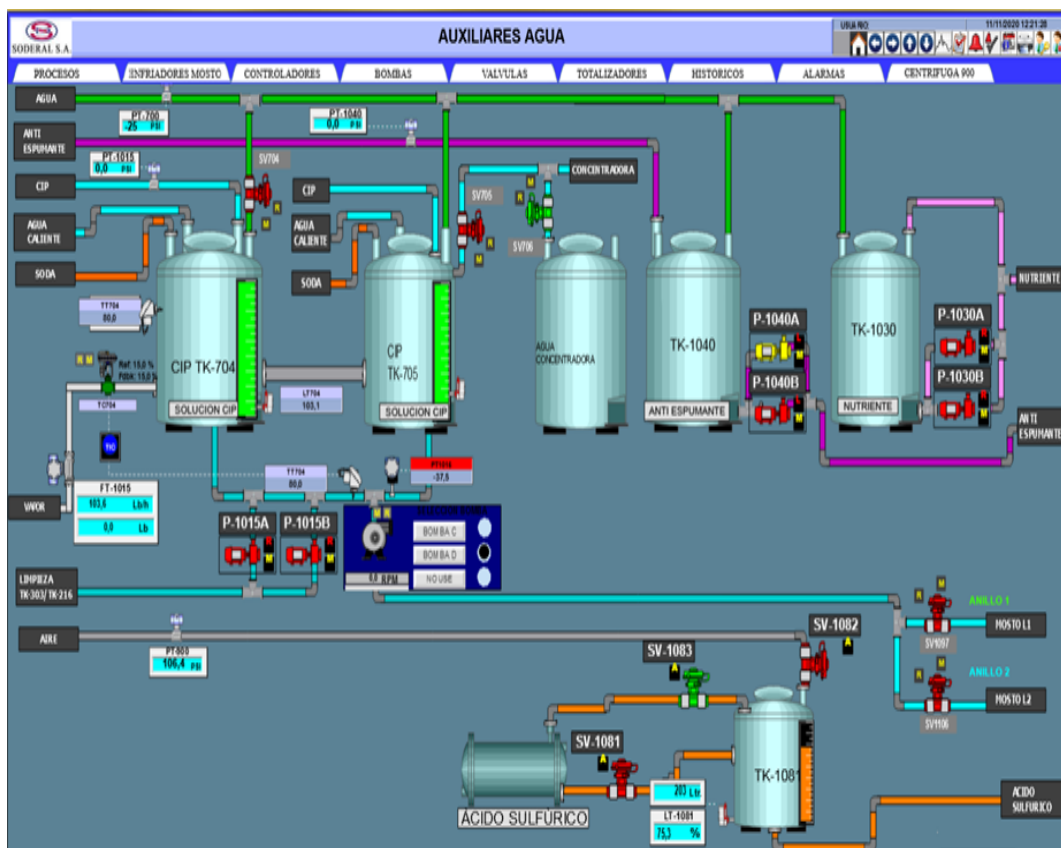


Figura. 26 Auxiliares de Agua

Fuente: SODERAL S.A.



Figura. 27 Balanza

Fuente: SODERAL S.A.

Normalmente hay tres fermentadores alimentándose 3 fermentándose uno a vino y la levadura normalmente cae el PF, antes el agua iba directamente al fermentador ahora pasa por medio de bombas

Un operador abre la válvula para que el CO₂ sea liberado. En ese momento estaba siendo liberado el CO₂ al ambiente.



Figura. 28 CO₂ siendo liberado al ambiente

Fuente: SODERAL S.A.

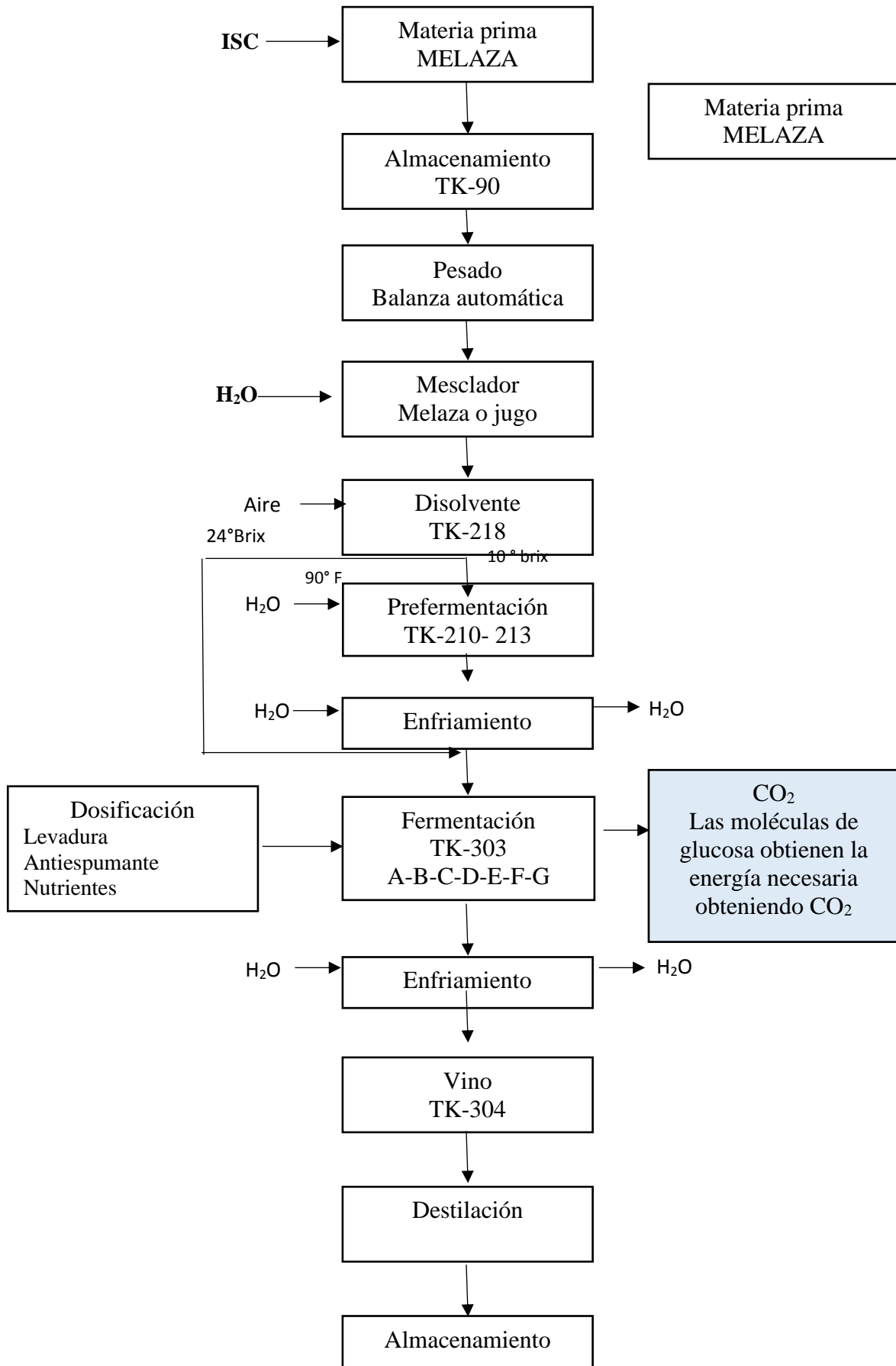


Figura. 29 Paso de mezcla a la columna

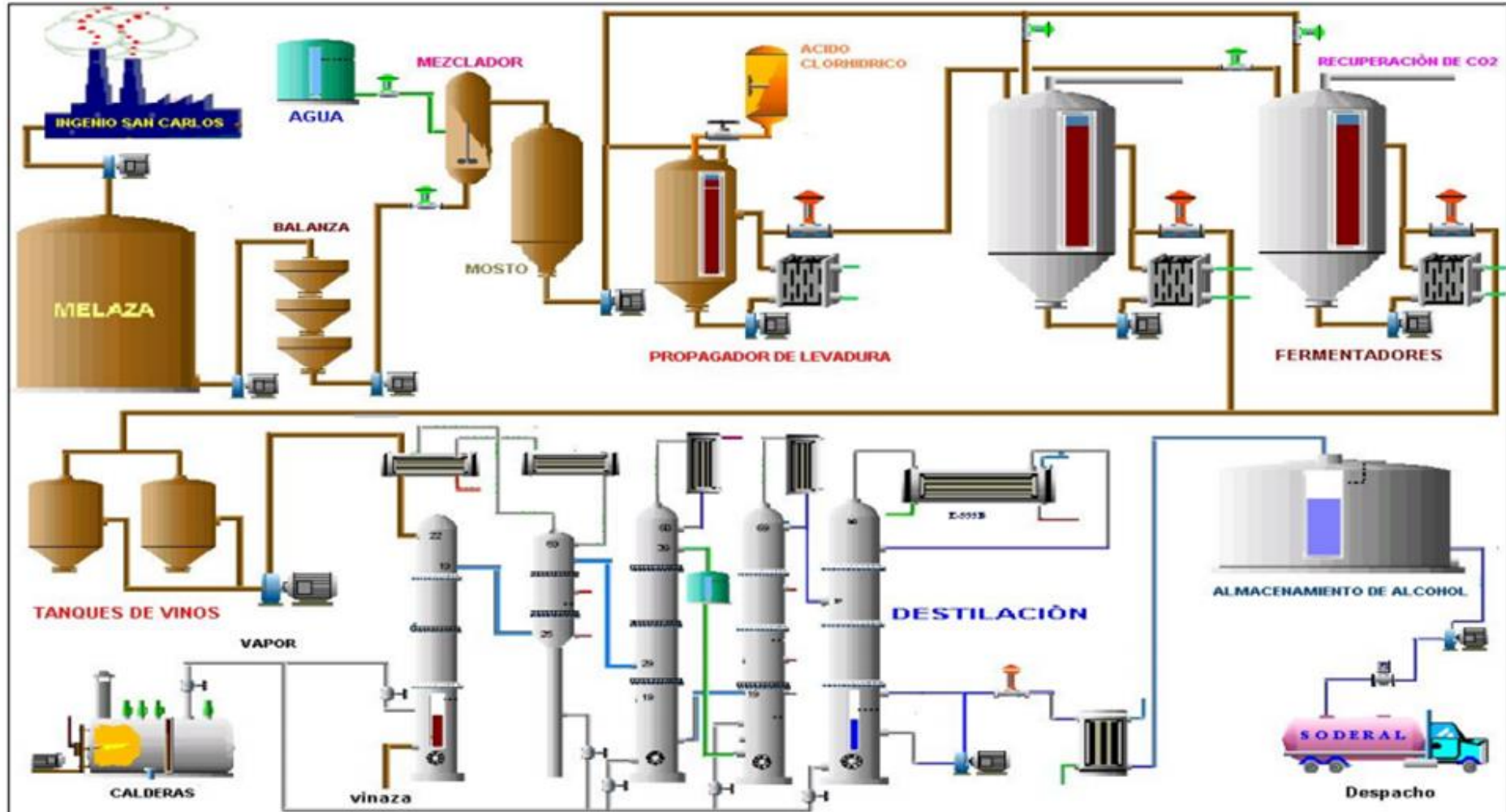
Fuente: SODERAL S.A.

3.22. DIAGRAMAS DE PROCESO

3.22.1. ESQUEMA DEL PROCESO DE CO₂



3.22.2. ESQUEMA GLOBAL DE LA PLANTA SODERAL S.A.



CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Pruebas después de la instalación

Cantidad de ácido sulfúrico en columna recuperadora de agua antes del arranque en el presente año y después del arranque ya que el proyecto comenzó el 3 de octubre y en la Tabla 5 podemos evidenciar los kilos de ácido sulfúrico en el primer mes de arranque. Gracias a lograr evidenciar en laboratorio que el agua contenía el alcohol y en el PHmetro que su PH era alto logramos darnos cuenta que tenía ácido sulfúrico y con su consumo por mes en la *Tabla 5* está ahora fue en el mes de julio que empezaron las pruebas en laboratorio para gracias a que la propuesta fue enviada en el mes de junio la empresa se contactó comunicando que se debían realizar las respectivas pruebas y los resultados de estas pruebas fueron favorables para la empresa empezando así a cotizar la recuperación después de tanto años de perdida de esta agua ya que desde el 2003 está agua iba directamente a los efluentes

Tabla 5 Consumo de Ácido sulfúrico Mensual

CONSUMO DE ACIDO SULFÚRICO		
MES	CONSUMO ANTES QUE ARRANQUE	CONSUMO DESPUÉS DEL ARRANQUE 03/10/2020
ENERO	4.830	0
FEBRERO	15.614	0
MARZO	22.440	0
ABRIL	11.736	0
MAYO	8.730	0
JUNIO	3.130	0
JULIO	17.110	0
AGOSTO	24.980	0
SEPTIEMBRE	23.440	0
1 Y 2 OCTUBRE	1.320	0
3 AL 31 OCTUBRE	0	20.950
1 NOV AL 10 NOVIEMBRE	0	6.540
TOTAL, CONSUMOS	133.330	27.490

Fuente: Autor

Tabla 6 Producción por proceso de la empresa

Fecha	245 - Alcohol producido 20°C (L) ITS	273 - Alcohol producido 20°C (L) MDT	TOTAL ETILICO EXTRANEUTRO MDT+ITS	ETILICO NEUTRO	284 - Alcohol producido 20°C (L)	CO2
10 - 01/31/20	0	729.015	729.015			135.434
1 - 02/29/20	0	1.168.725	1.168.725		1.095.977	375.097
1 - 03/31/20	610.716	1.172.481	1.783.197		2.223.746	354.465
1 - 04/30/20	876.296	1.197.707	2.074.003			25.655
1 - 05/31/20	0	1.317.184	1.317.184	1.336.120		276.005
1 - 06/30/20	0	433.888	433.888	1.204.805		73.931
1 - 07/31/20	1.178.452	1.057.200	2.235.652		1.670.310	445.312
1 - 08/31/20	1.579.251	1.374.981	2.954.232		3.199.428	510.100
1 - 09/30/20	1.240.498	1.317.708	2.558.206		2.655.638	441.945
1 - 10/31/20	1.347.817	1.473.943	2.821.760		2.199.647	470.296
1 - 11/10/20	439.734	491.110	930.844		1.259.805	92.564
SUMATORIA			19.006.706	2.540.925	14.304.551	3.200.804

Fuente: SODERAL S.A

Tabla 7 Tabla de perdidas antes de la implementación de proyecto en la empresa Soderal

Concepto	2015	2016	2017	2018	2019
Acido perdido en agua	\$9.360,00	\$9.000,00	\$9.900,00	\$8.820,00	\$8.640,00
Alcohol perdido en agua	\$12.690,00	\$12.690,00	\$12.690,00	\$12.690	\$12.690,00
Agua de cisterna	\$27.000,00	\$33.000,00	\$34.500,00	\$31.500,00	\$30.000,00
Total	\$49.050,00	\$54.690,00	\$57.090,00	\$53.010,00	\$51.330,00

Fuente: Autor

Se logro evidenciar que el ácido sulfúrico perdido en los años anteriores en el cual se desperdiciaban 60kg en la solución de agua de columna lavadora en el cual el ácido sulfúrico tiene un rango de 0,48ctvs por eso varia en cada año dependiendo del proveedor al que adquieren. Y en la del alcohol perdido en el agua se enfoca más en la eficiencia que se da ya que ahora se le agrega esa agua con alcohol al fermentador y eso en valor monetario es \$ 12,600 aproximadamente que se botaba, y en el agua de cisterna la empresa utiliza 75% de agua de pozo y 25% de cisterna, y el valor que está representado en la tabla es de agua de cisterna.

Tabla 8 promedio diario de pruebas de alcohol y PH en columna de CO₂ y en PF en el mes de octubre.

Fecha	Suma de 376 - Grado alcohólico CO ₂ (%v/v)	PROMEDIO DIA	Suma de 2150 - PH AGUA COLUMNA DE CO ₂ (-)	PROMEDIO DIA	Suma de 2151 - PH AGUA DE ALIMENTACION A PF (-)	PROMEDIO DIA
OCTUBRE						
01-oct	0,94	0,16	32,71	5,45	13,1	2,18
02-oct	0,78	0,16	27,87	5,57	12,02	2,40
03-oct	0,82	0,14	33,4	5,57	12,84	2,14
04-oct	0,8	0,13	34	5,67	27,68	4,61
05-oct	0,8	0,13	31,91	5,32	16,45	2,74
06-oct	0,58	0,15	19,56	4,89	9,22	2,31
07-oct	0,52	0,10	27,21	5,44	16,14	3,23
08-oct	0,58	0,10	32,27	5,38	14,97	2,50
09-oct	0,74	0,12	32,6	5,43	13,75	2,29
10-oct	0,68	0,11	32,03	5,34	14,5	2,42
11-oct	0,38	0,13	15,9	5,30	6,95	2,32
12-oct	0,56	0,11	26,59	5,32	10,26	2,05
13-oct	0,78	0,13	31,79	5,30	14,37	2,40
14-oct	0,42	0,11	20,66	5,17	8,92	2,23
15-oct	0,54	0,09	31,42	5,24	12,95	2,16
16-oct	0,62	0,12	26,13	5,23	12	2,40
17-oct	0,68	0,11	31,35	5,23	13,21	2,20
18-oct	0,44	0,11	20,92	5,23	8,82	2,21
19-oct	0,2	0,10	10,25	5,13	4,4	2,20
20-oct	0,24	0,12	10,3	5,15	4,35	2,18
21-oct	0,74	0,12	32,04	5,34	70,37	11,73
22-oct	0,76	0,13	31,89	5,32	13,37	2,23
23-oct	0,72	0,12	31,51	5,25	13,79	2,30
24-oct	0,32	0,11	15,96	5,32	6,79	2,26
25-oct	0,78	0,13	21,45	3,58	14,29	2,38
26-oct	0,78	0,13	32,77	5,46	13,31	2,22
27-oct	0,68	0,14	16,87	3,37	24,1	4,82
28-oct	0,22	0,11	11,14	5,57	6,37	3,19
29-oct	0,82	0,14	32,29	5,38	13,83	2,31
30-oct	0,4	0,13	15,84	5,28	9,06	3,02
31-oct	0,82	0,14	32,3	5,38	14,5	2,42
TOTAL OCT.	19,14	0,12	802,93	5,21	446,68	2,90

Fuente: Autor

Tabla 9 promedio diario de pruebas de alcohol y PH en columna de CO₂ y en PF en el mes de noviembre

NOVIEMBRE						
01-nov	0,52	0,13	21,29	5,32	10,17	2,54
02-nov	0,4	0,13	15,82	5,27	9,44	3,15
03-nov	0,46	0,12	20,94	5,24	12,8	3,20
04-nov	0,46	0,12	20,61	5,15	11,31	2,83
05-nov	0,7	0,12	31,12	5,19	13,7	2,28
06-nov	0,5	0,13	20,64	5,16	10,43	2,61
07-nov	0,66	0,13	26,29	5,26	11,64	2,33
08-nov	0,78	0,13	31,31	5,22	15,68	2,61
09-nov	0,76	0,13	31,35	5,23	12,28	2,05
10-nov	0,72	0,14	26,13	5,23	11,04	2,21
11-nov	0,84	0,14	31,63	5,27	13,21	2,20
12-nov	0,72	0,14	25,98	5,20	12,02	2,40
13-nov	0,78	0,13	31,33	5,22	12,2	2,03
14-nov	0,78	0,13	31,56	5,26	13,84	2,31
15-nov	0,46	0,12	20,61	5,15	11,31	2,83
16-nov	0,58	0,15	20,88	5,22	8,92	2,23
17-nov	0,68	0,14	26,37	5,27	10,75	2,15
18-nov	0,14	0,14	5,3	5,30	2,33	2,33
19-nov	0,66	0,13	28,04	5,61	10,76	2,15
20-nov	0,4	0,13	15,66	5,22	6,43	2,14
21-nov	0,68	0,14	26,55	5,31	12,77	2,55
22-nov	0,66	0,13	27,09	5,42	12,54	2,51
23-nov	0,4	0,13	15,84	5,28	8,26	2,75
24-nov	0,5	0,13	20,82	5,21	9,86	2,47
25-nov	0,3	0,10	15,99	5,33	6,3	2,10
26-nov	0,62	0,12	26,13	5,23	12	2,40
27-nov	0,57	0,11	26,25	5,25	11,31	2,26
28-nov	0,48	0,12	21,5	5,38	10,88	2,72
29-nov	0,2	0,10	10,25	5,13	4,4	2,20
30-nov	0,66	0,13	26,93	5,39	13,3	2,66
TOTAL NOV.	17,07	0,13	700,21	5,26	321,88	2,42

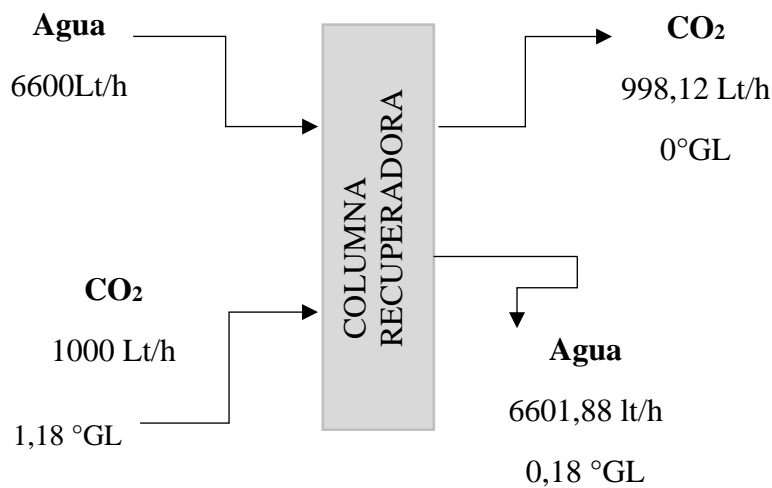
Fuente: Autor

Tabla 10 promedio diario de pruebas de alcohol y PH en columna de CO₂ y en PF en el mes de octubre y noviembre

FECHA	Suma de 376 - Grado alcohólico CO ₂ (%v/v)	Suma de 2150 - PH AGUA COLUMNA DE CO ₂ (-)	Suma de 2151 - PH AGUA DE ALIMENTACION A PF (-)
OCTUBRE	19,14	802,93	446,68
NOVIEMBRE	17,07	700,21	321,88
TOTAL GENERAL	36,21	1503,14	768,56

Fuente: Autor

4.2. ANALISIS DEL BALANCE DE MASA



$$E - C = S$$

$$\frac{7600Lt}{h} - \frac{998,12Lt}{h} = \frac{6601,88Lt}{h}$$

4.3. Diseño propuesto para la instalación de la columna recuperadora

En el mezclador se pone jugo con melaza porque los dos son azúcares para producir más se lo mezcla con el jugo y esta mezcla es denominada "mosto" porque las levaduras pueden trabajar con un 16% o 18% de azúcar que esto equivale a 24% de brix esa es la razón por la cual los operadores tienen que controlar siempre el brix dentro de planta, las levaduras son seres vivos la acción de la levadura es desdoblar las cadenas más grandes o más pequeñas. El jugo viene como 84 % de brix y la melaza o miel C y viene con 10% de brix donde en el mezclador se introduce más jugo o sea 85% de jugo y 15% de melaza donde el jugo viene a 80°C, pero pasa por el enfriador para llegar a 32°C porque la

levadura sólo puede trabajar a esta temperatura si no muere. Como primer paso se agrega la melaza que pasa por medio de tuberías (Ver *Anexo 10*) y si en tiempo de zafra jugo también se adiciona agua y todo eso forma un mosto para proceder a pasar al Fermentador e introduzco la levadura donde está la bomba que recuperara la levadura después dentro del fermentador se tiene que recircular porque se tiene que mantener en una temperatura de 32°C, una vez la columna ya instalada quedo en un mejor lugar y cerca de los fermentadores (Ver *Anexo 14*)

El tiempo en que se llena el fermentador son de 6 horas y el tiempo de fermentación son de 12 horas en el cual la levadura está reduciendo el azúcar. Como se plasma en si ya sabemos que en la 2 hora de fermentado llega al 99% de pureza ya que al pasar por el compresor no debe tener aire, y en la media hora de fermentado sólo llega a un 80% de pureza y (al distribuir a sus compradores de bebidas gaseosas y si el CO₂ llega a tener aire se oxidaría la bebida) este CO₂ se dirige a la trampa de espuma después al booster o compresor para pasar a la columna lavadora.

4.4.Propuesta del sistema aplicar

Ahora con el proyecto la implementedado se realiza la recirculación utilizando el agua de la columna lavadora de CO₂ que contiene *ácido y alcohol* eso es lo que se ahorra la industria ya que ellos o lo agregaban agua de cisterna," debían utilizar 1000 kilos de ácido sulfúrico al día y 40 kilos por tanque, y gracias a su contenido de ácido ayudará ahorrar el producto ósea 60 kg de ácido sulfúrico. Para después pasar al proceso de destilación donde el alcohol que sale a 96° que es alcohol etílico y sus productos que salen son (licor, perfumes, a farmacias) luego pasa por unos filtros para generar el alcohol anhídrido qué sale con grados de alcohol de 99.9% el cual genera gasolina o para la comercialización de pinturas o diluyente.

4.5.Eficacia de la columna

Eficacia de la columna recuperadora de alcohol donde su capacidad instalada es de 6800 por hora, pero solo se utilizan 6600 por hora y la columna trabaja 24h y eso da un valor de 158,400 lt que van a la columna recuperadora en el cual se utilizan 132,000 lt en los 11 o 10 fermentadores diarios esos son los litros que se está ahorrando SODERAL S.A. y los restantes van al riego de sembrío de caña de azúcar en San Carlos. A continuación, formula de eficacia de la columna

$$Eficacia = \frac{\text{Resultado alcanzado} \times 100}{\text{Resultado previsto}}$$

$$Eficacia = \frac{6.600 \times 100 \times 1h}{6,800} = 97.05\% \text{ de eficacia}$$

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS

Fermentación antes de la Instalación

DATOS

Volumen de levadura = 113110 Lt

% de levadura = 24%

Volumen de mosto = 357585 Lt

Ácido sulfúrico = 100 Lt

Volumen total = 470795 Lt

° GL = 7.9

Volumen de melaza = 21,908.30 gal (Ver Anexo 4)

ρ (melaza) = 1.444.3 Kilogramos. / Litros

° Brix (melaza) = 85.0

° Brix final = 8.1

1 Kg. $C_6H_{12}O_6$ = 0.6478 Lt C_2HOH

Procedimiento

$$\text{Alcohol Real} = \frac{\text{Volumen total} \times \text{°GL}}{100}$$

$$\text{Alcohol Real} = \frac{470795 \text{ Lt} \times 7.9}{100}$$

Alcohol Real = 37,192.80 Lt

Alcohol Teórico = ¿

$$21,908.30 \text{ gal Melaza} * \frac{3.785 \text{ Lt Melaza}}{1 \text{ gal Melaza}} = 82,922.91 \text{ Lt Melaza}$$

$$82,922.91 \text{ Lt Melaza} * \frac{1.44439 \text{ Kg Melaza}}{1 \text{ Lt Melaza}} = 119773.02 \text{ Kg Melaza}$$

$$119773.02 \text{ Kg Melaza} * \frac{0.53044 \text{ Kg } C_6H_{12}O_6}{1 \text{ Kg Melaza}} = 63532.40 \text{ Kg } C_6H_{12}O_6$$

$$63532.40 \text{ Kg } C_6H_{12}O_6 * \frac{0.6478 \text{ Lt } C_2H_5OH}{1 \text{ Kg}} = 41156.28 \text{ Lt } C_2H_5OH \quad \text{A. teórico E}$$

Eficiencia de la fermentación

$$\text{Eficacia de la Fermentacion} \frac{\text{Alcohol Real}}{\text{Alcohol Teorico}} = \frac{37,192.80 \text{ Lt}}{41156.28 \text{ Lt } C_2H_5OH} = 0.90$$

$$\% \text{ Eficacia de la Fermentacion} = 90\%$$

Antes de la implementación del proyecto

Tabla 11 Media de la eficiencia GL en la fermentación

MUESTRA	°GL	% EFICIENCIA
I	7.6	86,9
II	7.7	88
III	7.8	89,2
IV	7.6	86,9
V	7.5	85,7
VI	7.9	90,3
Promedio	7.7	88

Fuente: Autor

4.6. Fermentación después de la instalación

La comparación esencial de las dos fermentaciones antes y después del proyecto son de suma importancia gracias a que logramos identificar la eficiencia de la fermentación dentro de la columna.

Determinar cómo se logró de manera favorable incrementar la eficiencia de la mezcla de el para tener un vino con un mayor °GL dentro en el cual servirá en el proceso ya de la destilación en si del alcohol anhidrido y etílico para mayor productividad, a continuación, veremos cómo el proyecto logro que esta eficiencia aumentará:

DATOS

Volumen de levadura = 113110 Lt

% de levadura= 24%

Volumen de mosto =357585 Lt

Ácido sulfúrico = 100 Lt (40% de ácido directo en el Fermentador y 60% de ácido en agua recuperada)

Volumen total = 470795 Lt

° GL = 7.9

Volumen de melaza = 21,908.30gal

ρ (melaza) = 1.443.3 Kilogramos. / Litros

$^{\circ}$ Brix (melaza) = 84.0

$^{\circ}$ Brix final = 8.1

1 Kg. $C_6H_{12}O_6$ = 0.6478 Lt C_2H_5OH

Parámetros de los grados de alcohol de la maquina lavadora

$$\frac{Volumen\ total * ^{\circ}GL}{100}$$

$$^{\circ}GL = \frac{100}{Volumen\ de\ alcohol \times Volumen\ general\ de\ la\ columna} = 0.084 ^{\circ}GL$$

Se realizó el siguiente despeje por la razón de que ya se agrega el agua de la columna recuperadora que contiene alcohol y esto hace que los $^{\circ}GL$ generen un cambio donde le da un valor agregado dentro de la mezcla del fermentador a continuación veremos como el alcohol real cambia durante el proyecto:

Procedimiento

$$Alc\ Verdadero = \frac{Volumen\ total * ^{\circ}GL}{100}$$

$$Alc\ Verdadero = \frac{470795\ Lt * 7.9 + 0.084}{100}$$

$$Alc\ Verdadero = 47,080.30\ Lt$$

Alcohol Teórico= ¿

$$21,908.30gal\ Melaza * \frac{3.785\ Lt\ Melaza}{1gal\ Melaza} = 82,922.91\ Lt\ Melaza$$

$$82,922.91Lt\ Melaza * \frac{1.44439\ Kg\ Melaza}{1\ Lt\ Melaza} = 119773.02Kg\ Melaza$$

$$119773.02\ Kg\ Melaza * \frac{0.53044\ Kg\ C_6H_{12}O_6}{1\ Kg\ Melaza} = 63532.40\ Kg\ C_6H_{12}O_6$$

$$63532.40\ Kg\ C_6H_{12}O_6 * \frac{0.6478\ Lt\ C_2H_5OH}{1\ Kg} = 41156.28\ Lt\ C_2H_5OH \quad \mathbf{A. teóricico E}$$

$$Eficacia\ de\ la\ Fermentacion\ \frac{Alcohol\ Real}{Alcohol\ Teorico} = \frac{37,663.3\ Lt}{41156.28\ Lt\ C_2H_5OH} = 0.915$$

$$\% Eficacia\ de\ la\ Fermentacion = 92\%$$

Tabla 12 Resultado real de la eficiencia del fermentado actual con proyecto

MUESTRA	°GL	% EFICIENCIA
I	7.7	88,8
II	7.8	89,2
III	7.9	90,3
IV	7.7	88,8
V	7.6	86,9
VI	8,0	90,3
Promedio	7,8	89,1

Fuente: Autor

Comparación de Parámetros

Tabla 13 Parámetros actuales y reates con la implementación

	°GL	% EFICIENCIA	°Brix FINAL
ANTES DE IMPLEMTACION	7.7	88	85%
DURANTE IMPLEMENTACION	7,8	89,1	84%

Fuente: Autor

Tabla 14 Parámetros obtenidos de la balanza automática

Prueba de volumen de melaza	Consumo de melaza Gal
1	21957,98
2	21820,54
3	22757,1
4	21966,76
5	22026,45
6	21909,08
Promedio	22072,99

Fuente: Autor

Los datos plasmados en la tabla son directamente en galones gracias a la balanza digital que la empresa obtiene diariamente.

Alcohol Teórico= ¿

$$22072,99 \text{ gal Melaza} * \frac{3.785 \text{ Lt Melaza}}{1 \text{ gal Melaza}} = 83,546.26 \text{ Lt Melaza}$$

$$83,546.26 \text{ Lt Melaza} * \frac{1.44439 \text{ Kg Melaza}}{1 \text{ Lt Melaza}} = 120669,21 \text{ Kg Melaza}$$

$$120669,21 \text{ Kg Melaza} * \frac{0.53044 \text{ Kg } C_6H_{12}O_6}{1 \text{ Kg Melaza}} = 64007.77 \text{ Kg } C_6H_{12}O_6$$

$$64007.77 \text{ Kg } C_6H_{12}O_6 * \frac{0.6478 \text{ Lt } C_2H_5OH}{1 \text{ Kg}} = 41464.23 \text{ Lt } C_2H_5OH \quad \text{A. teórico E}$$

$$\text{Eficacia de la Fermentacion} \frac{\text{Alcohol Real}}{\text{Alcohol Teorico}}$$

El alcohol real durante de la salida de la fermentación antes de la implementación del proyecto

Alc de Teoría x eficiencia fermentación = Alc Real

$$\text{Alcohol Real} = 0,88 \times 41464.23 \text{ Lt}$$

$$\text{Alcohol Real} = 36488,52 \text{ Lt } C_2H_5OH$$

El alcohol real durante de la salida de la fermentación, con el proyecto una vez implementado

Alc de Teoría x eficiencia fermentación = Alc Real

$$\text{Alcohol Real} = 0,891 \times 41464.23 \text{ Lt}$$

$$\text{Alcohol Real} = 36944,62 \text{ Lt } C_2H_5OH$$

Datos obtenidos experimentalmente ver tabla (# 13 y 11)

Relacionando con la eficiencia de 0.880 de SODERAL S.A. Durante el proceso de fermentación, cada uno de ellos puede obtener 36488,52 Lt. C₂H₅OH por Tanque de fermentación, vemos la diferencia:

$$\begin{array}{r} 36944,62 \text{ Lt} \\ -36488,52 \text{ Lt} \\ \hline 456,1 \text{ Lt} \end{array}$$

456,1 Lt C₂H₅OH por 22072,99 Gal de melaza (consumo promedio)

Se Calculó 6`572,490 galones. Melaza, cantidad media Consumos en la empresa SODERAL S.A., todos los años, tenemos:

$$6`572,490 \times \text{gal melaza} \frac{456,1 \text{ Lt } C_2H_5OH}{22072,99 \text{ Gal de melaza}} = 135,809,09 \text{ Lt } C_2H_5OH$$

Durante el crecimiento de la cantidad del alcohol en estado etílico que pasa a dólar, se notará que en una pequeña comparación dentro del porcentaje de la eficiencia le representa a la empresa mayores ingreso económicos anuales muy significativos y mayores beneficios también proyectándose para los 5 años.

Cálculo de mejora de eficiencia en dólares en la fermentación gracias al agua con alcohol y ácido sulfúrico.

$$\frac{135,809,09 \text{ Lt } C_2H_5OH}{\text{año}} \times \frac{USD 0.50}{\text{Lt } C_2H_5OH} = \frac{USD 67,904,54}{\text{año}}$$

Calculo en dólares del ácido sulfúrico disuelto en el agua recuperada de la columna lavadora.

Tabla 15 Gastos del proyecto implementado

Instalación	Valor incluido IVA 12%
Automatización para recuperación de alcohol en planta de CO ₂	\$ 10.704,06
Prefabricación e instalación de tuberías de acero inoxidable para agua PF de la columna	\$ 33.831,84
Columna de recuperación	\$ 98.567,00
Total	\$143.102,90

Fuente: SODERAL S.A.

$$\frac{60kg}{\text{Lt}} \times \frac{USD 0.48}{\text{Lt } SO_4H_2} \times \frac{300}{\text{año}} = \frac{USD 8640}{\text{año}}$$

$$\frac{67,904,54 \text{ USD}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} = \frac{USD 5,658,71}{\text{mes}}$$

Proyección de la empresa en 5 años que la empresa recuperara de los años que perdieron el agua en efluentes y la recuperación de la inversión en la instalación del proyecto.

$$\frac{67,904,54 \text{ USD}}{\text{mes}} \times \frac{5 \text{ años}}{1 \text{ año}} = \frac{USD 339,522,725}{\text{año}}$$

4.7. ANÁLISIS DEL BALANCE ECONÓMICO

De la manera que se logró comprobar el alcance monetario hay un incremento mínimo dentro de la eficiencia del proceso de fermentación en la industria SODERAL S.A., en el cual nos dio un rendimiento de 456,1 Lt de alcohol que se produjo de la misma cantidad de 22072,99 gal melaza. Que se consideró un consumo de 6`572,490 gal de melaza (Este dato varía dependiendo los años, ya que la azúcar contenida dentro de la melaza y su cantidad de caña que se procesa en los tiempos de recolección de la caña por el ingenio San Carlos) En el año de producción de la caña de obtuvo 135,809,09 litros de alcohol por cada año, que logra transformarse transformando esa cantidad en dólares \$ llega a ser equivalente a 67,904,54 anual, volumen que logra a ser muy considerable la que estas ganancias son fijas, aunque necesito de una inversión de 143,152,9, Como se muestra en la tabla de esta investigación, solo estableciendo condiciones normales de operación podemos mantener un estricto control de los parámetros del proceso, lo que le da al proceso de fermentación la importancia de alcanzar un excelente desempeño en un producto finalizado.

CONCLUSIONES

El proyecto en el cual hubo la implementación de la columna recuperadora se llevó a cabo para mejorar el rendimiento de la planta de CO₂ que mejora la eficiencia de la fermentación alcohólica del mosto utilizando el agua aciculada para que el pH que se encuentra en el fermentador sea regulado con el ácido sulfúrico que sale de la columna lavadora que se encuentra disuelto en el agua con una proporción del 60% más el alcohol, el ahorro de agua que está generando a la empresa es de 132000 Lt de agua diarios en el cual ellos le daban a el Ingenio San Carlos para sembríos de caña de azúcar sin saber el potencial de eficiencia que tenía dicha agua.

El parámetro de tratamiento aeróbico instalado en la planta

Luego de varias pruebas realizadas en la maquina lavadora de CO₂ esta nos libera un contenido de agua en el cual abarca un mínimo de alcohol que en su bajo °GL ayuda a mejorar la eficiencia en la fermentación ya que antes se le agregaba agua de la cisterna y ahora se le agrega esta agua presente en la misma empresa ya que además se logró con éxito en la pruebas que esta agua de la columna lavadora tiene otra función esencial que contenía 60 kg de ácido sulfúrico disueltos en el agua mejorando la eficiencia de la mezcla en un 1.1% que es agregado al 88% que liberaba la fermentación.

En el balance económico realizado, su disparidad del porcentaje de la eficiencia Entre las pruebas elaboradas en planta y en el proceso de fermentación. actual de SODERA.L una vez implementado el proyecto, se logró proyectar un incremento de la productividad anual de 135809,09 litros de Alcohol que representa una ganancia para la empresa de USD 67,904, 54.

En este proyecto se logrará contribuir en el crecimiento de la planta gracias a otros sucesos y a la mejora del proceso de fermentación, con implementación de la columna lavadora con mayor abastecimiento de capacidad instalada ya que con esta se puede contener mayor cantidad de agua aciculada dentro de esta a diferencia de una pequeña que se encontraba en la planta que no la tenían en uso y ahora con la implementación del proyecto se utilizan las dos columnas de tal modo se amplió el cimiento o la infraestructura, donde este causa un buen efecto hacia el desenvolvimiento de la planta.

RECOMENDACIONES

A pesar de que recuperan el agua se sigue desperdiciando un 5% de agua a los efluentes tratar de no botar dicha agua y almacenarla en otro lugar para así generar un porcentaje más alto de agua y de esta manera volverla a introducir al reproceso en la fermentación

Dentro de la planta se necesita mantener estables los parámetros del proceso, es decir, el contenido de azúcar está debe de estar en un valor de 20 o 24. La temperatura está entre 32–34°C, el pH está entre 3,5 y 4, porque si cambian en el proceso industrial no se puede garantizar la eficiencia.

Luego de mejorada la calidad de la mezcla en el fermentador nos dará una de igual manera en la calidad más elevada en el vino que surge del fermentador que pasa al proceso de destilación es ahí en la que empresa lograría incrementar el costo en el producto terminado que en general sería en la producción de alcohol metílico y el anhídrido

Realizar más y diferentes pruebas en la columna lavadora para lograr evidenciar si el agua elevaría sus °GL con el paso del tiempo así aumentar la eficiencia en el fermentador

Realizar limpieza semanal en las tuberías de paso de melaza para que no haya contaminación cruzada eliminando la gran posibilidad de que el proceso sea contaminado.

Mantenimientos preventivos a la maquina lavadora y la columna recuperadora ya que el mismo puede dar un retraso significativo a la producción por que dicho pare de esta plata de CO₂ obligaría a los operadores utilizar el agua de cisterna y más contenido de ácido sulfúrico en el fermentador.

Aumentar la capacidad instalada de la columna recuperadora ya que esta solo abarca una cantidad de 6600 litros por hora para de esta manera evidenciar que los 10 fermentadores permanezcan estables en su proceso de llenado.

En temas ambientales reducir el desperdicio general de la empresa ya que la mayoría de sus procesos pierden agua mediante fallos en el proceso por falta de mantenimiento en algunas pocas tuberías, trampas y válvulas ya que a pesar de que esta sea agua de pozo una vez que el su pH es alterado debe pasar por un debido tratamiento en el cual la em para poder ser liberado a los ríos cerca del cantón en que se encuentran. Que se evite el rebosado en los tanques anti espuma que influye dentro del beneficio y su paso de la espuma al proceso del CO₂ paralizando dicha planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, J. A. (2014). Planta para la recuperación del dióxido de carbono de los gases de combustión. *Science Direct*.
- Andes, M. (2018). Características de las aguas residuales en una destilería. *Science*.
- Arianna Núñez-Caraballo, M. G.-M.-L. (2015). Proceso de recuperación de CO₂. Generalidades. *Redalyc*, 24-32.
- Beltrán, S. (2014). Entrevista sobre las propiedades del CO₂ y su uso en la industria.
- Bravo, A. J. (2014). *Aislamiento y caracterización de una levadura floculante para producir etanol del banano de rechazo*. iotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.
- Caridad Suárez-Machín, N. A.-C.-R. (Enero-Abril de 2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae*. *Redalyc*, 50(1), 20-28.
- Cuadrat.A. (2012). *Combustión de carbón con captura de CO₂ usando ilmenita como transportador de oxígeno*. Zaragoza: Dpto. de Ing. Química y Tecnologías del Medio Ambiente.
- Dra. ania del Toro Álvarez, I. D. (2010). Evaluación de la planta de recuperación de CO₂. *Scielo*.
- Dufour, J. (7 de Febero de 2007). El dióxido de carbono (CO₂) puede ser un combustible. *Energia y Sostenibilidad* .
- Estévez, R. (2010). Proyecto de recuperación de levadura *Saccharomyces* para mezcla pienso líquido y. *AZCUBA*.
- Fida Tibi, A. C. (2019). Fabricación de membranas poliméricas para el proceso de destilación de membranas y aplicación para el tratamiento de aguas residuales: revisión crítica. *Science Direct*, 141, 190-201.
- H.J. Vázquez, y. O. (s.f.). *Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos* . Francia: Scielo.
- Industrial., E. O. (2010). Características y tratamientos de las aguas residuales industriales por sectores: agrícolas y alimentarias II. Instalaciones bodegueras, bebidas alcohólicas.

- Kvaerner Asa, P. (2010). Un método para eliminar e impedir las emisiones a la atmósfera de dióxido de carbono (CO₂) de gases de escape de motores térmicos.
- Lafargue, M. T., & Vázquez, I. Y. (2019). Diseño de una tecnología para tratar el agua residual de cervecería. *Scielo*.
- Meade, G. P. (2004). *Procedimientos analíticos. En: Manual de Azúcar de Caña*. Mexico: Noriega Editores .
- Meilyn González Cortés, A. F. (2016). Análisis energético e integración de la destilación de alcohol: método convencional y doble efecto. *Scielo*.
- MSc Margarita Penedo Medina, I. Y. (2010). DESTILACION DE PRODUCTOS LIQUIDOS DE LA PIROLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZUCAR. *Redalyc, XVIII*, 131-132.
- Oliva-Neto, P. D. (2013). *The Brazilian technology of fuel ethanol fermentation-yeast inhibition factors and new perspectives to improve the technology*.
- Paola Elizabeth Gilces Faría, P. S. (2006). *ESTUDIO DEL USO DE LOS NUTRIENTES PARA LA LEVADURA EN FERMENTACIÓN CON EL PROPÓSITO DE MEJORAR LA PRODUCCIÓN*. Guayaquil.
- R.E., E. (2015). Fermentación y destilación alcohólica. *Redalyc*.
- Sánchez. (2014). Planta de recuperación del dióxido de carbono. *tecnicaindustrial*.

ANEXOS

ANEXO 1 Temperatura del jugo



ANEXO 2 Tanque de melaza con capacidad instalada de 79000Lt



ANEXO 3 Toneladas de melaza por hora



ANEXO 4 Toma de muestra de melaza



ANEXO 5 Vino enviado para proceso



ANEXO 7 CO₂ generándose a la 2da hora



ANEXO 6 Ingreso a la mezcla de agua aciculada



ANEXO 8 Enfriadores



ANEXO 9 Booster



ANEXO 10 Tuberías de paso de melaza a fermentador



ANEXO 11 Ácido Sulfúrico almacenado



ANEXO 12 Capacidad instalada del ácido sulfúrico



ANEXO 13 Bombas de paso del Jugo de Caña



ANEXO 14 Columna recuperadora Instalada

