



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALIDAD, PARA EL DEPARTAMENTO DE
CLARIFICACIÓN DE MELADURA, DE UN INGENIO AZUCARERO SEGÚN
ISO 9001:2000**

Cristy Marlene Zetino Vargas

Asesor: Ing. Erwin Marciano Sánchez Catalán

Guatemala, junio de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALIDAD, PARA EL DEPARTAMENTO DE
CLARIFICACIÓN DE MELADURA, DE UN INGENIO AZUCARERO SEGÚN
ISO 9001:2000**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CRISTY MARLENE ZETINO VARGAS

ASESORADO POR EL ING. ERWIN MARCIANO SÁNCHEZ CATALÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|----------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | |
| VOCAL II | Lic. Amahán Sánchez Álvarez |
| VOCAL III | Ing. Julio David Galicia Celada |
| VOCAL IV | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| VOCAL V | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|--|
| DECANO | Ing. Sidney Alexander Samuels Milson |
| EXAMINADORA | Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez |
| EXAMINADOR | Ing. César Augusto Akú Castillo |
| EXAMINADOR | Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel |
| SECRETARIO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALIDAD, PARA EL DEPARTAMENTO DE CLARIFICACIÓN DE MELADURA, DE UN INGENIO AZUCARERO SEGÚN ISO 9001:2000,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 10 de noviembre del 2004.

Cristy Marlene Zetino Vargas

DEDICATORIA A:

- Dios todopoderoso** Por haberme permitido culminar una de mis metas y porque siempre ha estado conmigo y me ha bendecido enormemente.
- Mis papás Marco Tulio y Vilmita** Porque gracias a su amor, a sus esfuerzos, sacrificios y sueños de verme convertida en una ingeniera, ahora se los estoy recompensando.
- Mi abuelita Hortencia** Por su amor, ayuda y por sus consejos en toda mi vida. La quiero mucho.
- Mis hermanos Carol, Mayrita y Maquito** Porque en todo momento he recibido su apoyo y amor incondicional, ustedes forman parte de los pilares de mi carrera.
- Mi familia en general** Porque aunque no podía verlos muy seguido, ustedes siempre han estado pendientes de mí.
- En especial, a mi amor, César Augusto** Por tu amor, paciencia, comprensión y ayuda para lograr alcanzar este último escalón de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

- A mis amigos** Por los momentos y metas compartidas.
- Al Ingeniero Erwin Sánchez** Por sus consejos y ayudarme a que mi trabajo de graduación sea muy completo.
- Al Ingenio Santa Ana** Por darme la oportunidad de realizar este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VII |
| LISTADO DE ABREVIATURAS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN | XIII |
| JUSTIFICACIÓN | XV |
| OBJETIVOS | XVII |
| INTRODUCCIÓN | XIX |
| | |
| 1. ANTECEDENTES DE LA NORMA ISO 9000 | 1 |
| 1.1. Definiciones e importancia de la norma ISO 9000 | 1 |
| 1.1.1. Principios de la gestión de calidad | 1 |
| 1.1.2. Objeto y campo de aplicación | 2 |
| 1.1.3. Fundamentos para los sistemas de gestión de calidad | 4 |
| 1.1.3.1. Base racional para los sistemas de gestión de calidad | 4 |
| 1.1.3.2. Enfoque de sistemas de gestión de calidad | 4 |
| 1.1.3.3. Enfoque basado en procesos | 5 |
| 1.1.3.4. Política de calidad y objetivos de calidad | 6 |
| 1.1.3.5. Papel de la dirección dentro del sistema de gestión de calidad | 6 |
| 1.2. Generalidades de la agro-industria | 8 |
| 1.2.1. Situación de la agro-industria en Guatemala | 8 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1.2.2. | Consumo de azúcar | 9 |
| 1.2.3. | Comercialización del azúcar | 10 |
| 1.2.3.1. | Mercado de exportación | 10 |
| 1.2.3.2. | Mercado interno | 11 |
| 2. | SITUACIÓN ACTUAL | 15 |
| 2.1. | Proceso de elaboración de azúcar blanco | 15 |
| 2.1.1. | Descripción del proceso | 15 |
| 2.1.2. | Diagrama de flujo del proceso | 23 |
| 2.2. | Clarificación de meladura | 25 |
| 2.2.1. | Descripción del proceso | 25 |
| 2.2.2. | Diagrama de flujo del proceso | 33 |
| 2.3. | Importancia de la clarificación de meladura en el proceso de elaboración de azúcar blanco | 33 |
| 3. | DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE DOCUMENTACIÓN | 37 |
| 3.1. | Diagnóstico de la situación | 37 |
| 3.1.1. | Requisitos encontrados de la norma ISO 9001:2000 | 41 |
| 3.1.2. | Requisitos no encontrados de la norma ISO 9001:2000 | 41 |
| 3.1.3. | Modelos de calidad existentes en el departamento de meladura | 42 |
| 3.2. | Análisis del diagnóstico | 45 |
| 3.2.1. | Análisis de los requisitos encontrados y no encontrados | 45 |
| 3.2.2. | Recomendaciones para el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2000 | 46 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 4. | DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE DOCUMENTACIÓN | 47 |
| 4.1. | Elementos aplicables de la norma ISO 9000 para la documentación | 47 |
| 4.1.1. | Sistema de gestión de calidad | 47 |
| 4.1.1.1. | Requisitos de la documentación | 47 |
| 4.1.1.2. | Manual de calidad | 48 |
| 4.1.1.3. | Control de documentos | 48 |
| 4.1.1.4. | Control de registros | 48 |
| 4.1.2. | Responsabilidad de la dirección | 49 |
| 4.1.2.1. | Política y objetivos de calidad | 49 |
| 4.1.2.2. | Responsabilidad, autoridad y comunicación | 49 |
| 4.1.2.3. | Revisión por la dirección | 50 |
| 4.1.3. | Gestión de recursos | 50 |
| 4.1.3.1. | Provisión de recursos | 50 |
| 4.1.3.2. | Recurso humano | 50 |
| 4.1.4. | Medición, análisis y mejora | 51 |
| 4.1.4.1. | Seguimiento y medición | 51 |
| 4.1.4.1.1. | Auditoría interna | 51 |
| 4.1.4.1.2. | Seguimiento y medición del proceso | 52 |
| 4.2. | Documentos que deben existir | 52 |
| 4.2.1. | Manual de calidad | 52 |
| 4.2.2. | Procedimientos | 52 |
| 4.2.3. | Instrucciones de trabajo | 53 |
| 4.2.4. | Registros de la documentación de calidad | 53 |
| 5. | DISEÑO DEL SISTEMA DOCUMENTAL | 55 |
| 5.1. | Jerarquía de la documentación | 55 |

| | | |
|--------------|---|----|
| 5.2. | Autoridad y responsabilidad | 56 |
| 5.3. | Manual de calidad | 56 |
| 5.3.1. | Estructura y formato del manual | 56 |
| 5.3.1.1. | Título | 56 |
| 5.3.1.2. | Breve descripción de la organización | 56 |
| 5.3.1.3. | Alcance | 57 |
| 5.3.1.4. | Términos y definiciones | 57 |
| 5.3.1.5. | Sistema de gestión de calidad | 57 |
| 5.3.1.5.1. | Requisitos de la documentación | 57 |
| 5.3.1.5.2. | Manual de calidad | 58 |
| 5.3.1.5.3. | Control de documentos | 58 |
| 5.3.1.5.4. | Control de registros | 59 |
| 5.3.1.5.5. | Responsabilidad de la dirección | 59 |
| 5.3.1.5.6. | Política de calidad | 60 |
| 5.3.1.5.7. | Responsabilidad, autoridad y comunicación | 61 |
| 5.3.1.5.8. | Revisión por la dirección | 61 |
| 5.3.1.6. | Gestión de recursos | 61 |
| 5.3.1.6.1. | Provisión de recursos | 61 |
| 5.3.1.6.2. | Recursos humanos | 62 |
| 5.3.1.7. | Medición, análisis y mejora | 62 |
| 5.3.1.7.1. | Seguimiento y medición | 62 |
| 5.3.1.7.1.1. | Auditoría interna | 63 |
| 5.3.1.7.2. | Seguimiento y medición del proceso | 63 |
| 5.4. | Procedimiento | 64 |

| | | |
|------------|---|----|
| 5.4.1. | Estructura y formato | 64 |
| 5.4.1.1. | Contenido de los documentos | 64 |
| 5.4.1.1.1. | Objetivo | 64 |
| 5.4.1.1.2. | Alcance | 64 |
| 5.4.1.1.3. | Documentos de referencia | 65 |
| 5.4.1.1.4. | Definiciones | 65 |
| 5.4.1.1.5. | Descripción del proceso | 65 |
| | 5.4.1.1.5.1. Diagrama de flujo | 65 |
| | 5.4.1.1.5.2. Matriz plan | 66 |
| | 5.4.1.1.5.3. Contingencias | 70 |
| | 5.4.1.1.6. Anexos | 74 |
| 5.5. | Instrucciones de trabajo | 74 |
| 5.5.1. | Objetivo | 74 |
| 5.5.2. | Instructivo | 75 |
| 5.6. | Registros de la documentación de calidad | 80 |
| 5.7. | Conservación, control y archivo de registros | 80 |
| 5.8. | Alteración y/o corrección de registros | 81 |
| 5.9. | Proceso de la documentación | 81 |
| 5.9.1. | Elaboración | 81 |
| 5.9.2. | Revisión | 81 |
| 5.9.3. | Aprobación | 82 |
| 5.9.4. | Identificación | 82 |
| 5.9.5. | Reproducción | 82 |
| 5.9.6. | Distribución | 82 |
| 5.9.7. | Archivo | 83 |
| | 5.9.7.1. Conservación y control de documentos internos | 83 |
| | 5.9.7.2. Conservación, control y disposición de | 83 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| | documentos externos | |
| 5.9.8. | Modificación | 83 |
| 5.9.9. | Documentos obsoletos | 84 |
| 5.9.10. | Documentos controlados | 84 |
| 5.9.11. | Documentos de origen externo | 85 |
| 6. | IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DOCUMENTAL | 87 |
| 6.1. | Distribución de los documentos | 87 |
| 6.1.1. | Encargado de distribuir la documentación | 87 |
| 6.1.2. | Personas que deben tener los documentos | 87 |
| 6.2. | Determinación de necesidades de capacitación | 88 |
| 6.2.1. | Plan de capacitación | 88 |
| 6.2.1.1. | Interpretación de la norma ISO 9001:2000 | 89 |
| 6.2.1.2. | Trabajo en equipo | 94 |
| 6.2.1.3. | Mejora de procesos | 96 |
| 6.2.1.4. | Calidad Total | 97 |
| | CONCLUSIONES | 101 |
| | RECOMENDACIONES | 105 |
| | REFERENCIAS | 107 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 109 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Fábrica Ingenio Santa Ana | 9 |
| 2 | Preparación de caña | 16 |
| 3 | Tándem de molinos | 17 |
| 4 | Evaporadores | 19 |
| 5 | Clarificador de meladura | 20 |
| 6 | Centrífugas | 23 |
| 7 | Proceso de producción de azúcar y sus derivados | 24 |
| 8 | Sistema de aireación por eyector de mezcla-perfil de presión | 29 |
| 9 | Clarificador Talo de floculación en retención | 32 |
| 10 | Proceso de clarificación de meladura | 33 |
| 11 | Comparación meladura cruda (izquierda) y meladura clarificada (derecha) | 35 |
| 12 | Encuesta | 38 |
| 13 | Formato auditoría programa SOL | 44 |
| 14 | Jerarquía de la documentación | 55 |
| 15 | Diagrama de flujo clarificación de meladura | 66 |
| 16 | Diagrama clarificación de meladura | 74 |

TABLAS

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Especificaciones del azúcar de exportación | 11 |
| 2 | Especificaciones del azúcar mercado interno | 13 |
| 3 | Especificaciones de meladura con y sin decolorante | 35 |
| 4 | Situación encontrada | 41 |
| 5 | Situación no encontrada | 42 |
| 6 | Contenido de documentos | 53 |
| 7 | Parámetros meladura clarificada | 60 |
| 8 | Matriz plan | 67 |
| 9 | Contingencias | 71 |
| 10 | Personal con copias controladas | 88 |
| 11 | Capacitación del personal | 89 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|-----------------|--|
| BRIX | Cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo |
| CEMP | Centro de empaque |
| COGUANOR | Comisión Guatemalteca de Normas |
| ICUMSA | Comisión internacional para uniformar métodos y análisis de azúcar |
| ISO | International Standard Organization. En español significa Organización Internacional de Normas |
| MAQXSA | Máquinas exactas sociedad anónima |
| MERESA | Mercadeo especializado sociedad anónima |
| NGR | Norma Guatemalteca Recomendada |
| PIB | Producto Interno Bruto |
| PPM | Partes por millón |
| RPM | Revoluciones por minuto |
| SOL | Seguridad, orden y limpieza |

GLOSARIO

| | |
|--------------------------|---|
| Aireación | Formación de pequeñas burbujas de aire. |
| Brix | Cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo. |
| Calidad | Capacidad de un conjunto de características inherentes de un producto, sistema o proceso para cumplir los requisitos de los clientes y de otras partes interesadas. |
| Contingencias | Indica las acciones que deben tomarse en los casos en los que las actividades se salgan de su proceso normal. |
| Eficiencia | Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. |
| Eficacia | Extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados. |
| Manual de calidad | Un documento que especifica el sistema de gestión de calidad de la empresa. |
| Matriz plan | Documento en donde se especifican las actividades del procedimiento, incluyendo: contingencias, parámetros, variables de control, productos e instructivos. |
| Parámetros | Son los indicadores meta a cumplir en cada una de las actividades del proceso. |
| Proceso | Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada (materias primas, insumos, materiales, equipo y tecnología, mano de obra, tiempo y conocimientos) en resultados o salidas (productos o servicios). |

RESUMEN

Toda organización para poder operarse en forma exitosa debe dirigirse y operarse en forma sistemática y transparente. Esto se puede lograr a través de la implementación y mantenimiento de un sistema de gestión, que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño, es por esto que la norma ISO 9000 se dedica al diseño de los sistemas de gestión de calidad.

La agro-industria azucarera guatemalteca se encuentra en pleno diseño de sus sistemas de gestión de calidad, esto lo hacen para hacer que su proceso sea más efectivo y sea más competente a nivel mundial, entregando azúcar con calidad. Actualmente el azúcar genera el 13 % de las exportaciones del país, representando el 3 % del Producto Interno Bruto (PIB). Además, genera cerca del 18 % de la energía eléctrica del país y alrededor de 300 mil empleos.

El proceso de elaboración de azúcar blanco se divide en los siguientes subprocesos: patios de caña, picadoras, extracción de jugo, clarificación de jugo, evaporadores, clarificación de meladura, cristalización, tachos al vacío y centrifugación. Extrayendo de estos para el desarrollo del trabajo al departamento de clarificación de meladura para el cual se diseñó un sistema de gestión de calidad siguiendo la estructura establecida en ISO 9001:2000.

Para el diseño del sistema de gestión de calidad es necesaria la elaboración de un manual de calidad en donde se describe el sistema documental basado en procesos, así como su política y objetivos de calidad. Esto se realizará mediante la determinación de la jerarquía de los documentos, autoridad y responsabilidad de los mismos, proceso de la documentación y auditorías internas.

También se citan los pasos para puesta en práctica de lo establecido en los documentos elaborados, mediante la elaboración de cronograma de implantación, distribución de documentos, plan de capacitación para que el personal involucrado en el proceso tenga conocimientos de la funcionalidad del sistema de gestión de calidad para el departamento.

JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de calidad pretenden satisfacer las necesidades y las expectativas de los clientes, ya que ellos son la razón de ser de las empresas.

Estando involucrados en la globalización y los tratados de libre comercio, se hace necesaria la implantación de estos sistemas, para poder ser competitivos.

La certificación de las normas ISO 9001:2000 ayuda a las empresas a poder competir globalmente. La industria azucarera del país no cuenta con certificación de sistemas de calidad, esto lo hace menos competitivo en el mercado; tomando en cuenta que es un producto no tradicional de exportación, que genera muchos ingresos al país, se hace realmente necesaria la certificación.

Los ingenios azucareros del país de la misma forma que las demás industrias, deben certificar todo el proceso de fabricación de azúcar. Dentro de la fabricación de azúcar existen varios procesos, entre los cuales está la clarificación de meladura, este proceso se utiliza para eliminar la cantidad máxima de impurezas en la miel, que no pudieron ser separadas en las etapas anteriores del proceso.

La clarificación de meladura aplica, en el período de producción de azúcar blanco, por lo que la calidad del azúcar blanco depende que la clarificación de meladura sea realizada eficazmente.

Es por esta razón que se determinó, para el presente trabajo, el estudio de dicho proceso, ya que haciéndolo más eficiente, se logra obtener un producto final de mejor calidad.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de calidad para el proceso de clarificación de meladura de un ingenio azucarero; para lograr que éste sea más eficiente y que contribuya a que el producto final (el azúcar) exceda las necesidades de los clientes.

Específicos

1. Definir conceptos importantes de las Normas ISO 9000, así como su funcionamiento.
2. Definir el proceso actual del departamento de clarificación de meladura, dentro del proceso de elaboración de azúcar blanco, por medio de una investigación de campo.
3. Conocer la situación de la documentación que actualmente se utiliza, y compararlos con las necesidades establecidas.
4. Determinar los tipos de documentos que deben existir en la organización, y la elaboración de los mismos.
5. Establecer los elementos aplicables de la Norma ISO 9001 del departamento para la elaboración de la documentación.

6. Establecer todos los elementos generales necesarios para la elaboración del sistema documental.
7. Establecer los lineamientos a seguir para la puesta en práctica de los documentos elaborados.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha vivido un crecimiento en el número de empresas certificadas en un sistema de gestión de calidad, según la familia de normas ISO 9000. En Guatemala el proceso ha sido lento, pero debido a los Tratados de Libre Comercio, es necesario que las empresas nacionales se certifiquen para que puedan ser competitivas, de otra forma las empresas que no lo hagan podrían salir damnificadas.

El sistema de calidad de las Normas ISO 9000 tiene como objetivo exceder las expectativas y las necesidades de los clientes; este es el compromiso que las empresas adquieren al certificarse. El cliente es de importancia, ya que al satisfacer sus necesidades se están obteniendo beneficios en utilidades para las empresas.

En la industria azucarera no se cuenta con ningún Ingenio certificado, debido a que los costos involucrados en los mismos, son altos, sin embargo, ellos se encuentran en el proceso de certificación.

1. ANTECEDENTES DE LA NORMA ISO 9000

1.1 Definiciones e importancia de la Norma ISO 9000

1.1.1. Principios de la gestión de calidad

Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que está se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión.

Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño:

- a) **Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

- b) **Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

- c) Participación del personal: El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- d) Enfoque basado en procesos: Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- e) Enfoque de un sistema para la gestión: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- f) Mejora continua: La mejora continua del desempeño total de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
- g) Enfoque basado en hechos para la toma de decisión: Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- h) Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

1.1.2. Objeto y campo de aplicación

La norma describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad, y define también los términos relacionados con los mismos.

La norma es aplicable a:

- a) Las organizaciones que buscan ventajas por medio de la implementación de un sistema de gestión de la calidad;
- b) Las organizaciones que buscan la confianza de sus proveedores en que sus requisitos para los productos serán satisfechos;
- c) Los usuarios de los productos;
- d) Aquellos interesados en el entendimiento mutuo de la terminología utilizada en la gestión de la calidad;
- e) Todos aquellos, que perteneciendo o no a la organización, evalúan o auditan el sistema de gestión de la calidad para determinar su conformidad con los requisitos de la Norma ISO 9001:2000;
- f) Todos aquellos, que perteneciendo o no a la organización asesoran o dan información sobre el sistema de gestión de la calidad adecuado para dicha organización;
- g) Aquellos quienes desarrollan normas relacionadas.

1.1.3. Fundamentos para los sistemas de gestión de calidad

1.1.3.1. Base racional para los sistemas de gestión de calidad

Los sistemas de gestión de la calidad pueden ayudar a las organizaciones a aumentar la satisfacción del cliente. Los clientes necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas. Estas necesidades y expectativas se expresan en la especificación del producto y son generalmente denominados como requisitos del cliente. Los requisitos del cliente pueden estar especificados por el mismo de forma contractual o pueden ser determinados por la propia organización. En cualquier caso, es finalmente el cliente quien determina la aceptabilidad del producto. Dado que las necesidades y expectativas de los clientes son cambiantes debido a las presiones competitivas y a los avances técnicos, las organizaciones deben mejorar continuamente sus productos y procesos.

1.3.1.2. Enfoque de sistemas de gestión de la calidad

Un enfoque para desarrollar e implementar un sistema de gestión de la calidad comprende diferentes etapas tales como:

- a) Determinar las necesidades y expectativas de los clientes y de otras partes interesadas;
- b) Establecer la política y objetivos de la calidad de la organización;

- c) Determinar los procesos y las responsabilidades necesarias para el logro de los objetivos de la calidad;
- d) Determinar y proporcionar los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la calidad;
- e) Establecer los métodos para medir la eficacia y eficiencia de cada proceso;
- f) Aplicar estas medidas para determinar la eficacia y eficiencia de cada proceso;
- g) Determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas;
- h) Establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

1.1.3.3. Enfoque basado en procesos

Cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso.

Para que las organizaciones operen de manera eficaz, tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados y que interactúan. A menudo el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La identificación y gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conocen como “enfoque basado en procesos”

1.1.3.4. Política de la calidad y objetivos de la calidad

La política de la calidad y los objetivos de la calidad se establecen para proporcionar un punto de referencia para dirigir la organización. Ambos determinan los resultados deseados y ayudan a la organización a aplicar sus recursos para alcanzar dichos resultados. La política de la calidad proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad. Los objetivos de la calidad tienen que ser coherentes con la política de la calidad y el compromiso de mejora continua y poder medir su logro.

1.1.3.5. Papel de la dirección dentro del sistema de gestión de calidad

A través de su liderazgo y sus acciones, la alta dirección puede crear un ambiente en el que el personal se encuentre completamente involucrado y en el cual un sistema de gestión de la calidad puede operar eficazmente. Los principios de la gestión de la calidad pueden ser utilizados por la alta dirección como base de su papel, que consiste en:

- a) Establecer y mantener la política de la calidad y los objetivos de la calidad de la organización; promover la política de la calidad y los objetivos de la calidad a través de la organización para aumentar la toma de conciencia, la motivación y la participación.
- b) Asegurarse del enfoque hacia los requisitos del cliente en toda la organización.
- c) Asegurarse que se implementan los procesos apropiados para cumplir con los requisitos de los clientes y de otras partes interesadas y hará alcanzar los objetivos de la calidad.
- d) Asegurarse de que se ha establecido, implementado y mantenido un sistema de gestión de la calidad eficaz y eficiente para alcanzar los objetivos de la calidad.
- e) Asegurarse de la disponibilidad de los recursos necesarios.
- f) Revisar periódicamente el sistema de gestión de la calidad.
- g) Decidir sobre las acciones en relación con la política y con los objetivos de la calidad.

1.2. Generalidades de la agroindustria

1.2.1. Situación de la agroindustria en Guatemala

En la actualidad se cuenta con 121 millones de hectáreas sembradas con caña de azúcar alrededor del mundo, estas plantaciones contribuyen con el medio ambiente al generar 60 millones de dióxido de carbono, en Guatemala se cuentan con 194 mil hectáreas de siembra.

En Guatemala el azúcar es considerado uno de los productos de exportación más importantes al generar el 13 % de exportaciones. Actualmente la agroindustria azucarera guatemalteca desempeña un papel fundamental en la economía nacional, al representar el 3 % del PIB del país y generar alrededor de 300 mil empleos entre directos e indirectos.

Guatemala ocupa el sexto lugar a nivel mundial en la producción de azúcar y el segundo en eficiencia. En el 2004 se produjeron 2.1 millones de toneladas métricas de azúcar, obtenidas de 194 mil hectáreas de siembra.

Los azucareros guatemaltecos obtienen 11.08 toneladas del edulcorante por hectárea de tierra cultivada.

Más del 90 % de la producción es exportada, mientras que la biomasa o bagazo producido genera cerca del 18 % de la energía eléctrica del país.

Entre los usos que los productores dan a la caña de azúcar, aparte de la producción del edulcorante, se encuentran la extracción de melaza y la generación de energía eléctrica por medio del bagazo de caña.

La agroindustria azucarera de Guatemala está constituida por los ingenios: Concepción, Tululá, El Pilar, Pantaleón, Los Tarros, San Diego, La Sonrisa, Palo Gordo, Madre Tierra, Santa Teresa, La Unión, Magdalena, Trinidad y Santa Ana (Figura 1).

Figura 1. Fábrica Ingenio Santa Ana



Fuente: Fotografía Ingenio Santa Ana

1.2.2. Consumo de azúcar

Más del 50% del consumo mundial de azúcar se obtiene de la caña de azúcar, que crece en climas tropicales y subtropicales.

Un análisis del consumo de azúcar en 148 países confirma que el 49 % de ellos alcanza menos de 30 Kg. por habitante al año y que 1,750 millones de personas no llegan a ingerir 10 Kg. al año.

El azúcar es no solo edulcorante, sino un alimento, que constituye la fuente de energía más sencilla, pura, saludable y barata de la que la humanidad puede disponer y la cual aporta 4 kilocalorías por gramo, además de poseer la propiedad de generar una apetencia psicológica natural.

Los azúcares fabricados, tanto de la caña como de la remolacha, son exactamente iguales como edulcorantes y como alimentos, sin embargo el uso de la caña para su producción, presenta atractivos adicionales en lo técnico, económico, social y ecológico. Tales razones hacen que cada vez se manifieste con más intensidad la tendencia a producir el azúcar de la caña.

La isoglucosa o el licor de maíz de alto contenido de fructuosa, que puede producirse más barato que el azúcar en Estados Unidos y la Unión Europea, representa en el primero el 50 % del mercado de endulzantes y en la segunda, tiene un régimen de cuotas de 303 mil toneladas por año.

1.2.3. Comercialización del azúcar

1.2.3.1. Mercado de exportación

Los Ingenios venden azúcar de exportación (Refino o Crudo) a casas compradoras, entre las cuales se pueden mencionar: E&D Man, Amerop, Cargill, etc.

La forma de venta es a través de contratos y la unidad de medida son las Toneladas Métricas.

Después del contrato con la casa compradora, esta es la encargada de colocar el azúcar en algún país del mundo, según los precios y especificaciones (tabla I) que a esta le convengan.

Algunos de los países a los que se ha enviado azúcar durante la última zafra (2004 – 2005) son los siguientes: Canadá, Chile, China, Chiwan Llantina, Corea, Estados Unidos, Haití, Hong Kong, Inchon Korea, Indonesia, Jamaica, Kaohsiung Taichung Huangpu, República Dominicana, Shanghai, Singapur, Taiwan y Venezuela.

Tabla I Especificaciones del azúcar de exportación

| Calidad de Azúcar | Humedad Máx. (%) | Color (ICUMSA) | Polarización (%) | Vitamina A (PPM) |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Refinado Exportación | 0.04 | Máx. 40 | 99.80 | N/A |
| Superior | 0.04 | 61 – 200 | Min. 99.60 | N/A |

Fuente: E&D Man

1.2.3.2. Mercado interno

El encargado del mercadeo del azúcar en Guatemala es MAQXSA (Máquinas Exactas S. A.), estos se encargan de la comercialización del azúcar para el consumidor final. MAQXSA elabora su proyección de ventas para 12.75 meses del año azucarero que abarca de noviembre a octubre. En el 2005 las ventas se estiman en 13, 600,000 sacos de 50 Kg.

MAQXSA elabora un plan de logística para cada Ingenio, en donde se especifican cantidades y cualidades de azúcar (tabla II), de acuerdo a esto cada Ingenio elabora su plan de producción.

Después de producida el azúcar viene el proceso de reempaque para los clientes finales (menudeo), es decir, darle la marca al azúcar (Oriente, Río Dulce, Caña Real, Justo Cabal, etc.), esto según las necesidades del mercado en su momento. Este reproceso se lleva a cabo en cualquiera de los cuatro centros de empaque instalados en Guatemala, siendo estos los siguientes: CEMP Ingenio Pantaleón, CEMP Ingenio Santa Ana, CEMP Kalel Retalhuleu y CEMP Palín Escuintla. A estos centros de empaque llega azúcar proveniente de cualquier Ingenio guatemalteco, según la región en la que estén ubicados.

La venta de este producto terminado se lleva a través de las distintas comercializadoras existentes en el país, estas se encuentran ubicadas por regiones (Central, Occidental, Nor-Oriente, etc.)

Cualquier reclamo o consulta se canaliza a través de la unidad de control de calidad de MAQXSA, quien es la encargada de controlar todo lo referente a la calidad del Azúcar, servicio al cliente, etc. Para los clientes industriales (Pepsi, Coca Cola, Bimbo, etc.) la comercialización se realiza a través de MERESA (Mercadeo Especializado) quien es el intermediario entre Ingenio y Cliente Industrial.

Tabla II Especificaciones del azúcar mercado interno

| Calidad de Azúcar | Humedad Max | Color | Polarización | Cenizas Max | Vitamina A |
|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| | (%) | (ICUMSA) | (%) | (%) | (PPM) |
| Refino Industrial | 0.04 | Max 60 | Min. 99.80 | 0.04 | 5.1-20 |
| Refino Premium (empacado) | 0.04 | Max 40 | Min. 99.80 | 0.04 | 5.1-20 |
| Superior | 0.04 | 61-200 | Min 99.60 | Max 0.08 | 5.1-20 |
| Estándar | 0.08 | 201-350 | Min 99.40 | 0.10 | 5.1-20 |
| Morena | 0.12 | 1000-2000 | Min. 98.00 | 0.15 | 5.1-20 |

Fuente: MAQXSA

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Proceso de elaboración de azúcar blanco

2.1.1. Descripción del proceso

a) Patios de Caña

La caña que llega del campo en vagones, se muestrea con una sonda mecánica oblicua o core sampler para determinar sus características de calidad como contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas.

A continuación, la caña se pesa con básculas electrónicas y se conduce a los patios donde empleando un sistema de grúas se almacena a granel o se dispone directamente en las mesas lavadoras para dirigirla al conductor que alimenta las picadoras. Las mesas lavadoras cuentan con un sistema de boquillas aspersoras de agua que lavan la caña y remueven las impurezas evitando su entrada al proceso (Figura 2).

Figura 2. Preparación de caña



Fuente: Fotografía patio de caña

b) Picadoras

La caña lavada se transporta por un sistema de conductores hacia las picadoras, que son ejes colocados sobre los conductores, accionados por turbinas, provistos de cuchillas que giran a una velocidad de 650 r.p.m., bajo las cuales se hace pasar el colchón de caña, que se fracciona abriendo las celdas para facilitar la extracción del jugo que contiene.

Los conductores están provistos de sensores de nivel que forman parte de un sistema automático de control de carga que regula la alimentación a las picadoras y molinos, para controlar la capacidad de molienda programada.

c) **Extracción del jugo.**

La extracción de jugo se da por medio de molinos, en donde la caña pasa entre pesados rodillos o mazas que extraen el jugo. El Tandem de molinos (Figura 3) consta de unidades múltiples que utilizan combinaciones de tres rodillos, a través de los cuales pasan sucesivamente la caña exprimida o bagazo. Para ayudar a la extracción de jugo se aplican aspersiones de agua o jugo diluido sobre la capa de bagazo según sale de cada unidad de molienda; lo anterior contribuye a extraer por lixiviación el azúcar. En las prácticas de molienda más eficientes, más del 95 % del azúcar contenido en la caña pasa al jugo; este porcentaje se conoce como la extracción de sacarosa, o más sencillamente, la extracción.

El bagazo final que sale del último molino contiene el azúcar no extraído, fibra leñosa y de un 45 a un 55 % de agua.

Figura 3. Tandem de molinos



Fuente: Fotografía Molinos Ingenio Santa Ana

d) Clarificación de jugo.

El jugo color verde oscuro procedente de los molinos es ácido y turbio. El proceso de clarificación, diseñado para remover las impurezas tanto solubles como insolubles, emplea en forma universal cal. La lechada de cal, la cual es alrededor de 460 ppm (CaO), neutraliza la acidez natural del jugo, formando sales insolubles de calcio, en su mayor parte fosfato de calcio. El calentamiento del jugo alcalizado hasta el punto de ebullición (220°F) o ligeramente arriba coagula la albúmina y algunas grasas, ceras y gomas; el precipitado así formado atrapa los sólidos en suspensión al igual que las partículas mas finas. Luego, la cal también ayuda a precipitar impurezas orgánicas o inorgánicas que vienen en el jugo y para aumentar o acelerar su poder coagulante, se eleva la temperatura del jugo encalado mediante un sistema de tubos calentadores, éste pasa a una torre de prefloculación, en donde además de agregar el polímero ó floculante, sirve como elemento amortiguador de entrada del jugo al clarificador.

Los lodos se separan del jugo clarificado por sedimentación y se filtran en tambores rotativos de filtración. El jugo filtrado regresa al proceso o pasa directamente al jugo clarificado y la torta de la prensa (cachaza) es desechada o se regresa a los campos como fertilizante. El jugo clarificado transparente y de un color parduzco pasa a los evaporadores sin tratamiento adicional.

e) Evaporadores.

El jugo clarificado tiene más o menos la misma composición que el jugo crudo extraído excepto las impurezas precipitadas por el tratamiento de cal, contiene aproximadamente 85% de agua. Dos terceras partes de esta agua se evaporan en evaporadores al vacío de múltiple efecto (Figura 4), los cuales

consisten en una sucesión (generalmente cuatro) de celdas de ebullición al vacío, o “cuerpos” dispuestos en serie de manera que cada cuerpo subsiguiente tiene un grado más alto de vacío y, por consiguiente, hierve a una temperatura más baja. Los vapores de un cuerpo hacen hervir de esta manera el jugo contenido en el siguiente cuerpo. Mediante este sistema, el vapor introducido en el primer cuerpo efectúa una evaporación de múltiple efecto. El vapor del cuerpo final pasa a un condensador. La meladura sale en forma continua del último cuerpo con aproximadamente 65% de sólidos y 35% de agua.

Figura 4. Evaporadores



Fuente: Fotografía de Evaporadores Ingenio Novo

f) **Clarificación de Meladura.**

Se añaden a la meladura o jarabe decolorante y ácido fosfórico, luego se calienta adicionándole sacarato y se airea junto con la adición de un polímero floculante. A continuación el jarabe floculado se pasa directamente a un clarificador (Figura 5), en donde se obtiene meladura clarificada e impurezas en suspensión.

El proceso de separación de la meladura clarificada de las impurezas se hace por medio de flotación, es reconocido como una herramienta eficiente para la seguridad de obtención de un azúcar de mejor calidad, especialmente en condiciones adversas de la materia prima, caña.

Figura 5. Clarificador Talo



Fuente: Fotografía Clarificador de meladura Ingenio Novo

g) *Cristalización.*

En la cristalización se produce la cantidad adecuada de cristales y se desarrollan homogéneamente para que sirvan de punto de partida para el desarrollo de masa tercera. Se forma condición de vacío al tacho designado para la cristalización, se introduce al tacho una cantidad de pies cúbicos de meladura y miel primera de acuerdo a un cálculo efectuado por el tachero considerando la pureza y el brix de dichos materiales para que la mezcla de un valor promedio ponderado de 76 de pureza y que al final de la concentración formen 700 pies cúbicos. Esto no tiene valores constantes debido a la gran variación en todo momento de producción de azúcar. Se concentra la mezcla hasta que llega al punto de saturación determinado por la experiencia del tachero o el punto que determine el medidor del brix. En el punto de saturación se introducen al tacho 410.80 ppm de semilla. Se espera de 2 a 4 minutos a que aparezcan los cristales del tamaño deseado.

Se introduce al tacho agua caliente por un periodo de 20 a 25 minutos para desarrollar el grano, cuidando que alcancen consistencia y uniformidad apropiadas. Se debe cuidar que el brix se mantenga con la mínima variación posible para evitar que se disuelvan los cristales.

Luego, se procede a alimentar con miel primera, esta se lleva a cristalización, la cual servirá para producir tres templeas de masa tercera.

h) ***Tachos al vacío.***

En el sistema de tres templeas, la primera ebullición de la meladura produce azúcar comercial y miel A, misma que se regresan al tacho al vacío para que vuelvan a hervir sobre un pie de masa cocida de primer grado y se forme una segunda masa cocida (B), la que a su vez produce una segunda carga de cristales. La miel B, o de segunda, tiene una pureza más baja y a su vez se vuelve a hervir sobre un pie de cristales de jarabe para formar una masa cocida de grado bajo o C. Estas masas cocidas de bajo grado permanecen durante varios días en los cristalizadores, donde se enfrían y mantienen en movimiento por medio de brazos agitadores. El azúcar C se mezcla con la meladura y se utiliza como semilla para masas cocidas A y B.

i) ***Centrifugación o purga; reebullición de las mieles.***

La masa cocida proveniente del mezclador o del cristalizador, se lleva a máquinas giratorias llamadas centrífugas (Figura 6). El tambor cilíndrico suspendido de un eje tiene paredes laterales perforadas forradas en el interior con tela metálica, entre ésta y las paredes hay láminas metálicas que contienen de 400 a 600 perforaciones por pulgada cuadrada. El tambor gira a velocidades que oscilan entre 1000 y 1800 rpm.

El revestimiento perforado retiene los cristales de azúcar que pueden lavarse con agua. La miel pasa a través del revestimiento debido a la fuerza centrífuga ejercida (de 500 hasta 1800 veces la fuerza de gravedad), y después de que el azúcar es purgado, se corta, dejando la centrífuga lista para recibir otra carga de masa cocida.

Las máquinas modernas son exclusivamente del tipo de alta velocidad (o de una alta fuerza de gravedad) provistas de control automático para todo el ciclo. Los azúcares de un grado pueden purgarse utilizando centrifugas continuas.

Figura 6. Centrifugas

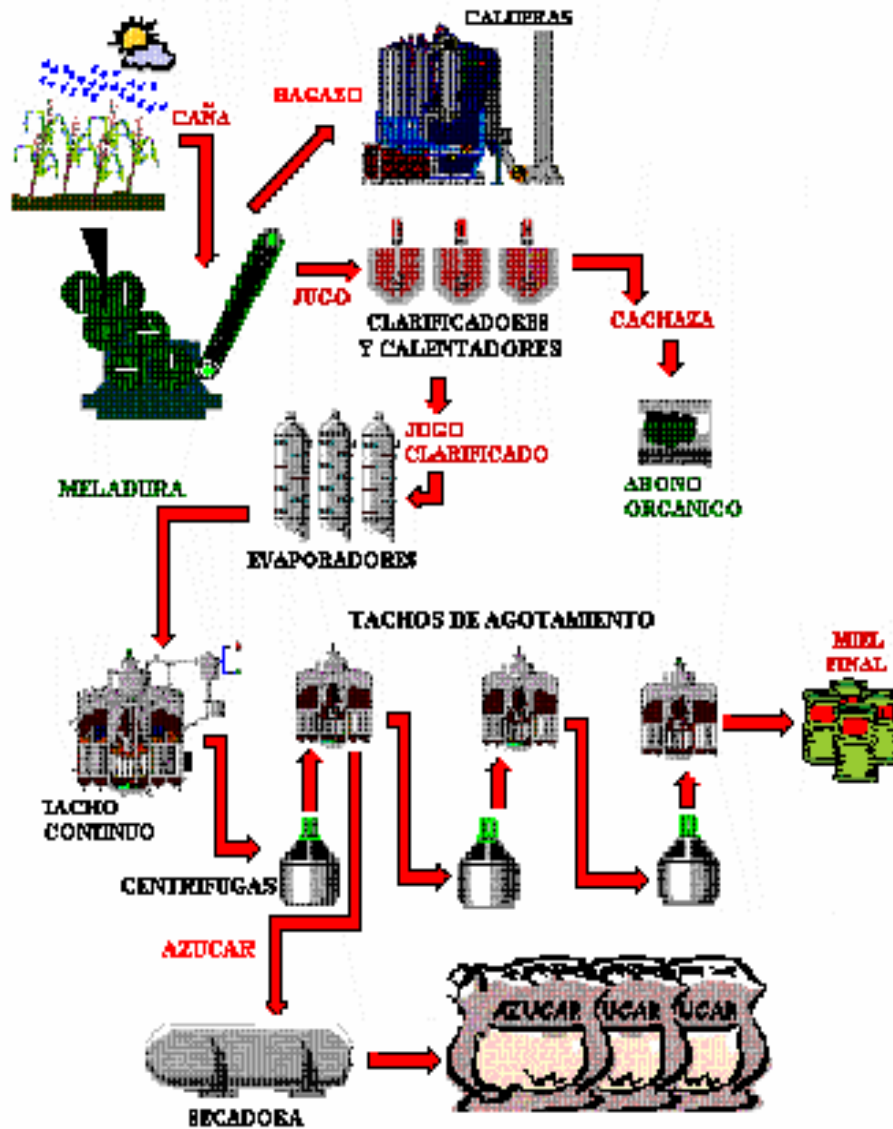


Fuente: Fotografía Centrifuga Ingenio Santa Ana

2.1.2. Diagrama de flujo del proceso

La figura 7 describe el proceso de producción de azúcar y sus derivados (miel final y cachaza).

Figura 8. Proceso de producción de azúcar y sus derivados



Fuente: Ingenio Azucarero Guatemala

2.2. Clarificación de meladura

2.2.1. Descripción del proceso

a) Principios de la flotación

La flotación es un proceso de separación sólido-líquido y líquido-líquido donde los materiales en suspensión en un líquido son adheridos a burbujas de aire u otro gas, tornándolos más leves que el medio en el que se encuentran. Los grumos formados tienden a flotar en la superficie, de dónde son removidos en la forma de un lodo o espuma. La flotación de meladura envuelve las siguientes etapas principales: condicionamiento de la meladura, ajuste de temperatura, aireación, macro-floculación y separación de fases.

La etapa inicial de condicionamiento consiste en la "preparación" de las partículas presentes en el medio para la flotación, a través de uno o más procesos físico-químicos que tornan esas partículas hidrófobas (aversión a el agua), forzando su precipitación en la forma de pequeños grumos (microgrumos), de separación más fácil. Para que la reacción de precipitación sea bien conducida es fundamental escoger adecuadamente los puntos de adición de los insumos químicos que inducirán a la floculación. Debe ser considerado, entre otros, el tiempo de reacción de cada insumo químico, para obtener la homogenización necesaria. Después del acondicionamiento, puede ser necesaria una etapa de calentamiento para acelerar las reacciones y reducir la viscosidad de medio.

A continuación se tiene la etapa de aireación (la formación de pequeñas burbujas de aire), ocurre por el atrito entre las grandes burbujas introducidas en medio y el líquido que se disloca a altas velocidades y, por tanto, propensas a flotación. El tamaño y la cantidad de burbujas de aire generadas son factores fundamentales para el buen desempeño del proceso. Burbujas muy grandes causan turbulencia en el medio, que impiden su contacto con las partículas. De forma ideal, las burbujas de aire y las partículas deben tener tamaños semejantes, variando entre 10 y 200 micra. Con burbujas más pequeñas de 10 micra la flotación es muy lenta y, por la hidrodinámica del líquido, el contacto entre las burbujas y las partículas es más difícil. Arriba de 200 micra, las burbujas son grandes y causan turbulencia en el líquido. Sistemas de aireación inadecuados comprometen el desempeño de todo el proceso de flotación, siendo ésta la deficiencia más encontrada en los procesos antiguos existentes.

Una etapa complementaria de macro-floculación es necesaria para agrupar las partículas (o microgrumos) con las burbujas de aire, llevando la formación de grandes grumos (macro-grumos) de baja densidad. El aumento del diámetro de la partícula puede ser logrado con la adición de un agente floculante, que provoca la aglomeración de varias partículas en un grumo. Mientras, existe un límite óptimo para el aumento de diámetro por floculación. Desde un determinado tamaño, un pequeño aumento en el diámetro del grumo requiere la adhesión de un gran número de partículas, exigiendo, a su vez, una gran cantidad de agentes floculantes. La separación de las fases es realizada en un tanque flotador, donde las partículas o grumos menos densos que el líquido encuentran condiciones favorables para desplazarse con relación al líquido, acumulando en la superficie como una densa espuma (lodo), que es removida por raspadores mecánicos de superficie. Tal remoción debe ser adecuada para mantener una camada de lodo ideal que favorezca la concentración de las impurezas sin destruir los grumos flotados.

Después la remoción de esa espuma se tiene una fase líquida exenta de partículas y de grumos en suspensión.

b) Sistemas de Aireación Usualmente Empleados

La etapa de aireación puede ser considerada el corazón del proceso de Flotación. Existen formas diferentes por las cuales las burbujas de aire pueden ser introducidas en el proceso, siendo las más usuales para la Flotación de meladura la dispersión mecánica del aire (Flotación por aire disperso) y la disolución y posterior nucleación del aire en la suspensión (Flotación por aire disuelto). En general, la introducción de aire por dispersión mecánica ocurre por el burbujamiento de aire (natural o forzado) bajo las palas de un agitador a alta velocidad o por el burbujamiento de aire a través de una membrana porosa. La formación de pequeñas burbujas de aire ocurre por el atrito entre las grandes burbujas introducidas en medio y el líquido que se separa a altas velocidades.

Esta forma presenta como ventaja la posibilidad de introducir en el líquido una cantidad muy grande de aire. Como desventajas se tiene: la formación de burbujas de aire relativamente grandes y con grandes diferencias de tamaño, que dificultan su adhesión a las partículas; la grande turbulencia causada por el burbujador que puede provocar la quiebra de los grumos formados; y un considerable consumo de energía.

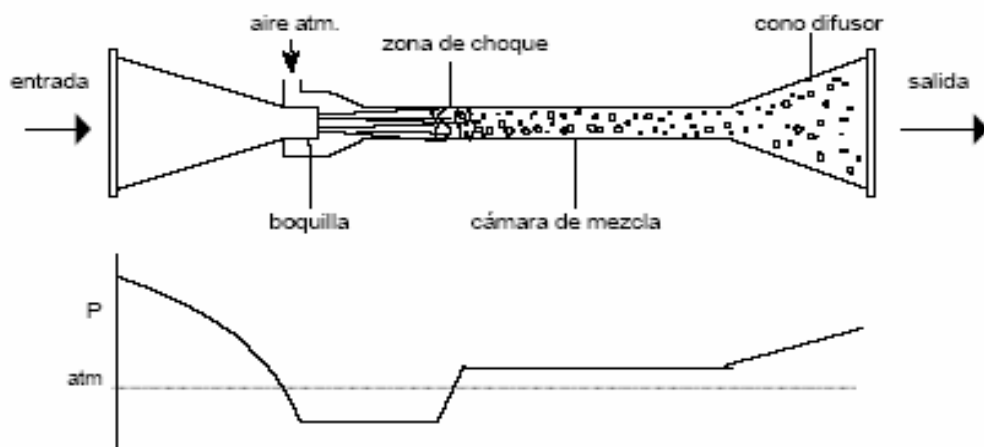
La Flotación por aire disuelto se basa en el principio de la solubilidad de un gas en un líquido al ser mayor, en cuanto más grande sea la presión estática en el medio. La aireación por aire disuelto es lograda por el aumento de la presión inicial del líquido en contacto con aire que causa su disolución en medio. Enseguida la presión de medio es reducida, tornando el líquido supersaturado.

Ocurre entonces la nucleación/precipitación del exceso de aire en la forma de minúsculas burbujas (micro-burbujas), que se forman junto a las partículas en suspensión, que actúan como núcleos de precipitación. En ese proceso, las burbujas de aire formadas son pequeñas (posibilitando la separación de partículas de dimensiones reducidas), y se forman exactamente donde deben "actuar", o sea, junto a las partículas, que se constituye en la gran ventaja de ese proceso. En contrapartida, la desventaja de ese principio está en la limitación práctica de la cantidad de aire que puede ser agregada, la cual depende de la diferencia entre las solubilidades del aire en el medio a alta y a baja presión. Como la solubilidad del aire en soluciones acuosas decrece con el aumento de la temperatura y con el aumento del tenor de sólidos disueltos (brix), en procesos al caliente y/o con elevado tenor de sólidos disueltos, la cantidad de aire disponible para la flotación puede ser pequeña y, en muchos casos, insuficiente para promover la flotación de todas las partículas en suspensión. Es común observar sistemas de flotación de meladura por aire disuelto que no operan adecuadamente cuando el "brix" y/o la temperatura de la meladura es más grande. Otras desventajas de ese proceso consisten en el mayor consumo de energía y en la necesidad de un compresor para la adición de aire en medio.

El sistema de aireación por eyectores de mezcla, es una interesante forma de aireación, que combina las ventajas de los dos procesos anteriores. En el interior de esos sistemas (Figura 8), el líquido es acelerado en un venturi, cambiando presión estática por velocidad de escurrimiento. Con eso, se genera vacío a la salida de la boquilla del eyector, succionando aire atmosférico que fluye paralelamente con el líquido en dirección a la cámara de mezcla del equipo. En esa cámara ocurre la desaceleración de medio y la consecuente permuta de velocidad de escurrimiento por energía de cisión y presión estática.

En determinado punto de esa cámara (zona de choque), ocurre un "choque" del aire con el líquido, promoviendo un íntimo contacto entre las fases. En la zona de choque, la presión estática se eleva inmediatamente, al mismo tiempo en el que el atrito y la cisión causados provocan la dispersión del aire en el líquido en la forma de micro-burbujas. La mezcla líquido-aire pasa entonces por un área del equipo donde es concluida la permuta velocidad-presión estática. Con el aumento de la presión estática se tiene la disolución de una parte del aire disperso en el medio, originando un medio prácticamente saturado con aire disuelto, conteniendo también una gran cantidad de micro-burbujas de aire, finamente divididas y dispersas. De esa forma, en la aireación con eyectores de mezcla, las burbujas son producidas tanto por proceso de aire disuelto cuanto por proceso de aire disperso, sin limitaciones prácticas de la cantidad de aire que puede ser agregada, y sin la necesidad de compresores de aire, garantizando óptima eficiencia con bajo costo de inversión y reducido consumo energético, mismo cuando se opera con "brix" alto y temperatura de meladura elevada.

Figura 8. Sistema de aireación por eyector de mezcla - Perfil de Presión



Fuente: Imagen de eyector

c) Clarificación de meladura

La primera etapa consiste en la secuestración de las impurezas que dan color a meladura a través de la adición de producto surfactante catiónico, en general una poliamina acíclica o un cuaternario de amonio derivado de ácidos grasos, que actúa específicamente junto a los compuestos colorantes de la meladura. El surfactante (positivo) y los compuestos colorantes (negativos) se adhieren físico-químicamente a través de sus sitios polares, formando un precipitado impagable de naturaleza hidrofóbica. Debido a su costo considerable, el agente decolorante debe ser dosificado con atención, y de acuerdo con la necesidad. En casos donde el color del azúcar ya se encuentra próxima al deseado, la adición de agente decolorante puede ser reducida significativamente, o hasta eliminada.

Después la adición de decolorante viene la etapa de micro-floculación de las impurezas, hecha a través de la adición de ácido fosfórico (u otra fuente de fosfato) y sacarato de calcio (mezcla de jugo de caña o meladura con hidróxido de calcio). En pH apropiado tales productos reaccionan para formar la sal insoluble de fosfato de calcio, que promueve a co-precipitación de las impurezas en la meladura, incorporándolas a sus grumos. La micro-floculación, es responsable de una considerable reducción en la turbidez (desde un 40 hasta un 70 %) y en la cantidad de las partículas en suspensión en la meladura, así como alguna reducción en su color bruto (hasta un 35%).

Cuando no es hecha la adición de decolorante, el color ICUMSA de la meladura sufre apenas una pequeña reducción durante la etapa de micro-floculación. Con la etapa de micro-floculación se tiene una reducción en los residuos insolubles y puntos negros hasta niveles bastantes bajos, juntamente con un aumento en la reflectancia del azúcar y una pequeña reducción en su color ICUMSA.

Después a micro-floculación, la meladura es calentada hasta 80-85°C para reducir la viscosidad del medio, acelerar las reacciones de precipitación y floculación de la etapa anterior, y reducir la solubilidad de la sal de fosfato de calcio que, al contrario de otras sales, es menos soluble a lo caliente que a lo frío. Para evitar incrustación en los calentadores, el sacarato de calcio puede ser agregado a la meladura, después, el calentamiento del aire admitido al proceso, es disuelto en la meladura, en consecuencia del perfil de presiones que existe en el interior del equipo de aireación. Por las características del sistema, que concilia la aireación por aire disperso con la aireación por aire disuelto, la aireación lograda permite la introducción de burbujas de aire en la cantidad y calidad necesarias para la perfecta flotación de todas las impurezas presentes en el medio, cualquiera que sea la naturaleza de la meladura. Debido a su naturaleza hidrófoba, los grumos constituidos por los precipitados que fueron formados por el decolorante y surfactante (agente decolorante) se adhieren firmemente a las burbujas de aire, formando grumos bastantes estables.

Después de la aireación ocurre la etapa de macro-floculación de las impurezas a través de la adición de un polieletrólito floculante aniônico a la base de poliacrilamidas.

El polímero se agrega a varios micro-grumos de impurezas, formando macro-grumos que aprisionan las burbujas de aire que se encuentran dispersas en el medio. Los macro-grumos así formados presentan densidad inferior a la densidad de la meladura y flota.

En el flotador los grumos con aire se dislocan en régimen laminar en dirección a la superficie, donde se acumulan formando una espesa y oscura camada de lodo. Al mismo tiempo, la meladura clarificada con coloración (15000 ICUMSA), turbidez reducida hasta un 70%, pureza de 88 y viscosidad reducidas, y exentas de impurezas en suspensión, se acumula en la parte inferior del equipo. El lodo sobrenadante es removido del sistema por medio de raspadores de superficie, siendo normalmente enviado para el tanque de jugo mezclado. La meladura clarificada, por su vez, es removida por el fondo del flotador y enviada para los tanques de cristalización. La concentración y la espesura de la camada de lodo flotado son reguladas por el nivel de operación del flotador, que es ajustado a través de la válvula de control de nivel del tanque (Figura 9).

Figura 9 Clarificador Talo de floculación con retención

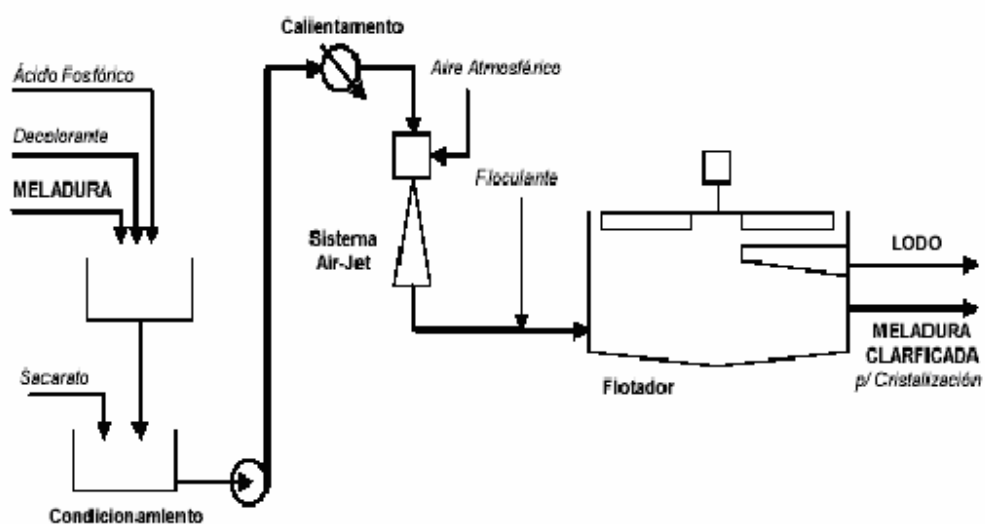


Fuente: Fotografía Clarificador de meladura

2.2.2. Diagrama de flujo del proceso

La figura 10 describe el proceso general para la clarificación de meladura en un ingenio azucarero.

Figura 10. Proceso de clarificación de meladura



Fuente: Diagrama clarificación de meladura Ingenio Novo

2.3. Importancia de la clarificación de meladura en el proceso de elaboración de azúcar blanco

En los Ingenios, la calidad del azúcar está asociada a la eficiencia del proceso de clarificación de la meladura. La falta de un tratamiento eficaz de la meladura se traduce en un azúcar de menor calidad, con incidencia más grande de color, impurezas y puntos negros.

Los sistemas de clarificación de meladura existentes en la mayoría de los ingenios, se da por flotación, esto por medio del proceso de sulfitación, decoloración y floculación catiónica, con el fin de eliminar impurezas y materias colorantes.

De forma general, la decisión de inversión en nuevos sistemas de Flotación de meladura o en reactivación optimizada de sistemas existentes, pasa por una evaluación de la relación costo/beneficio de la operación.

Los beneficios directos de la operación de una unidad de Flotación de meladura son, en gran parte, debidos al aumento del valor agregado del azúcar de mejor calidad producido (figura 11 y tabla III), siendo este beneficio definido por el mercado y, consecuentemente, dependiente de sus oscilaciones.

Del lado de los costos, el gasto con insumos químicos auxiliares del proceso representa un de los ítems de más importancia y depende, entre otros factores, de la eficiencia del departamento.

Considerándose la tendencia del mercado de azúcar por un lado, y la disponibilidad de tecnologías más confiables y eficientes que presenten menores costos operacionales por otro lado, la utilización de nuevos sistemas de Flotación de meladura o la optimización de sistemas existentes, se vuelve fundamental.

Figura 11. Comparación meladura cruda (izquierda) y meladura clarificada (derecha)



Fuente: Foto Laboratorio control de calidad

Tabla III. Especificaciones de meladura con y sin decolorante

| Ítem | Sin decolorante | Con decolorante |
|--|------------------------|------------------------|
| Reducción de color ICUMSA – Meladura | 5 a 15 % | 15 a 35 % |
| Reducción de turbidez – Meladura | 40 a 70 % | |
| Residuos insolubles no azúcar (1 a 10) | 2 a 5 | |

Fuente: Laboratorio control de calidad

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN EN LA ORGANIZACIÓN

3.1 Diagnóstico de la situación

Por medio de la investigación de campo, se observó que el proceso de clarificación de meladura tiene iniciada la documentación requerida por la gestión de calidad (inciso 4.1.1.1), dicha documentación se encuentra en un 45 % aproximadamente; en las tablas 4 y 5 se detallan los documentos encontrados y los no encontrados, los resultados se obtuvieron por medio de una encuesta (Figura 12).

Figura 12. Encuesta

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA MECÁNICA INDUSTRIAL



FORMATO ENCUESTA

Con la siguiente encuesta se pretende determinar cuales son los requisitos de la norma ISO 9000 que se cumplen dentro del departamento de clarificación de meladura.

En los casos en donde el documento se encuentre en proceso de elaboración marcar en Otros.

1. ¿Esta la dirección comprometida con el departamento para iniciar la documentación del sistema de gestión de calidad?

Si _____ No _____

2. ¿Existe en el departamento un sistema de gestión de calidad establecido?

Si _____ No _____

Continuación figura 12.

3. ¿Esta la dirección comprometida con el departamento para la implementación del sistema de gestión de calidad?

Si____ No____

4. ¿Están definidas las responsabilidades y autoridades dentro del departamento?

Si____ No____

5. ¿La dirección revisa los procedimientos, formatos, instructivos y registros del departamento?

Si____ No____

6. ¿Proporciona la dirección los recursos necesarios para implementar y mantener el sistema de gestión de calidad?

Si____ No____

7. ¿Se tienen controlados los documentos existentes?

Si____ No____

8. ¿Se puede asegurar la conformidad del sistema de calidad?

Si____ No____

Continuación figura 12.

9. ¿Se llevan a cabo auditorias internas para determinar el avance del sistema de gestión de calidad?

Si _____ No _____

10. ¿Está establecida la política de calidad dentro del departamento?

Si _____ No _____

11. ¿Existen procedimientos establecidos para establecer el proceso de clarificación de meladura?

Si _____ No _____

12. ¿Existen instructivos que se apliquen al proceso de clarificación de meladura?

Si _____ No _____

3.1.1. Requisitos encontrados de la norma ISO 9001:2000

Los requisitos encontrados en la organización de acuerdo a la encuesta (figura 12) son los que se describen en la tabla IV.

Tabla IV Situación encontrada

| Situación | Encontrado o Iniciado |
|--|------------------------------|
| Responsabilidad de la dirección | X |
| Compromiso Gerencial | X |
| Responsabilidad, autoridad y comunicación | X |
| Revisión por Dirección | X |
| Gestión de los recursos | X |
| Control dispositivos de seguimiento y medición | X |
| Medición análisis y mejora | X |
| Seguimiento y medición | X |

Fuente: Datos recopilados de encuesta

3.1.2. Requisitos no encontrados de la norma ISO 9001:2000

Los requisitos no encontrados en la organización de acuerdo a la encuesta (figura 12) son los que se describen en la tabla V.

Tabla V Situación no encontrada

| Situación | No encontrado o no iniciado |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Sistema de gestión de la calidad | X |
| Política de calidad | X |
| Procedimiento | X |
| Instructivos | X |

Fuente: Datos recopilados de encuesta

3.1.3 Modelos de calidad existentes en el departamento de meladura

a) Mejora Continua

La mejora continua de los procesos sirve para afianzar la competitividad de la organización, satisfacer de mejor forma a los usuarios y hacer más eficientes los recursos.

Con el fin de mejorar los procesos se tiene a asesores que se encargan de los diseños de las mejoras y el gerente, los jefes y supervisores, que se encargan de la implementación y evaluación de los mismos. Estos nuevos diseños sirven para mejorar la eficiencia del sistema, el equipo se apoya con los departamentos de control de calidad y automatización para medirla. Estas mejoras sirven para optimizar tiempos de operación, minimizar costos y optimizar recursos.

Se está implementando un sistema de mantenimiento, el cuál sirve para determinar tiempos muertos y de vacío por averías o tiempos de preparación, ajuste de equipos, eficiencia global de los equipos, tiempos de

carga, tiempo operativo, tiempo operativo real, tiempo operativo eficiente, tiempo medio por fallo, tasa de averías, ineficiencias por averías, tasas de mejora por mantenimiento y tasa de realización de mantenimiento planificado.

En el área de recurso humano, se tienen capacitaciones y certificación por competencias laborales, esto hace que el personal sea calificado y especializado en el área de trabajo.

b) Programa SOL (Seguridad, Orden y Limpieza)

Este programa concientiza sobre que una empresa ordenada y limpia:

- Tiene una productividad más elevada.
- Fabrica menos productos defectuosos.
- Puede hacer más entregas en el plazo previsto.
- Hace más agradable el ambiente de trabajo.
- Disminuye la frecuencia de accidentes
- Mejora la calidad de vida laboral.
- Permite tener un mejor control sobre algunos impactos ambientales
- Tiene una mejor imagen externa.

En resumen, el objetivo del programa es concientizar a las personas sobre la necesidad y las ventajas de operar en su ámbito de trabajo dentro de un marco de orden y limpieza, que asegure una mejor calidad de vida laboral, aplicando una determinada metodología de trabajo.

El control se lleva a cabo por medio de auditorias, en donde el área auditada será calificada conforme los resultados obtenidos del formato (ver figura 13).

El auditor evalúa los resultados y proporciona acciones correctivas para el área auditada.

Figura 13. Formato Auditoría Programa SOL

AUDITORIA DEL PROGRAMA SOL

ÁREA A AUDITAR:

FECHA:

AUDITORIA No.

RESPONSABLE DEL ÁREA:

AUDITOR:

| FACTOR A CHEQUEAR | DESCRIPCION DE DEMÉRITOS APLICABLES | DEMÉRITOS | | | |
|--|--|-----------|-----|------|-----------------|
| | | BUENO | REG | MALO | TOTAL DEMÉRITOS |
| a. SEGURIDAD | | | | | |
| <i>PUESTO DE TRABAJO</i> | | | | | |
| Uso de elementos de protección personal | Uso inadecuado de los elementos de protección personal | -5 | -10 | -15 | |
| Seguridad en máquinas y equipo | Condiciones mecánicas que puedan ofrecer riesgos para los trabajadores. | -5 | -10 | -15 | |
| PUNTEO (100-TOTAL DEMÉRITOS) | | | | | |
| <i>EMERGENCIA</i> | | | | | |
| Equipo Contra Incendio | Equipo contra incendio (defectuoso, inadecuado y falta de señalización) | -5 | -10 | -15 | |
| Ruta de Evacuación | Sin Señalización de rutas de evacuación | -5 | -10 | -15 | |
| PUNTEO (100-TOTAL DEMÉRITOS) | | | | | |
| <i>AMBIENTE</i> | | | | | |
| Señalización preventiva | Inexistencia de señalización para vías de circulación, materia prima, producto en proceso, producto terminado, uso de EPP, zonas peligrosas, equipo contra incendio, advertencia, etc. | -5 | -10 | -15 | |
| Edificios | Estado de pisos, escaleras, paredes, techos que representen riesgo para la población trabajadora. | -5 | -10 | -15 | |
| PUNTEO (100-TOTAL DEMÉRITOS) | | | | | |
| b. ORDEN | | | | | |
| <i>EN AREA DE TRABAJO</i> | | | | | |
| Evacuación | Objetos que obstaculicen las vías y salidas dispuestas como de evacuación | -5 | -10 | -15 | |
| Vías de circulación | Objetos tirados en las vías de circulación | -5 | -10 | -15 | |
| PUNTEO (100-TOTAL DEMÉRITOS) | | | | | |
| <i>EN PUESTO DE TRABAJO</i> | | | | | |
| Disposición de materiales y herramientas de trabajo. | Incorrecta colocación de materiales y herramientas (para trabajar y que no este usando) | -5 | -10 | -15 | |
| Areas de trabajo | Incorrecta colocación de los elementos que se estan trabajando (para trabajar y que no se esten trabajando) | -5 | -10 | -15 | |
| PUNTEO (100-TOTAL DEMÉRITOS) | | | | | |

Fuente: Recursos humanos Ingenio Santa Ana

Continuación figura 13. Formato Auditoría SOL

| c. LIMPIEZA | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|
| <i>PERSONAL</i> | | | | |
| Higiene y limpieza personal | Mala presentación personal | -5 | -10 | -15 |
| Limpieza de EPP. | Elementos de Protección Personal | -5 | -10 | -15 |
| PUNTEO (100-TOTAL DEMÉRITOS) | | | | |
| <i>PUESTO DE TRABAJO</i> | | | | |
| Limpieza de máquina, estructuras, mesas, equipos. | Máquinas, mesas, equipos, estructuras con acumulación de polvo, aceites, etc. | -10 | -20 | -30 |
| PUNTEO (100-TOTAL DEMÉRITOS) | | | | |
| <i>DEPARTAMENTO</i> | | | | |
| Limpieza de paredes, ventanas, columnas. | Paredes, ventanas y columnas con acumulación de polvo y manchas | -3 | -7 | -9 |
| Limpieza de pisos | Pisos sucios | -3 | -7 | -9 |
| Limpieza de techos, tuberías, ductos, lámparas | Techos, tuberías y lámparas con polvo, manchas, etc. | -3 | -7 | -9 |
| PUNTEO (100-TOTAL DEMÉRITOS) | | | | |
| PUNTEO PROMEDIO: | | | | |

Fuente: Recursos humanos Ingenio Santa Ana

3.2 Análisis del diagnóstico

3.2.1 Análisis de los requisitos encontrados y no encontrados

Según los datos recolectados de la encuesta realizada el departamento de clarificación de meladura no cumple con todos los requisitos citados en la norma ISO 9000, se puede mencionar lo siguiente:

- a) Existe disponibilidad de recursos e información para asegurar las distintas operaciones que se realizan dentro del departamento.
- b) No existe un procedimiento documentado.

- c) No existe un procedimiento documentado que regule el control de los registros generados.
- d) No existen instructivos documentados utilizados por el personal
- e) No existe una política de calidad establecida.

3.2.2. Recomendaciones para el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2000

Es necesario que se elabore el procedimiento general de clarificación de meladura, para que el proceso se lleve a cabo conforme lo descrito en él.

Los instructivos son documentos importantes dentro de la documentación, se deben elaborar los instructivos del proceso de clarificación de meladura.

Se necesita el establecimiento de la política de calidad, ya que en ella se describen los estándares de calidad.

Es conveniente que realicen cursos más especializados y constantes para los empleados de todos los niveles jerárquicos de la organización para que cada uno de ellos tenga conocimiento de lo que es un sistema de gestión de calidad enfocado en ISO 9001:2000, esto con el fin de que tengan el conocimiento para aplicarlo en cada una de las áreas de la organización.

Se debe completar la documentación ya iniciada del sistema de gestión de calidad luego de recibir los cursos, ya que de después de esto el personal estará en capacidad de entender y elaborar la documentación.

4. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE DOCUMENTACIÓN.

4.1 Elementos aplicables de la norma ISO 9000 para la documentación

4.1.1. Sistema de gestión de calidad

Debido a la implementación de un sistema de gestión de calidad la organización puede dirigir y controlar con calidad todos sus procesos.

4.1.1.1. Requisitos de la documentación

El departamento debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de la ISO 9001:2000.

La organización debe:

- a) Identificar el proceso del sistema de gestión de calidad y su aplicación a través del departamento.
- b) La secuencia e interacción de las actividades del proceso.
- c) Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de esos procesos sean eficientes.

- d) Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento del proceso.
- e) Establecer las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua del proceso.

4.1.1.2. Manual de calidad

El departamento debe establecer y mantener un manual de calidad que incluya: el alcance del sistema de gestión de calidad, incluyendo los detalles y las justificaciones de cualquier exclusión; el procedimiento documentado y una descripción de la interrelación de las actividades del proceso.

4.1.1.3. Control documentos

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse (5.3.1.5.3). Los registros son un tipo especial de documento y deben controlarse de acuerdo con los requisitos citados en control de los registros (4.1.1.4)

4.1.1.4. Control de registros

Los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de calidad. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables (5.3.1.5.4).

4.1.2. Responsabilidad de la dirección

4.1.2.1. Política y objetivos de calidad

La dirección debe asegurarse de que la política de calidad (5.3.1.5.6):

- a) Sea adecuada al propósito del departamento,
- b) Incluye un compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de calidad.
- c) Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de calidad.
- d) Es comunicada y entendida dentro del departamento.

4.1.2.2. Responsabilidad, autoridad y comunicación

- a) Responsabilidad y autoridad. La dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades están definidas y son comunicadas dentro del departamento (5.3.1.5.7).
- b) Representante de la dirección. El departamento debe designar un miembro de la dirección quien, con independencia de otras responsabilidades, debe tener la responsabilidad y autoridad que incluya:
 - asegurarse de que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para el sistema de gestión de calidad,
 - informar a la dirección sobre el desempeño del sistema de gestión de calidad y cualquier necesidad de mejora,
- c) Comunicación interna. La dirección debe asegurarse que se establecen los procesos de comunicación apropiados dentro de la organización.

4.1.2.3. Revisión por la dirección

La dirección debe, a intervalos planificados, revisar el sistema de gestión de calidad de la organización, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas (5.3.1.5.8).

4.1.3. Gestión de recursos

4.1.3.1. Provisión de recursos

El departamento debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para implementar y mantener el sistema de gestión de calidad y mejorar continuamente su eficacia (5.3.1.6.1).

4.1.3.2. Recurso humano

El personal que realice trabajos que afecten a la calidad del producto debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencias (5.3.1.6.1.2). El departamento debe:

- a) Determinar la competencia necesaria para el personal que realiza trabajos que afecten la calidad del producto.
- b) Proporcionar formación o tomar otras acciones para satisfacer dichas necesidades.
- c) Evaluara la eficacia de las acciones tomadas.
- d) Asegurarse de que el personal es conciente de la pertinencia e importancia de sus actividades.

- e) Mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia.

4.1.4. Medición, análisis y mejora

El departamento debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora (5.3.1.7) necesarios para:

- a) Demostrar la conformidad del producto.
- b) Asegurarse de la conformidad del sistema de calidad.
- c) Mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de calidad.

4.1.4.1 Seguimiento y medición

4.1.4.1.1 Auditoría interna

El departamento debe llevar a cabo a intervalos planificados auditorías internas para determinar si el sistema de gestión de calidad:

- a) Es conforme con las disposiciones planificadas con los requisitos de la norma ISO y con los requisitos del sistema de gestión de calidad.
- b) Se ha implementado y se mantiene de manera eficaz.

4.1.4.1.2. Seguimiento y medición del proceso

El departamento debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados.

Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto.

4.2 Documentos que deben existir

4.2.1. Manual de calidad

El Manual de Calidad es en donde se establece el sistema de gestión de calidad, la política y objetivos de calidad del departamento de clarificación de meladura, de acuerdo a la norma ISO 9001:2000.

4.2.2. Procedimientos

Forma especificada de la interacción de las actividades que se llevan a cabo para la realización de un proceso. Los procedimientos deben controlarse de acuerdo a lo especificado en control de los documentos (4.1.1.3). Todos los documentos descritos en la tabla VI, deben cumplir con los requisitos de presentación establecidos dentro de la misma.

Tabla VI Contenido de documentos

| DOCUMENTOS | | | |
|-----------------------------|---------------|-------------|-----------|
| Contenido | Procedimiento | Instructivo | Registros |
| 1. Objetivo | A | A | N/A |
| 2. Alcance | A | N/A | N/A |
| 3. Documentos referenciales | O | O | N/A |
| 4. Definiciones | O | O | N/A |
| 5. Descripción del proceso | A | A | N/A |
| 5.1 Diagrama de flujo | A | O | N/A |
| 5.2 Matriz plan | A | N/A | N/A |
| 5.3 Contingencias | A | O | N/A |
| 6 Recomendaciones | O | O | N/A |
| 7. Anexos | O | O | N/A |

A - Aplica

N/A - No aplica

O – Optativo

Fuente: Datos recopilados en investigación

4.2.3. Instrucciones de trabajo

Las instrucciones de trabajo, son una lista de actividades, en donde se especifica el uso de determinado equipo, o en donde se requiere de algún tipo de cuidado especial de seguridad e higiene industrial. Las instrucciones de trabajo deberán estar bajo el mismo formato de los procedimientos (ver tabla VI, contenido de los documentos)

4.2.4. Registros de la documentación de calidad

Los registros deben contener evidencia objetiva directa o indirecta, de que el producto reúne los requisitos especificados y es conforme con las exigencias legales y contractuales.

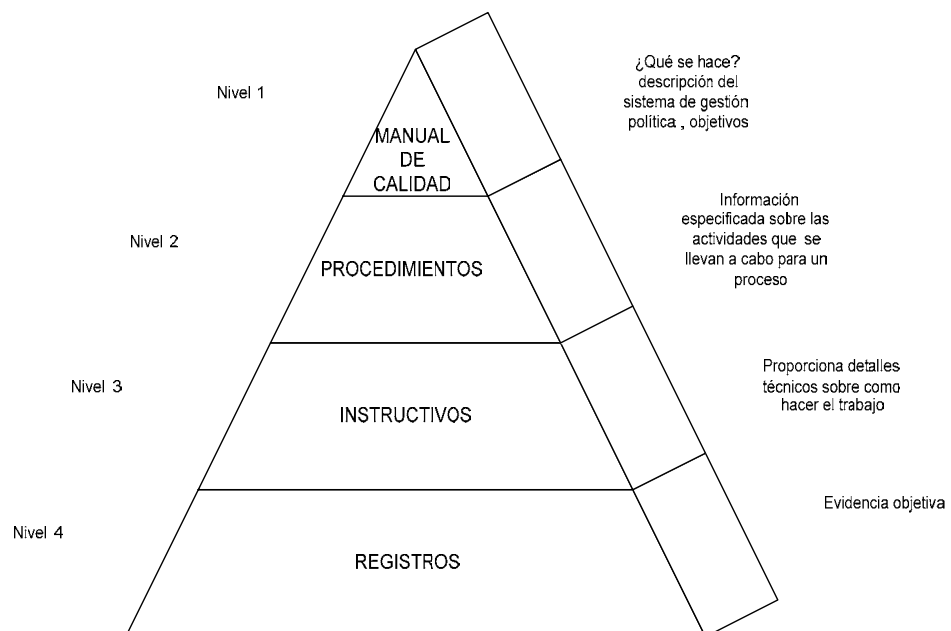
Además, indican que los elementos del sistema de gestión de calidad han sido implantados, tal y como dispone la norma ISO 9001:2000, es decir, que el sistema es eficaz. Los registros llevan un formato independiente, cada usuario la definirá.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DOCUMENTAL

5.1. Jerarquía de la documentación

Se deben establecer todos los elementos generales necesarios para la elaboración del Sistema Documental. Para realizar esta tarea se debe clasificar la documentación y definir su jerarquía utilizando un criterio único. Usualmente se utiliza el criterio de la pirámide que aparece en la figura 14, donde se ubica en el nivel más alto el Manual de Calidad, en el segundo nivel los procedimientos, en el tercer nivel instrucciones y en el cuarto nivel los registros.

Figura 14. Jerarquía de la documentación



Fuente: Datos recopilados en investigación

5.2. Autoridad y responsabilidad

El sistema de gestión de calidad establecido en el manual de calidad debe ser elaborado y autorizado por el jefe y supervisores del departamento.

5.3. Manual de calidad

5.3.1. Estructura y Formato del manual

5.3.1.1. Título

Se debe identificar el nombre de cada uno de los documentos incluidos en el manual de calidad.

5.3.1.2. Breve descripción de la organización

La organización se dedica a la elaboración de Azúcar, sus derivados y electricidad. El azúcar es comercializada a nivel nacional y de exportación. Además de azúcar se producen mieles, las cuales sirven para la elaboración de licores, y electricidad. La organización esta estructurada en divisiones y estas en departamentos. El departamento de clarificación de meladura cumple con la entrega de meladura con altos estándares de calidad (color y turbidez) asociados con la calidad del azúcar.

5.3.1.3. Alcance

Este manual de calidad aplica para el departamento de clarificación de meladura.

5.3.1.4. Términos y definiciones

Toda la terminología más importante a usar en el manual, las cuales fueron tomadas de la norma ISO 9000:2000 y otras que resultan necesarias para los propósitos del mismo, se encuentran en el glosario de términos.

5.3.1.5. Sistema de gestión de calidad

5.3.1.5.1. Requisitos de la documentación

La documentación del sistema de calidad está estructurada en su forma típica, es decir, que existe el manual como documento de primer nivel que describe el sistema de calidad y los procesos que lo conforman, como segundo nivel existe el procedimiento documentado que incluye normas de tipo fabricación o proceso. En el tercer nivel de detalle se encuentran los diferentes instructivos que incluyen datos de las actividades específicas relacionadas con cada uno de los elementos del sistema de calidad; y en el cuarto nivel, los registros.

5.3.1.5.2. Manual de calidad

El manual de calidad permite establecer el sistema de calidad del departamento, incluyendo el alcance del sistema, el procedimiento documentado requerido y la descripción de la interacción entre las actividades.

5.3.1.5.3. Control de documentos

El jefe y los supervisores del departamento administran el proceso de normalización del departamento, ejerciendo el control al procedimiento, instructivos, registros y documentos relacionados con el sistema de calidad, asegurando que estos se mantengan permanentemente actualizados, debidamente identificados y estén disponibles siempre para quienes los necesiten.

Las modificaciones en los documentos y datos son revisadas y aprobadas por las mismas áreas que efectúan la revisión y aprobación de las versiones anteriores. El proceso de modificación incluye la revisión de la última versión del documento por parte del área que solicita y aprueba la modificación. En la difusión de una nueva versión de una norma se exige al usuario la devolución de la versión anterior en el momento de entrega de la misma, el original o copia de la versión anterior es conservada por el jefe y supervisores del departamento por un tiempo mínimo de seis meses y las demás copias son destruidas en el momento de recibirlas.

5.3.1.5.4. Control de registros

El departamento como evidencia del cumplimiento con la calidad requerida, conserva los registros de calidad en cada una de las áreas de aplicación. Todos los formatos e informes relativos a la calidad se identifican, codifican, archivan y conservan adecuadamente para mantenerlos disponibles. Todos los registros de calidad se protegen contra daño, pérdida ó deterioro y cada dependencia los conserva por un período mínimo de un año y luego son llevados al archivo general en donde permanecen durante un año según el tipo de información.

5.3.1.5.5. Responsabilidad de la dirección

El departamento demuestra su compromiso con el sistema de gestión de calidad, y garantiza su desarrollo, implementación y mejora continua a través de:

- a) El manual de calidad.
- b) La política de calidad.
- c) Los objetivos de calidad.
- d) La asignación de recursos para el mejoramiento de los proceso.
- e) La revisión periódica del sistema de gestión de calidad.

5.3.1.5.6. Política de calidad

a) Política de Calidad

El departamento de clarificación de meladura está comprometido a entregar una meladura clarificada de calidad, es decir, que cumpla con las especificaciones (tabla VII) requeridas por el departamento de cristalización, logrando esto por medio del sistema de gestión de calidad según ISO 9001:2000.

Tabla VII. Parámetros meladura clarificada

| Meladura clarificada | Parámetros |
|-----------------------------|-------------------|
| Color | ≤ 12000 ICUMSA |
| Pureza | 85 – 90 |
| Brix | 63 – 68 |
| Pol | 53 – 61 |

Fuente de origen: Procedimiento clarificación

b) Objetivos de Calidad

- Producir meladura clarificada con calidad (tabla VII)
- Cumplir con los requerimientos del cliente (tabla VII)
- Mejorar la capacitación del personal
- Asegurar la competencia del personal

5.3.1.5.7. Responsabilidad, autoridad y comunicación

El departamento esta estructurado en: jefatura de departamento, supervisores y operarios.

Con el enfoque de procesos, cada proceso tiene asignado al menos un responsable, el cual tiene el alcance de efectuar el seguimiento del proceso y velar por el cumplimiento de objetivos y metas aplicables al mismo, además de presupuestar y solicitar los recursos necesarios para el desempeño del proceso.

5.3.1.5.8. Revisión por la dirección

El jefe del departamento con el apoyo del representante de la Dirección efectúa cada año una revisión del sistema de calidad.

5.3.1.6. Gestión de recursos

5.3.1.6.1. Provisión de recursos

Con el propósito de identificar, conseguir o financiar los recursos requeridos, anualmente se elabora un presupuesto maestro para todas las áreas y procesos del departamento en el cual se incluyen los materiales, equipos, personas, pagos a terceros y otros elementos necesarios para proyectos de mejoramiento, el normal funcionamiento del sistema de calidad y el departamento en general.

5.3.1.6.2. Recursos Humanos

El personal que labore en los procesos o actividades que afecten a la calidad del producto final debe ser competente, teniendo en cuenta la educación, formación, habilidades y experiencias apropiadas. El Departamento de Capacitación dentro de la División de Recursos Humanos es el responsable de la detección, planeación, coordinación y control de todas las actividades de capacitación y entrenamiento

5.3.1.7. Medición, análisis y mejora

5.3.1.7.1. Seguimiento y medición

El departamento ha establecido procesos de medición, análisis y mejora en forma general para los siguientes casos:

- a) Muestreo del producto en proceso y producto terminado para demostrar la conformidad del producto.
- b) Seguimiento y mejoramiento de procesos para mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de calidad.

En el departamento se aplican técnicas estadísticas para establecer, controlar y verificar la efectividad de los procesos y las características de los productos.

5.3.1.7.1.1. Auditoria interna

El departamento ha desarrollado un sistema de auditorias internas de calidad el cual se constituye en una herramienta para determinar si el sistema de calidad es conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000, determinar que todas las actividades relativas a la calidad y los elementos del sistema cumplen con los requisitos previamente establecidos y determinar si se ha implementado y se mantiene de manera eficaz.

El jefe y supervisores del departamento tienen la responsabilidad de programar las auditorias Internas de calidad y las respectivas acciones de seguimiento, para ello se ha conformado un equipo auditor de calidad debidamente entrenado.

5.3.1.7.2. Seguimiento y medición del proceso

En el sistema de auditorias internas se ha establecido el enfoque de auditorias por procesos por medio del cual todos los procesos del sistema de calidad son auditados verificando que cada proceso tenga establecido al menos un indicador o parámetro de seguimiento y medición que permita planificar resultados o metas para el proceso o producto final y tomar acciones correctivas cuando sea aplicable.

Para los procesos o etapas del proceso que inciden directamente en la calidad del producto final se han establecido herramientas estadísticas para el seguimiento y medición de los mismos, tales como los gráficos de control; además se dispone de un sistema computarizado que permite un seguimiento, medición y control automatizado de etapas y variables más importantes del proceso de elaboración.

5.4. Procedimiento

El procedimiento de clarificación de meladura, se basa en los siguientes lineamientos.

5.4.1. Estructura y Formato

5.4.1.1. Contenido de los documentos

5.4.1.1.1. Objetivo

Tratar la meladura con decolorantes, calor, ácido fosfórico, aire y polímeros de bajo peso molecular para separar sustancias que dan color e impurezas en suspensión en la meladura por medio de un proceso de flotación, para obtener así meladura clarificada de buena calidad (tabla VII) para el proceso de tachos.

5.4.1.1.2. Alcance

El procedimiento de clarificación de meladura aplica en el período en el que se produce azúcar blanco; abarca desde la captación de meladura que proviene de evaporación hasta el almacenaje de la meladura clarificada para entregarla a tachos.

5.4.1.1.3. Documentos de referencia

Manual del azúcar de caña. Spencer-Meade.

5.4.1.1.4. Definiciones

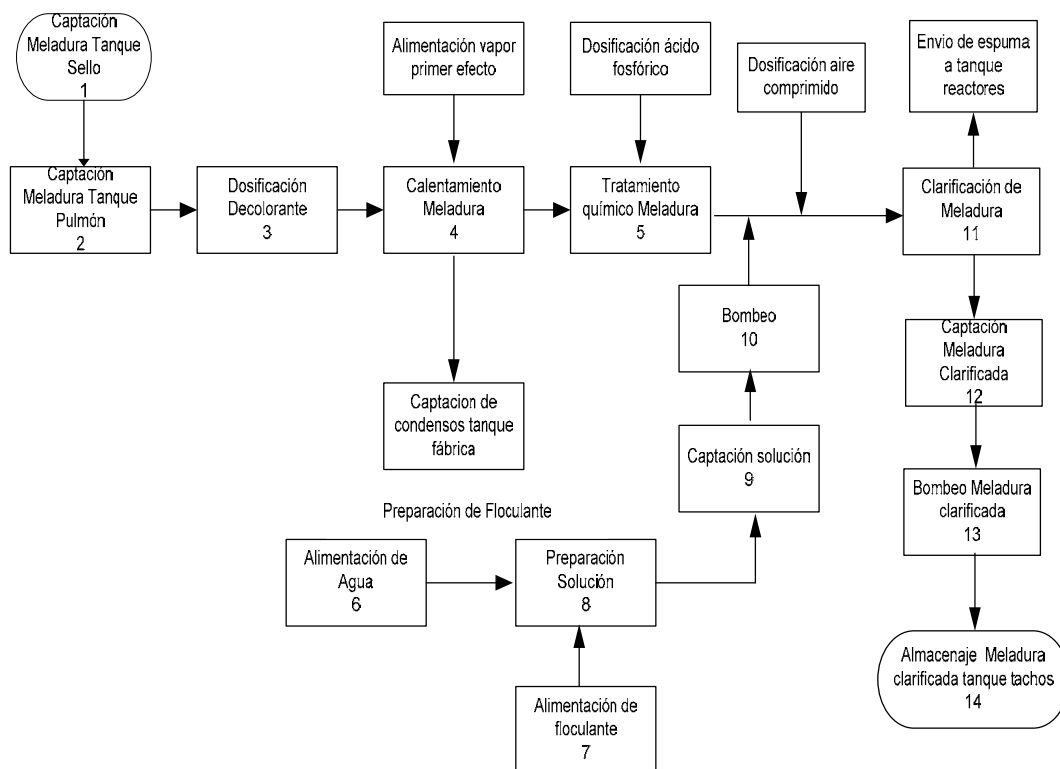
Ver glosario de términos.

5.4.1.1.5. Descripción del Proceso

5.4.1.1.5.1. Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo (figura 15) describe el proceso de clarificación de meladura desde su inicio (captación de meladura en tanque) hasta su fin (almacenaje de meladura clarificada).

Figura 15. Diagrama de flujo clarificación de meladura



Fuente: Procedimiento actual clarificación de meladura de un Ingenio en Guatemala

5.4.1.1.5.2. Matriz plan

En la matriz plan (tabla VIII) se describe a cada una de las actividades del proceso, así mismo, se especifica cada una de las mismas, poniendo su actividad específica, su frecuencia, las contingencias que aplican a la actividad, los parámetros y variables de control a las que se pretende llegar, el producto o servicio que se obtiene de la actividad y los instructivos que le corresponden a cada actividad.

Tabla VIII. Matriz Plan

| No | Actividad (Que) | Responsables (Quien) | Actividad Especifica (Como) | Frecuencia (Cuando) | Contingencias | Parametros y Variables de Control (Indicador) | Productos Servicios | Instructivos |
|----|---|---------------------------------|---|--------------------------------------|------------------|---|---|--|
| 1 | Captación meladura tanque sello | Operador de clarificación | 1.1 Almacenaje meladura evitando pérdida de vacío hacia 4to efecto de evaporación | Continuo | 1, 3 y 6 | Nivel del tanque | Captación de meladura sin perder vacío en meladores | No Hay |
| 2 | Captación meladura tanque pulmón | Operador de clarificación | 2.1 Almacenaje de meladura | Continuo | 1, 2, 3 y 6 | Meladura 15°-72° Brix | Almacenaje de meladura | No Hay |
| 3 | Captación meladura tanque cascada | Operador de clarificación | 3.1 Almacenaje de meladura | Continuo | 1, 2, 3 y 7 | Nivel entre 15 y 80% | Almacenaje de meladura | No Hay |
| 4 | Dosificación de decolorante de meladura | Operador de tratamiento químico | 4.1 Dosificar floculante de meladura | Continuo | 1, 6 y 24 | 10-60 ppm | Decoloración de la meladura | Dosificación de decolorante |
| 5 | Calentamiento de meladura | Operador de clarificación | 5.1 Elevar temperatura de meladura con vapor del primer efecto | Cuando se decida hacer azúcar blanca | 6, 8, 9, 10 y 14 | Temperatura > 160 - 185° F | Meladura con calentamiento rectificador | Arranque de calentadores Sacar de servicio calentadores |
| 6 | Tratamiento químico de meladura | Operador de tratamiento químico | 6.1 Dosificación Ácido Fosfórico | Continuo | 1, 6 y 20 | 50-300 ppm | Decoloración de la meladura | Preparación ácido fosfórico |

Continuación Tabla VIII.
Matriz Plan

| | | | | | | | | |
|----|--|------------------------|---|--|----------------------------------|---|---|---------------------------|
| 7 | Alimentación agua | Ayudante evaporación | 7.1 Dosificación agua en tanque preparación floculante | No Hay | 6 y 21 | No Hay | Suministro de agua al tanque preparación de floculante | No Hay |
| 8 | Alimentación floculante | Ayudante Evaporación | 8.1 Dosificación floculante a tanque preparador solución floculante | Cuando nivel tanque de preparación de floculante este bajo | 12 | Solución de Floculante | Suministro de floculante para preparar solución de floculante | No Hay |
| 9 | Preparación de solución en tanque | Ayudante evaporación | 9.1 Mezclar agua con floculante | No Hay | 1, 13 y 22 | 0.04-0.10 % Nivel | Suministro solución de floculante a tanque captación solución | Preparación de floculante |
| 10 | Captación de solución en tanque dosificación | Ayudante evaporación | 10.1 Bajar concentración de solución de floculante para mejorar actividad sobre la meladura | No Hay | 1 y 13 | 0.02-0.2 % | Almacenaje de solución de floculante | No Hay |
| 11 | Bombeo disolución de floculante | Ayudante evaporación | 11.1 Mantener nivel de tanque captación de solución. | Sistema de control automático | 4, 5 y 13 | Bombeo de disolución, flujo volumétrico (gpm) | Suministro de solución de floculante a clarificadores de meladura | No Hay |
| 12 | Clarificación de Meladura | Operador clarificación | 12.1 Separación de espuma y bagacillo en clarificadores | Continuo | 1, 6, 7, 11, 15, 17, 18, 19 y 23 | Color de Meladura | Eliminar sólidos en suspensión | No Hay |

Continuación Tabla VIII.
Matriz Plan

| | | | | | | | | |
|----|--|---------------------------------|--|----------|-------------|-----------------------------|--|--------|
| 13 | Envío de espuma a tanque Reactores | Operador de tratamiento químico | 13.1 Extraer espuma de clarificadores de meladura y trasladarlo hacia tanque reactores | Continuo | 1, 6 y 23 | No Hay | Enviar espuma a tanque Reactores | No Hay |
| 14 | Captación de meladura clarificada | Operador clarificación | 14.1 Almacenaje de meladura clarificada | Continuo | 1, 2 y 6 | Nivel entre 5 - 50 % | Almacenaje de meladura | No Hay |
| 15 | Bombeo de meladura clarificada | Operador clarificación | 15.1 Desalojo del tanque meladura clarificada | Continuo | 4 y 5 | Brix y ph | Enviar meladura a filtros o tanque tachos | No Hay |
| 16 | Almacenaje meladura Clarificada Tanque Tachos | Operador clarificación | 16.1 Almacenaje meladura filtrada | Continuo | 1, 2, 3 y 6 | Nivel entre 25 - 80 % | Almacenaje de meladura clarificada | No Hay |
| 17 | Bombeo de meladura | Operador clarificación | 17.1 Mantener el nivel tanque cascada | Continuo | 4 y 5 | 200-800 gal/min de meladura | Enviar meladura no clarificada a Tanque Tachos | No Hay |
| 18 | Almacenaje meladura no Clarificada Tanque Tachos | Operador clarificación | 18.1 Almacenaje meladura no clarificada | Continuo | 1, 2, 3 y 6 | Nivel entre 25 y 80% | Almacenaje de meladura no clarificada | No Hay |

Fuente: Procedimiento de clarificación de meladura

5.4.1.1.5.3. Contingencias

Indica las acciones que deben tomarse en los casos en los que las actividades se salgan de su proceso normal. Se debe agregar el tipo de contingencia (por causa documental o instrumental, mecánica o eléctrica, de sistemas o personal) que incide en las actividades del proceso (ver tabla IX).

Tabla IX. Contingencias

| | Contingencia | Tipo de Contingencia | | | | | Solución a Posibles Contingencias |
|---|--------------------|----------------------|-----------------|---------|------------|----------|---|
| | | Documental | Instrumentación | Sistema | Mec/Elect. | Personal | |
| 1 | Rotura tanque | | | | X | | Detener flujo de alimentación de tanque Llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe soldador |
| 2 | Alto nivel tanque | | | | X | | Chequear la cantidad de meladura que entra al tanque y avisar al operador de evaporadores. Chequear el funcionamiento de la bomba. Chequear las válvulas si están abiertas en forma adecuada |
| 3 | Bajo nivel tanque | | | | X | | Chequear la cantidad de meladura que entra al tanque y avisar al operador de evaporación |
| 4 | Fallo bomba | | | | X | | Parar bomba y arrancar la de reserva. Llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe mecánico de turno. |
| 5 | Bajo flujo bombeo | | | | X | | Chequear que las válvulas manuales, estén correctamente abiertas. Llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe mecánico de turno. Si el problema persiste, llamar al auxiliar de instrumentación, para que revise válvulas automáticas |
| 6 | Rotura tubería | | | | X | | Detener flujo en tubería. Llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe soldador. |
| 7 | Fallo válvula | | | | X | | Si es manual o telescópica, llamar al auxiliar de maquinaria, para que envíe mecánico. Si es automática, llamar al auxiliar de instrumentación. |
| 8 | Fuga en calentador | | | | X | | Sacar de línea el calentador. Llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe soldador. |

Continuación Tabla IX.

Contingencias

| | | | | | | | |
|-----------|---------------------------------------|--|--|--|---|--|--|
| 9 | Baja temperatura de calentador | | | | X | | Chequear que la presión de vapor, sea la adecuada, si no lo es avisar a supervisor de fábrica Si la presión de vapor es la correcta, chequear válvulas manuales y automáticas. Si las válvulas están bien, sacar de línea el aparato para revisión y/o limpieza. |
| 10 | Alta temperatura de calentador | | | | X | | Cerrar la válvula manual de entrada de vapor al calentador, hasta alcanzar la temperatura deseada. |
| 11 | Fallo movimiento central | | | | X | | Llamar al auxiliar de electricistas para que chequeen motor. |
| 12 | Falta de floculante de meladura | | | | X | | Avisar a Jefe y/o Supervisor de fábrica para que haga pedido de floculante |
| 13 | Taponamiento de tubería de floculante | | | | X | | Detener el flujo en la tubería y llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe mecánico. |
| 14 | Rotura de horno | | | | X | | Sacar de línea el horno y llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe soldador. |
| 15 | Falta de agua enfriamiento en horno | | | | X | | Chequear que las válvulas de pié estén abiertas. Chequear si la bomba de agua fría está funcionando. |
| 16 | Contaminación de Condensados | | | | X | | Pedir al laboratorio análisis de conductividad del agua condensada de cada calentador para ver cuál es el que tiene tubos rotos. Al identificar el calentador dañado, sacarlo de línea y llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe mecánico a revisarlo y repararlo. |
| 17 | Falla en azadones | | | | X | | Sacar de línea el clarificador de meladura. Liquidar el clarificador de meladura. Llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe mecánico y/o soldador según el caso. |

Continuación Tabla IX.

Contingencias

| | | | | | | | |
|-----------|--|--|--|--|---|--|---|
| 18 | Falta de azufre | | | | X | | Avisar a Jefe o Supervisor de fábrica para que haga pedido de azufre |
| 19 | Taponamiento de clarificador de meladura | | | | X | | Sacar de línea el clarificador de meladura. Liquidar el clarificador de meladura. Llamar al auxiliar de maquinaria para que envíe soldador. |
| 20 | Falta de aire | | | | X | | Chequear que las válvulas estén abiertas. Llamar al auxiliar de instrumentación para que verifique el funcionamiento de los compresores de aire |
| 21 | Poca combustión de azufre | | | | X | | Verificar que la entrada de aire al horno no sea excesiva. Chequear que el azufre no tenga humedad. |
| 22 | Bajo flujo Espuma Bagacillo | | | | X | | Chequear que el flujo de floculante y aire sean los adecuados |
| 23 | Falta de ácido fosfórico | | | | X | | Avisar a Jefe y/o supervisor de fábrica |
| 24 | Bajo flujo de agua | | | | X | | Revisar línea de alimentación de agua y llamar al auxiliar de maquinaria para que mande soldador y/o mecánico según sea el caso. |

Fuente: Procedimiento clarificación de meladura

5.4.1.1.6. Anexos

Diagrama de descripción del proceso de clarificación de meladura (figura 16).

Figura 16. Diagrama clarificación de meladura

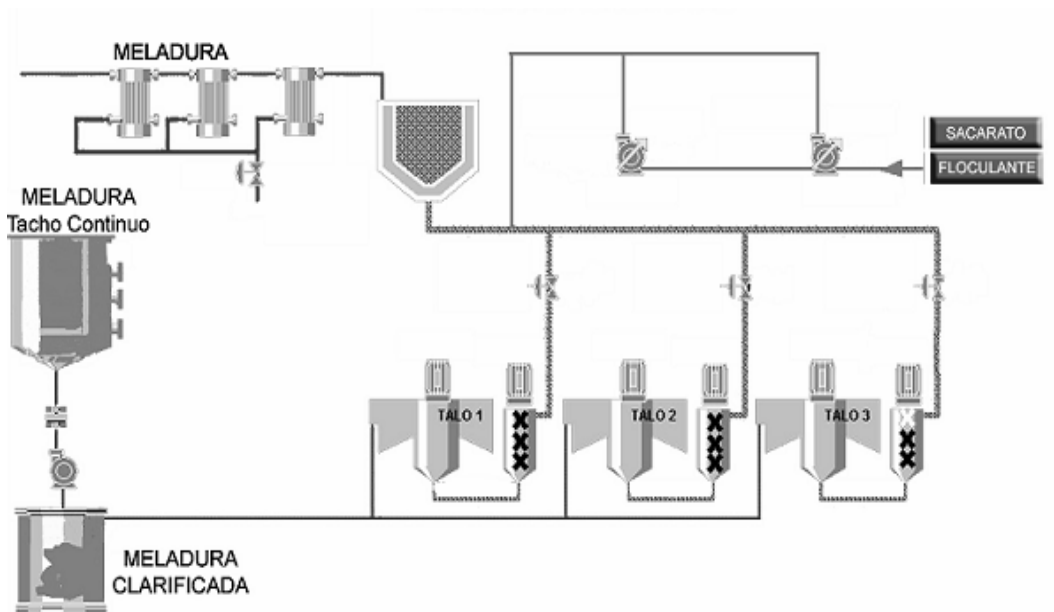


Figura. Sistema CUBE, Automatización

5.5. Instrucciones de trabajo

5.5.1. Objetivo

Poner en servicio y sacar de servicio los clarificadores y calentadores de meladura. Así como la preparación de floculante, de ácido fosfórico y dosificación de decolorante.

5.5.2. Instructivo

A continuación se definen los diferentes instructivos aplicables al procedimiento de clarificación de meladura.

a) Instructivo Arranque de clarificadores de meladura.

1. Objetivo

Iniciar el proceso de clarificación de meladura para producir Azúcar blanco.

2. Descripción del Proceso

- Cerrar válvulas manuales de liquidación.
- Arrancar sistema Automático.
- Setear flujo que se requiera de alimentación de meladura.
- Abrir válvula manual aire en alimentación al clarificador de meladura.
- Arrancar bomba dosificadoras de floculante.
- Cuando el nivel de meladura dentro del clarificador sea alto, arrancar el movimiento central.
- Verificar periódicamente el desalojo de espuma de los clarificadores.

b) Instructivo paro de clarificadores de meladura.

1. Objetivo

Adecuar el volumen de clarificación de meladura proveniente de los vasos evaporadores del cuarto efecto.

2. Descripción del Proceso

- Cerrar válvula automática de entrada de meladura hacia clarificador de meladura.
- Cerrar válvula manual de aire.
- Parar funcionamiento de bomba de floculante.
- Parar el movimiento central del clarificador.
- Abrir válvula manual de liquidación de clarificador de meladura hacia tanque de meladura clarificada.
- Cerrar válvulas manuales de liquidación de clarificador de meladura hacia tanque de meladura clarificada.
- Abrir válvula de liquidación hacia el tanque de Reactores.
- Enjuagar el clarificador de meladura.
- Liquidar el enjuague del inciso anterior.

c) Instructivo arranque de calentadores de meladura

1. Objetivo

Iniciar el proceso de calentamiento de meladura para elevar su temperatura hasta un rango entre 160° – 185° F.

2. Descripción del Proceso

- Abrir válvula de salida de meladura al calentador.
- Abrir válvula de entrada de meladura al calentador.

- Abrir válvula de meladura a clarificar
- Abrir válvula de condensados al Tanque de agua Caliente Fábrica.
- Abrir válvula de gases incondensables.
- Abrir válvula automática de vapor.
- Abrir válvula manual de vapor.

d) **Instructivo sacar de servicio calentador de meladura.**

1. Objetivo

Adecuar la superficie de transferencia de calor de los calentadores, con respecto a la razón de meladura en la salida del vaso evaporador del cuarto efecto del sistema de evaporación.

2. Descripción del Proceso

- Cerrar válvula manual de entrada de vapor.
- Cerrar válvula automática de entrada de vapor.
- Cerrar válvula manual de entrada de meladura.
- Cerrar válvula manual salida de meladura.
- Parar el funcionamiento de las bombas, si ya no hay ningún calentador en línea.

e) Instructivo preparación de floculante.

1. Objetivo

Preparar la solución de floculante de bajo peso molecular que se dosificará a la meladura no clarificada.

2. Descripción del Proceso

- Cuando el nivel del tanque de preparación llegue al 20 % de solución preparar una nueva batchada.
- Verificar que el tanque de preparación tenga agitación.
- Abrir válvula automática de entrada de agua hacia tanque de preparación.
- Llevar el nivel del tanque al 50 % de agua.
- Agregar 12 - 15 lb. de floculante al tanque.
- Completar al 80 % el nivel del tanque con agua.

f) Instructivo dosificación de decolorante de meladura.

1. Objetivo

Preparar decolorante de meladura que se usará para quitar color a la meladura.

2. Descripción del Proceso

Preparación para dos días de Zafra

- Dosificar 08 – 12 galones de decolorante en un tonel de 55 galones.

- Aforar con agua el tonel hasta los 55 galones.
- Acoplar mangueras a descarga de bomba para dosificar por gravedad.
- Arrancar bomba dosificadora.
- Dosificar 23-30 galones de la solución.

g) Instructivo preparación de ácido fosfórico.

1. Objetivo

Preparación disolución de ácido fosfórico que se usará para quitar color a la meladura.

2. Descripción del Proceso

Preparación para dos días de Zafra

- Dosificar 38 – 42 galones en un tonel vacío de 55 galones.
- Aforar el tonel con agua a los 55 galones
- Instalar y acoplar la bomba dosificadora de químicos y mangueras hacia tanque cohete.
- Arrancar bomba dosificadora.
- Dosificar 23-30 galones por día

5.6. Registros de la documentación de calidad

Son documentos utilizados como constancia de que se realizó una actividad o se siguió un procedimiento de un proceso y deben consignarse en formatos en cada procedimiento, sean estos impresos, medio magnético u otros. El responsable de revisar el documento (procedimiento o instructivo), revisa también los registros y, quien aprueba el documento, también aprueba el registro. Los documentos pueden estar disponibles en dos formatos: medio físico (papel u otro) o medio electrónico (en el sistema de base de datos).

Los documentos que por su importancia deben ser archivados un tiempo mayor, el responsable debe indicar la cantidad de años que mantiene los documentos.

Los documentos que por aspectos legales deben ser archivados un tiempo mayor, se deben archivar según lo indique la ley.

5.7. Conservación, Control y Archivo de Registros

El archivo de los registros es responsabilidad de la persona responsable del proceso. Se exceptúan los casos de los registros generados en sistemas automatizados y/o a través del Laboratorio de Control de Calidad. Los registros en papel se elaboran a tinta y se conservan por un periodo de 1 año. Los registros en medio electrónicos se conservan durante 5 años.

5.8. Alteración y/o corrección de registros

Toda alteración y/o corrección de registros (tachones, alteraciones, sustitución de valores o palabras, etc.) debe ser aprobada por el responsable del proceso. Esta autorización se manifiesta a través de la firma de dicha persona en el lugar donde se considere mas apropiado en el documento de registro, de manera que sea evidente la autorización y/o aprobación de tal alteración y/o corrección. Para el caso de registros en medios electrónicos, únicamente el responsable que tiene acceso y permisibilidad, puede realizar las alteraciones, dejando a su criterio, el registro de la evidencia empírica que considere pertinente.

5.9. Proceso de la documentación

5.9.1. Elaboración

El jefe del departamento en conjunto con los supervisores, deben elaborar la documentación del proceso que les correspondan según los lineamientos de este procedimiento.

5.9.2. Revisión

El Gerente de división en conjunto con el jefe del departamento es responsable de revisar la documentación elaborada.

5.9.3. Aprobación

El Gerente de División es responsable de aprobar la documentación revisada.

5.9.4. Identificación

Toda la documentación que forme parte del sistema de gestión de calidad debe encontrarse identificada con el nombre del tipo de documento.

5.9.5. Reproducción

Los documentos que se encuentren en medio electrónico están controlados por el jefe del departamento, esta persona es la única autorizada para dar acceso a los documentos a personas ajenas al departamento. Los documentos que se encuentren en medio físico tienen que ser reproducidos por el jefe y los supervisores del departamento, éstos se encargarán de que los documentos se encuentren a disposición de los usuarios.

5.9.6. Distribución

Cada documento que ha sido aprobado debe ser distribuido (entregado, puesto a disposición y divulgado) por los supervisores del departamento. Entregar un documento consiste en suministrar una copia controlada del documento si se entrega en papel; y/o facilitar el acceso al documento si este se encuentra en medio electrónico.

El jefe del departamento entrega una copia de la documentación elaborada al gerente de división, y es el jefe quien entrega el documento a todas las personas involucradas con el proceso.

5.9.7. Archivo

5.9.7.1. Conservación y control de documentos internos

Cada vez que se apruebe un documento, quien aprueba el mismo entrega el original del documento en papel, medio magnético u otro medio de soporte, al gerente de división, quien archiva, conserva y controla los documentos originales. Deberán estar en un lugar adecuado, y como parte del control de los mismos, emitirán listas actualizadas de los documentos archivados.

5.9.7.2. Conservación, control y disposición de documentos externos

El gerente de división o el jefe del departamento, emitirá una lista de documentos externos vigentes dentro del sistema de gestión de calidad, la cual se deberá conservar y controlar.

5.9.8. Modificación

Todo proceso de modificación de documentos cumple el siguiente ciclo:

- a) Elaboración de borrador
- b) Revisión
- c) Aprobación
- d) Distribución (entrega y divulgación)

Las modificaciones realizadas a los documentos son revisadas y aprobadas por las personas que ocupan los mismos cargos que efectuaron la revisión y aprobación original.

5.9.9. Documentos obsoletos

Cuando un documento ha sido modificado, el jefe del departamento, recoge las copias controladas y las destruye. Sella como “Obsoleto” el documento original en todas sus hojas y archiva el mismo por un lapso de 1 año, en una carpeta denominada “Documentos Obsoletos”. Si es en un medio electrónico, traslada dicho documento a una carpeta de “Obsoletos”. Los documentos cuyo medio de soporte no es magnético ni papel, son identificados como obsoletos y archivados 1 año.

5.9.10. Documentos controlados

Estos son los documentos que se utilizan en el sistema de calidad y se identifican por medio del sello de documento controlado en la hoja #1. Este sello lo utiliza únicamente el jefe del departamento.

La inclusión de nuevos documentos la solicita el gerente de división o el jefe del departamento al momento de la revisión anual.

5.9.11. Documentos de origen externo

Todos los documentos suministrados por entes o personas externas al departamento se incluyen en un listado de documentos externos.

6. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DOCUMENTAL

6.1. Distribución de los documentos

Todas las personas involucradas con el proceso de clarificación de meladura, deben de tener alcance a los documentos del sistema de gestión de calidad.

6.1.1. Encargado de distribuir documentación

La persona encargada de la distribución de los documentos es el jefe del departamento, con colaboración de los supervisores.

6.1.2. Personas que deben tener los documentos

Las personas autorizadas a tener copias controladas de los documentos son las que se citan en la tabla X.

Tabla X. Personal con copias controladas.

| Cargo | Documento | No. de Copias |
|--------------------------------|---|------------------------|
| Gerente general | Todos los del sistema de gestión de calidad | 1 |
| Gerente de división industrial | Todos los del sistema de gestión de calidad | 1 |
| Jefe de departamento | Todos los del sistema de gestión de calidad | 1 |
| Supervisores | Procedimiento e instructivos | 3 |
| Operarios | Procedimiento e instructivos | 1 para cada 3 personas |

Fuente: Datos recolectados en la investigación

6.2. Determinación de necesidades de capacitación

La sensibilización de lo que es ISO 9001:2000, se debe extender a nivel organizacional, ya que es de mucha importancia que todo el personal de la misma conozca la importancia del sistema de gestión de calidad para poder implementarlo.

6.2.1. Plan de capacitación

En la organización no se cuenta con un plan de capacitación establecido, en el cual se definan las necesidades que tiene la misma.

Se deben establecer grupos de trabajo asociados por nivel de la siguiente forma (ver tabla XI):

Tabla XI. Capacitación de personal

| Tema de Capacitación | Personas por Grupo | Nivel | Duración |
|--|---------------------------|----------------|-----------------|
| Interpretación de la Norma ISO 9001:2000 | 20 | Organizacional | 50 hrs |
| Trabajo en Equipo | 20 | Organizacional | 25 hrs |
| Mejora de procesos | 10 | Administrativo | 10 hrs |
| Calidad Total | 10 | Administrativo | 15 hrs |

Fuente: Datos recolectados de investigación

6.2.1.1. Interpretación de la Norma ISO 9001:2000

Toda organización para lograr la implementación de las Normas ISO en su sistema de gestión de calidad, debe tomar en consideración los objetivos que como empresa se quieren lograr e identificar lo que los clientes esperan de la misma. Se deben aplicar los siguientes principios:

a) **Enfoque al cliente.** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los mismos, satisfacer sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas.

Beneficios clave:

- Aumento de los ingresos y de la cuota de mercado a través de una respuesta flexible y rápida a las oportunidades del mercado.
- Aumento de la eficacia en el uso de los recursos de una organización para aumentar la satisfacción del cliente.
- Mejora de la fidelidad del cliente, lo cual conduce a la continuidad en los negocios.

La aplicación del principio de enfoque al cliente normalmente conduce a:

- Estudiar y comprender las necesidades y expectativas del cliente.
- Asegurarse de que los objetivos y metas de la organización están ligados a las necesidades y expectativas del cliente.
- Comunicar las necesidades y expectativas del cliente a toda la organización.
- Medir la satisfacción del cliente y actuar sobre los resultados.
- Gestionar de forma sistemática las relaciones con los clientes.
- Asegurarse del equilibrio entre la satisfacción de los clientes y de las otras partes interesadas, (tales como propietarios, empleados, proveedores, financieros, comunidades locales y la sociedad en general).

b) **Liderazgo.** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la dirección de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

Beneficios clave:

- El personal entenderá y estará motivado hacia los objetivos y metas de la organización.
- Las actividades se evalúan, alinean e implementan de una forma integrada.
- La falta de comunicación entre los niveles de una organización se reducirá

La aplicación del principio de liderazgo conduce normalmente a:

- Considerar las necesidades de todas las partes interesadas incluyendo clientes, propietarios, personal, proveedores, financieros, comunidad local y la sociedad en general.

- Establecer una clara visión del futuro de la organización.
- Establecer objetivos y metas desafiantes.
- Crear y mantener valores compartidos, imparcialidad y modelos éticos de comportamiento en todos los niveles de la organización.
- Crear confianza y eliminar temores.

c) **Participación del Personal.** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total implicación posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización

Beneficios clave:

- Personal motivado, involucrado y comprometido dentro de la organización.
- Innovación y creatividad en promover los objetivos de la organización.
- Personal valorado por su trabajo.
- Personal deseoso de participar y contribuir a la mejora continua.

La aplicación del principio de participación del personal, normalmente conduce a:

- Comprender la importancia de su contribución y su papel en la organización.
- Identificar las limitaciones en su trabajo.
- Aceptar la responsabilidad de los problemas y de su resolución.
- Evaluar su actuación de acuerdo a sus objetivos y metas personales.
- Buscar activamente oportunidades para mejorar sus competencias, conocimiento y experiencia.
- Compartir libremente conocimientos y experiencia.

d) **Enfoque Basado en Procesos.** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

Beneficios clave

- Reducción de costos y tiempos mediante el uso eficaz de los recursos.
- Resultados mejorados, coherentes y predecibles.
- Permite que las oportunidades de mejora estén centradas y priorizadas.

La aplicación del principio del enfoque basado en procesos normalmente conduce a:

- Definir sistemáticamente las actividades necesarias para lograr el resultado deseado.
- Establecer responsabilidades y obligaciones claras para la gestión de las actividades clave.
- Analizar y medir la capacidad de las actividades clave.

e) **Enfoque de Sistema para la Gestión.** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

Beneficios clave:

- Integración y alineación de los procesos que alcanzarán mejor los resultados deseados.
- La capacidad para enfocar los esfuerzos en los procesos claves.
- Proporcionar confianza a las partes interesadas en la coherencia, eficacia y eficiencia de la organización.

La aplicación del principio de enfoque de sistema para la gestión normalmente conduce a:

- Estructurar un sistema para alcanzar los objetivos de la organización de la forma más eficaz y eficiente.
- Entender las interdependencias existentes entre los diferentes procesos del sistema.
- Estructurar los enfoques que armonizan e integran los procesos.
- Mejorar continuamente el sistema a través de la medición y la evaluación.
- Entender las capacidades organizativas y establecer las limitaciones de los recursos antes de actuar.

f) **Aplicación de la norma**

Se pretende que las organizaciones que tratan de implementar la norma ISO 9001:2000 cumplan con todos los requisitos de la misma que sean aplicables a los productos y procesos de realización del producto.

Todos los requisitos de esta norma internacional son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones, sin importar su tipo, tamaño y producto suministrado.

Cuando uno o varios requisitos de la norma internacional no se puedan aplicar debido a la naturaleza de la organización y de su producto, pueden considerarse para su exclusión.

Justificación de las exclusiones

Cuando una organización encuentre que no puede aplicar ciertos requisitos de la norma ISO 9001:2000 esto debe definirse y justificarse en el manual de la calidad de la organización.

Procesos contratados externamente

En los requisitos generales de la norma ISO 9001:2000 establece que:

"En los casos en que la organización opte por contratar externamente cualquier proceso que afecte la conformidad del producto con los requisitos, la organización debe asegurarse de controlar tales procesos. El control sobre dichos procesos contratados externamente debe estar identificado dentro del sistema de gestión de la calidad."

6.2.1.2. Trabajo en equipo

El trabajo en equipo implica un grupo de personas trabajando de manera coordinada en la ejecución de un proyecto.

El equipo responde del resultado final y no cada uno de sus miembros de forma independiente. Cada miembro está especializado en un área determinada que afecta al proyecto.

Cada miembro del equipo es responsable de un cometido y sólo si todos ellos cumplen su función será posible sacar el proyecto adelante.

El trabajo en equipo no es simplemente la suma de aportaciones individuales. Un grupo de personas trabajando juntas en la misma materia, pero sin ninguna coordinación entre ellos, en la que cada uno realiza su trabajo de forma individual y sin que le afecte el trabajo del resto de compañeros, no forma un equipo.

El trabajo en equipo se basa en las "5 c":

a) Complementariedad.

Cada miembro domina una parcela determinada del proyecto. Todos estos conocimientos son necesarios para sacar el trabajo adelante.

b) Coordinación.

El grupo de profesionales, con un líder a la cabeza, debe actuar de forma organizada con vista a sacar el proyecto adelante.

c) Comunicación.

El trabajo en equipo exige una comunicación abierta entre todos sus miembros, esencial para poder coordinar las distintas actuaciones individuales.

El equipo funciona como una maquinaria con diversos engranajes; todos deben funcionar a la perfección, si uno falla el equipo fracasa.

d) Confianza.

Cada persona confía en el buen hacer del resto de sus compañeros. Esta confianza le lleva a aceptar anteponer el éxito del equipo al propio lucimiento personal.

Cada miembro trata de aportar lo mejor de si mismo, no buscando destacar entre sus compañeros sino porque confía en que estos harán lo mismo; sabe que éste es el único modo de que el equipo pueda lograr su objetivo.

Por ejemplo, en una operación de transplante todos los especialistas que intervienen lo hacen buscando el éxito de la operación. El cirujano no busca su lucimiento personal sino el buen hacer del equipo. Además, si la operación fracasa poco va a valer que su actuación particular haya sido exitosa.

e) Compromiso.

Cada miembro se compromete a aportar lo mejor de si mismo, a poner todo su empeño en sacar el trabajo adelante.

La organización (empresa, universidad, hospital, etc.) asigna a un equipo la realización de un proyecto determinado: El equipo recibe un cometido determinado, pero suele disponer de autonomía para planificarse, para estructurar el trabajo.

El equipo responde de los resultados obtenidos pero goza de libertad para organizarse como considere más conveniente. Dentro de ciertos márgenes el equipo tomará sus propias decisiones sin tener que estar permanentemente solicitando autorización a los estamentos superiores.

6.2.1.3. Mejora de procesos

La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.

Beneficios clave

- Incrementar la ventaja competitiva a través de la mejora de las capacidades organizativas.
- Alineación de las actividades de mejora a todos los niveles con la estrategia organizativa establecida.
- Flexibilidad para reaccionar rápidamente a las oportunidades.

La aplicación del principio de mejora continua normalmente conduce a:

- Aplicar un enfoque a toda la organización coherente para la mejora continua del desempeño de la organización.
- Proporcionar al personal de la organización formación en los métodos y herramientas de la mejora continua.

- Hacer que la mejora continua de los productos, procesos y sistemas sea un objetivo para cada persona dentro de la organización.
- Establecer objetivos para orientar la mejora continua, y medidas para hacer el seguimiento de la misma.

6.2.1.4. Calidad Total

La calidad total es un concepto, una filosofía, una estrategia, un modelo de hacer negocios y está localizado hacia el cliente.

La calidad total no solo se refiere al producto o servicio en sí, sino que es la mejoría permanente del aspecto organizacional, gerencial; tomando una empresa como una máquina gigantesca, donde cada trabajador, desde el gerente, hasta el funcionario del mas bajo nivel jerárquico están comprometidos con los objetivos empresariales.

Para que la calidad total se logre a plenitud, es necesario que se rescaten los valores morales básicos de la sociedad y es aquí, donde el empresario juega un papel fundamental, empezando por la educación previa de sus trabajadores para conseguir una población laboral más predispuesta, con mejor capacidad de asimilar los problemas de calidad, con mejor criterio para sugerir cambios en provecho de la calidad, con mejor capacidad de análisis y observación del proceso de manufactura en caso de productos y poder enmendar errores.

El uso de la calidad total conlleva ventajas, pudiendo citar como ejemplos las siguientes:

- a) Potencialmente alcanzable si hay decisión del más alto nivel.
- b) Mejora la relación del recurso humano con la dirección.
- c) Reduce los costos aumentando la productividad.

El control de la calidad se posesiona como una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo de la calidad. Es un programa para asegurar la continua satisfacción de los clientes externos e internos mediante el desarrollo permanente de la calidad del producto y sus servicios.

Es un concepto que involucra la orientación de la organización a la calidad manifestada en sus productos, servicios, desarrollo de su personal y contribución al bienestar general.

La calidad de los procesos se mide por el grado de adecuación de estos a lograr la satisfacción de sus clientes (internos o externos). Es el proceso de alcanzar los objetivos de calidad durante las operaciones. Para el efecto, se deberán desarrollar los siguientes pasos:

- a) Elegir qué controlar.
- b) Determinar las unidades de medición.
- c) Establecer el sistema de medición.
- d) Establecer los estándares de performance.
- e) Medir la performance actual.
- f) Interpretar la diferencia entre lo real y el estándar.
- g) Tomar acción sobre la diferencia.

Para lograr el mejoramiento de la calidad se debe pasar por un proceso, para así poder alcanzar niveles de performance sin precedentes.

Los pasos de este proceso pueden resumirse así:

1. Probar la necesidad de mejoramiento.
2. Identificar los proyectos concretos de mejoramiento.
3. Organizarse para la conducción de los proyectos.
4. Prepararse para el diagnóstico o descubrimiento de las causas.
5. Diagnosticar las causas.
6. Proveer las soluciones.
7. Probar que la solución es efectiva bajo condiciones de operación.
8. Proveer un sistema de control para mantener lo ganado.

CONCLUSIONES

1. El diseño de un sistema de gestión de calidad para el departamento de clarificación de meladura, ayuda a trabajar en forma sistemática y transparente al mismo, para entregar meladura clarificada dentro de los parámetros requeridos por el departamento de tachos.
2. La norma ISO 9000 describe la estructura que debe tener el sistema de gestión calidad dentro de la organización. El principal objetivo de la norma es que siguiendo el sistema de gestión pueda satisfacerse los requerimientos de los clientes, que en la investigación se refiere al departamento de tachos. Los parámetros que se definieron para el departamento son: un color ≤ 12000 , una pureza de 85 – 90, un Brix de 63 – 68 y una Pol de 53 – 61; si el departamento de clarificación de meladura no entrega la meladura con estos parámetros, tachos puede rechazar el producto, ya que no está cumpliendo sus expectativas y necesidades.
3. Mediante la encuesta realizada, citada en el capítulo 3, se determinó que el departamento de clarificación de meladura tiene iniciado su manual de calidad, para completarlo se debe establecer una política de calidad, un procedimiento e instructivos; esta investigación presenta un diseño del sistema de gestión de calidad para el departamento, el cual tendrá que ser implementado por el mismo.

4. La documentación que existe dentro del departamento de clarificación de meladura, debe operar de manera eficaz; según la investigación realizada, ésta investigación presenta el diseño de un sistema de gestión de calidad que pretende que el departamento lleve a cabo la implementación del mismo.
5. Se ha elaborado el sistema documental del departamento de clarificación de meladura, en el cual existe un manual de calidad, procedimientos, instructivos y registros, en donde se evidencia el sistema de gestión de calidad.
6. Dentro del sistema de gestión se estableció la política de calidad y sus objetivos, ambos determinan los resultados deseados y ayudan al departamento a aplicar sus recursos para alcanzar dichos resultados. El logro de la política y los objetivos tiene un impacto positivo sobre la calidad del producto, ya que es aquí en donde se establecen las especificaciones del mismo.
7. Cuando el sistema de gestión de calidad sea implementado dentro del departamento de clarificación de meladura, debe existir la mejora continua del mismo. Para determinar el proceso de clarificación de meladura se determinó su secuencia e interacción por medio del diagrama de flujo, se determinaron los recursos e información necesaria para la operación y seguimiento de dicho proceso.

Se determinaron los requisitos del cliente (tachos) y se elaboró un sistema de capacitación, esto se establece en la política de calidad, en donde se detallan los parámetros que debe cumplir la meladura clarificada, para que sea aceptada por el departamento de tachos.

8. A través del liderazgo y sus acciones, se puede crear un ambiente en el que el personal se encuentre completamente involucrado con el sistema. Es necesaria la introducción del personal a todo el sistema de gestión de calidad, para que conozca cada uno de los documentos que componen al sistema y su funcionamiento.

RECOMENDACIONES

1. Las organizaciones deben implementar sistemas de calidad para que su proceso productivo pueda ser más eficiente, entre los cuales se puede mencionar las buenas prácticas de manufactura y mejora continua.
2. Dar seguimiento al manual de calidad para adecuarlo según los cambios de la organización.
3. Unificar criterios con otras industrias del mismo tipo, para poder evaluarse entre sí y fortalecer cada vez más las implementaciones de sistemas de calidad.
4. Buscar lazos de diálogo e intercambio de conocimientos entre la Comisión Guatemalteca de Normas y la Agro-industria Guatemalteca.

REFERENCIAS

- 1 Norma Técnica Colombiana NTC–ISO 9004. (Colombia: Editorial ICONTEC, 2004) p. 10.
- 2 Norma Guatemalteca Recomendada NGR/ISO 9000. (Segunda Edición; Guatemala: Comisión Guatemalteca de Normas, 2000) p. 8.
- 3 Norma Guatemalteca Recomendada NGR/ISO 9000. (Segunda Edición; Guatemala: Comisión Guatemalteca de Normas, 2000) p. 9.
- 4 Norma Guatemalteca Recomendada NGR/ISO 9000. (Segunda Edición; Guatemala: Comisión Guatemalteca de Normas, 2000) p. 9.
- 5 Byron Dardón, “Azúcar: cultivo indispensable”. Prensa Libre, 2005.

BIBLIOGRAFÍA

1. Norma Técnica Colombiana NTC–ISO 9004. Segunda Edición. Colombia: Editorial ICONTEC, 2004. 84 pp.
2. Norma Guatemalteca Recomendada NGR/ISO 9000. Segunda Edición. Guatemala: Comisión Guatemalteca de Normas, 2000. 39 pp.
3. Ishikawa, Kaoru. ¿Qué es el control total de calidad?. Edición 10. Colombia: Editorial Norma S. A. 1995. 209 pp.
4. Calidad Total. <http://www.ceoecant.es/documentosvarios7calidadtotal/introduccion-puntoA.htm>.
5. Azúcar: cultivo indispensable. <http://www.prensalibre.com/pl/2005/febrero/01/106650>.