



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

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO
TOTAL (TPM) EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE JARABE DE AZÚCAR**

Herbert Winler Zarco Sanabria

Asesorado por el Ing. César Augusto Martínez Flores

Guatemala, marzo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO
TOTAL (TPM) EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE JARABE DE AZÚCAR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

HERBERT WINLER ZARCO SANABRIA

ASESORADO POR EL ING. CÉSAR AUGUSTO MARTÍNEZ FLORES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

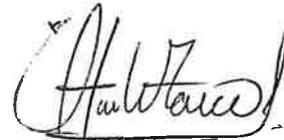
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ivan Jorge Echeverría Permouth
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardon
EXAMINADOR	Ing. Pablo Fernando Hernández
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Veliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE JARABE DE AZÚCAR

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 16 mayo de 2007.



Herbert Winler Zarco Sanabria

Guatemala, 26 de Julio de 2013

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas:

Por este medio le informo que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante Herbert Winler Zarco Sanabria con número de carnet 1996 16672 de la carrera de Ingeniería Industrial, cuyo título es:

IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE JARABE DE AZUCAR.

Considero que el trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito darle el trámite correspondiente.

Sin otro en particular me suscribo de usted.



César A. Martínez F
Ing. Mecánico Industria.
Colegiado No. 1722

Ingeniero Cesar Augusto Martinez Flores

Colegiado No. 1722

ASESOR



REF.REV.EMI.217.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE JARABE DE AZUCAR**, presentado por el estudiante universitario **Herbert Winler Zarco Sanabria**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Ingenier Industrial
Colegiada No. 8121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.029.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE JARABE DE AZUCAR**, presentado por el estudiante universitario **Herbert Winler Zarco Sanabria**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE JARABE DE AZUCAR**, presentado por el estudiante universitario: **Herbert Winler Zarco Sanabria**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Glympto Paiz Recinos
Decano



Guatemala, marzo de 2014

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por estar siempre a mi lado cuidando cada detalle de mi vida, y en especial, este título.
Mis padres	Juan Ramón Zarco y Miriam Magdalena de Zarco. Su apoyo será siempre incondicional.
Mi esposa	Mildred Susana Paredes de Zarco. Por ser un pilar importante en mi carrera e inspirar este gran triunfo.
Mis hijas	Sofía y Saraí Zarco, por ser mis grandes princesas.
Mis tíos	Nelson, Angélica, Gloria y Leticia Sanabria, Irene y Susana Zarco. Por ser importantes en mi vida.
Mis hermanos	A Juan Ramon Zarco por ser un personaje que influyó grandemente en este logro, Rony Estuardo, Ericka Roxana, Miriam Sofía y Jean Paul Zarco, Nelly Yesenia España.
Ing. Cesar Martinez	Por ser un valioso apoyo en este gran logro.
Karen Paredes	Por dar esas palabras de motivación.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser esa casa de estudios reconocida a nivel internacional, con destacada labor en la educación a nivel profesional.
Facultad de Ingeniería	Por la buena experiencia que ha llenado mi vida, enriqueciendo mis conocimientos.
Mis amigos de la Facultad	Rodolfo Castillo, Jacobo Pacheco, Patricia Camposeco.
Ing. Ismael Jerez	Por ser una importante influencia en mi carrera, sobre todo por los conocimientos compartidos.
Ing. Sergio Torres	Por ser un ejemplo a seguir como profesional.
Mayra Paredes	Por ser apoyo incondicional en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Antecedentes históricos	1
1.2. Descripción del proceso	5
1.2.1. Metodología para inicio de operaciones	5
1.2.2. Procedimiento actual para verificación del estado dela maquinaria (ver nomenclatura pág. 106)	10
1.2.3. Diagrama de Proceso en General	13
1.3. Descripción del producto	15
1.3.1. Descripción de la materia prima utilizada	17
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	21
2.1. Eficiencia del proceso del jarabe del azúcar	23
2.1.1. Tiempo en tratamiento de materia prima (azúcar) ..	24
2.1.2. Método de mantenimiento utilizado	25
2.1.3. Tipo de fallas más comunes	26
2.1.4. Rectificación y corrección de los problemas con el equipo	28

2.2.	Control de la calidad.....	28
2.2.1.	Métodos de análisis utilizados	29
2.2.2.	Recepción y muestreo de materias primas	30
2.2.3.	Almacenamiento	30
2.2.4.	Control de registros	31
2.2.5.	Materia de reproceso o reciclaje.....	32
2.3.	Diseño de la planta	32
2.3.1.	Distribución del equipo	34
2.3.2.	Pisos, pintura y ventilación industrial	34
3.	ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO	
	TOTAL (TPM)	43
3.1.	Forma adecuada de administrar el TPM.....	43
3.1.1.	El objetivo del TPM	50
3.1.2.	Como funcionará el Mantenimiento Productivo Total dentro del área de dilución de azúcar	51
3.2.	Implementación de un sistema de Mantenimiento Productivo Total.....	56
3.2.1.	Pasos a seguir	57
3.2.2.	Ventajas y desventajas.....	64
3.3.	Principales pilares de un sistema de Mantenimiento Productivo Total	67
3.4.	Productividad	70
3.5.	Papel de la Dirección	73
3.6.	Objetivo del sistema de Mantenimiento Productivo Total	73

4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVOTOTAL (TPM) EN UNA PLANTA DE JARABE DE AZÚCAR	77
4.1.	Propuesta para un sistema de Mantenimiento Programado....	77
4.1.1.	Pasos para lograr el funcionamiento del sistema de Mantenimiento Programado	77
4.2.	Mantenimiento autónomo	81
4.2.1.	Ventaja del diseño de un sistema de Mantenimiento Productivo Total	83
4.2.2.	Calidad del diseño	85
4.2.3.	Objetivos del área de dilución de azúcar.....	86
4.2.4.	Metas del área de dilución de azúcar.....	87
4.3.	Método utilizado en la capacitación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	87
4.3.1.	Forma de llevar a cabo la capacitación	91
4.3.2.	Detección de necesidadespara la capacitación.....	92
4.3.3.	Diseño del plan formativo.....	93
4.3.4.	Mejora continua	94
4.3.5.	Grupos operativos.....	97
4.3.6.	Sugerencias	98
4.3.7.	Implantación y medición del plan formativo.....	99
4.3.8.	¿Cómo se medirá y evaluará la capacitación del Proyecto TPM?	100
5.	MEJORAMIENTO CONTINUO.....	101
5.1.	Formato de especificaciones del producto.....	101
5.1.1.	Registros sobre los cambios efectuados	103
5.2.	Creación de procedimientos para manejo de materiales	103
5.2.1.	Desarrollo	104

5.2.2.	Responsabilidades	108
5.2.3.	Registros sobre procedimientos	109
5.3.	Medición de la productividad	109
5.4.	Auditorías internas	114
5.4.1.	Tipo de auditorías a realizar	114
5.5.	Capacitación constante	115
CONCLUSIONES		117
RECOMENDACIONES		121
BIBLIOGRAFÍA		123
ANEXOS		125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	.Circuito de válvulas área de dilución de azúcar.....	12
2.	Diagrama de proceso de jarabe de azúcar	13
3.	Flujo de operaciones del proceso de jarabe de azúcar.....	14
4.	Diagrama de proceso de dilución de azúcar.....	16
5.	Gráfica de tiempos perdidos por fallas en los equipos.....	27
6.	Gráfica de costos de la inversión mensual	64
7.	Diagrama de objetivos del TPM.....	75
8.	Resultados de la encuesta (20 personas)	89
9.	Registro de Control de Producto terminado.....	102
10.	Diagrama de bloques del proceso de dilución de azúcar.....	108

TABLAS

I.	Especificaciones fisicoquímicas	18
II.	Especificaciones microbiológicas	19
III.	Especificaciones sensoriales.....	20
IV.	Condiciones físicas y operacionales del área	36
V.	Tabla de coeficiente de aire	39
VI.	Tabla de pérdidas de calor	41
VII.	Nomenclatura diagrama de procesos	106

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
gl	Galones
°C	Grados centígrados
Hr	Horas
Kg	Kilogramo
mt	Metro
Mts	Metros
mm	Milímetros
min	Minutos
#	Numeral
Ppm	Partes por millón
%	Porcentaje
Vs	Versus

GLOSARIO

Agitador	Aparato o mecanismo utilizado para mezclar o revolver líquidos.
Grados Brix	Dimensional utilizada para expresar la concentración de azúcar (sacarosa).
Jarabe simple	Líquido viscoso, incoloro, inodoro; es la mezcla de agua tratada y azúcar (sacarosa).
Manifold	Tablero compuesto por distintas conexiones, el cual permite el acceso del fluido a distintas áreas.
Racor	Pieza metálica con dos roscas internas en sentido inverso que sirve para unir tubos y otros perfiles cilíndricos. Unión universal de acero inoxidable.
Triblender	Equipo utilizado para mezclar azúcar en agua, utilizando el agua como corriente de transporte y de disolución.

RESUMEN

Debido a la gran importancia que tiene minimizar los costos en las plantas de producción y el aprovechamiento de los recursos, tanto naturales como humanos, con que se cuentan para la producción de la gran gama de productos que actualmente se consumen tanto a nivel nacional como mundial, se ha llegado a la creación de sistemas que mejoren estas situaciones dentro de las plantas de producción.

El siguiente trabajo de graduación consta de un sistema que ayuda en gran manera a las empresas a minimizar en parte la pérdida de los insumos, reduciendo el desperdicio, ya que colabora a la reducción de los tiempos muertos u ociosos que generan pérdidas cuantiosas dentro del proceso productivo; a su vez incrementa la productividad de los procesos como las ganancias de las empresas, logrando una mejor competitividad en el mercado y colaborando a reducir el deterioro del medio ambiente.

Este sistema tiene como propósito mejorar la calidad del producto, reduciendo la variabilidad en los procesos, mediante el control de las condiciones de los componentes y del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto.

Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo se pueden presentar averías que no detienen el equipo o el proceso, pero que producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final.

OBJETIVOS

General

Proporcionar la correcta herramienta necesaria para llevar a cabo la implementación de un sistema adecuado de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de producción de jarabe de azúcar en una planta productora de bebidas gaseosas, por medio de la simplificación de los métodos existentes y con esto llegar a la adecuada implementación del sistema en mención.

Específicos

1. Presentar los diferentes métodos existentes de implementación de sistemas de mantenimiento.
2. Dar a conocer los aspectos relevantes a tomar en cuenta para la correcta implementación.
3. Llegar a conocer a fondo los beneficios que se obtienen de los sistemas de implementación actuales en sistemas productivos.
4. Llegar a concientizar al personal operativo de la importancia de los programas de administración del mantenimiento de los equipos.
5. Que la alta gerencia lo vea como una inversión y no como un costo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es importante estar a la vanguardia en el tema de la competitividad a nivel empresa, lo cual lleva a las compañías a enfocar sus intereses en la implementación de sistemas que mejoren las condiciones ligadas a la obtención de los objetivos, tanto de productividad como de calidad, manteniendo un bajo costo en la fabricación de sus productos.

Para lograr estos objetivos es necesario pensar en el uso de diferentes programas que garanticen el logro de los mismos con el mínimo de recursos utilizados. Se puede empezar cambiando los programas, sistemas y estrategias organizacionales, que permitan que toda la empresa se involucre desde la alta gerencia hasta el personal operativo.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM), es una muestra de un sistema competitivo que las empresas en la actualidad están optando por incorporar a sus sistemas de producción como una estrategia que permite, tanto el desarrollo individual del personal, como el desarrollo empresarial, al incrementar la competitividad de la empresa, pues se busca que todo el personal involucrado directa o indirectamente con el proceso productivo sea capaz de contribuir al incremento de la eficiencia global de los equipos (EGE) y de la organización, con lo que se obtienen las capacidades competitivas a través de la eliminación de las diferencias de los sistemas operativos.

Una forma más simplificada de conocer un sistema de Mantenimiento Productivo Total sería mencionar la orientación de sus logros:

- Cero defectos en el producto
- Cero averías en los equipos
- Cero accidentes en el personal operativo

Con estos enfoques se puede decir que la empresa se encuentra encaminada a la obtención de productos y servicios de alta calidad con mínimos costos de operación, y por ende una imagen en el mercado de una empresa líder en el ramo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Antecedentes históricos

- Historia de La Empresa:

Actualmente la empresa se encuentra instalada en un área perimetral de aproximadamente dos manzanas, por lo que cuenta con el terreno necesario para crecer en extensión y de esta manera en producción. Se encuentra cimentada en un área de 1500m², lo cual garantiza un crecimiento de 50 % de su producción actual la cual está en 9000 galones de jarabe diarios.

La empresa fue fundada en 1946 como una ingeniosa idea de su entonces propietario, que tenía como objetivo la preparación y producción de jarabe con base en el azúcar, el cual se convierte en parte esencial para la producción de bebidas carbonatadas en sus diversas presentaciones y sabores.

Es importante resaltar que la empresa en la actualidad abastece de producto no solo a la industria de refrescos carbonatados si no también a la industria cervecera de la que se derivan otros subproductos.

La empresa ha obtenido un crecimiento en lo que respecta a la rentabilidad y producción, es por eso que nace la necesidad de incrementar sus equipos y tecnología de punta, esto se obtiene con la confianza y visión que los accionistas han depositado en ella.

La creciente demanda de la producción de bebidas refrescantes ha hecho que la planta crezca a pasos agigantados, por lo que actualmente cuenta con la asesoría de tecnología de primera a nivel mundial, con el objetivo de garantizar que sus procesos sean eficientes, de alta calidad y amigables con el recurso humano y medio ambiente, aumentando su producción con altos grados de satisfacción y cumplimiento de metas.

La empresa cuenta con personal capacitado en las diferentes áreas de su proceso, contando también con su propio almacenaje de materias primas (azúcar). Las materias primas utilizadas en el proceso son netamente nacionales, lo que garantiza el bajo costo de operación de la planta y la facilidad de poder elegir entre varios proveedores dentro de la región guatemalteca.

- Como se trabaja el proceso del jarabe de azúcar

La estación disolvedora de azúcar está formada por 3 mezcladores, los cuales tienen como objetivo realizar la mezcla entre el azúcar y el agua precalentada.

El azúcar y el agua disolvente precalentada son mezcladas, calentadas por un intercambiador de placas con vapor saturado, son alimentados de manera continua al tanque disolvedor. Con una bomba de alta potencia, la solución es alimentada al circuito de la cámara disolvedora, dentro de la cual se disuelve el azúcar.

La concentración del jarabe de azúcar es medida permanentemente y el jarabe con la concentración deseada, medida en grados ° *Brix's*, se extrae del circuito. A continuación el jarabe es enfriado a una temperatura adecuada, medida en grados centígrados en un enfriador de jarabe,

ejecutado a manera de intercambiador de placas y posteriormente alimentando al tanque de almacenamiento del jarabe.

El programa que actualmente se utiliza en las instalaciones disolvedoras de azúcar es realizado de manera flexible según las exigencias de los clientes internos.

Las variantes son:

- Procesamiento de azúcar cristalino en bultos (Jumbo) o sacos de azúcar (50 Kg), mercancía almacenada en la propia bodega de almacenaje en *pallets*, los cuales son movilizadas con un montacargas.
- Proceso de disolución continuo o discontinuo ya sea en frío o caliente.
- Filtración con tierra de diatomea y pasteurización *flash* con tiempos definidos de mantenimiento del calor.

Luego de ser almacenado en el tanque de almacenaje de jarabe simple, es enviado al área de filtración de jarabe en la que se realiza un procedimiento adicional, el cual se menciona en el proceso de filtración punto 1.3.

- Tipo de equipo utilizado

El equipo utilizado en el proceso de dilución de azúcar es catalogado como uno de los mejores del ámbito internacional, ya que fue importado de los más altos fabricantes de equipo para la industria alimenticia,

utilizando la mejor calidad en materiales de su propia construcción y diseño.

- Descripción de maquinaria y herramientas adicionales

- o Información del equipo

El equipo que se utiliza actualmente está acondicionado y fabricado específicamente para el proceso en mención, el cual es amigable para el recurso humano en primer plano y para el crecimiento posproducción, por lo que hace práctico su movimiento y cambios necesarios para la mejora continua.

Es de tipo manualelectrónico, por lo que es necesaria la intervención del equipo operativo, el cual se encuentra capacitado para interactuar con los diferentes subprocesos con los que cuenta la planta de producción.

El equipo es de tipo estándar en la producción de jarabe de azúcar, por lo que el procedimiento utilizado para la realización del mismo es tomado con base en las plantas productoras de este ámbito y acoplado al sistema.

Uno de los equipos de mayor empuje para la realización del productos es el llamado mezclador, el cual está constituido por una bomba centrífuga, la cual inyecta el agua precalentada en proporción al azúcar que es ingresada de manera manual por el personal operativo.

1.2. Descripción del proceso

- Sistema de filtración de jarabe
 - o Definiciones
 - Carbón activado: término general que denomina a toda una gama de productos derivados de materiales carbonosos. Tiene un área superficial excepcionalmente alta, y se caracteriza por una gran cantidad de micro poros (menores a 2 nanómetros de diámetro). Utilizado para retener color, olor y sabor.
 - Tierras filtrantes (filtro ayuda): es un material formado por los restos de los esqueletos de las plantas denominadas Diatomeas. Son utilizados como ayudante de filtración para retener partículas sólidas o semi-sólidas y a la vez mantener un flujo adecuado en el líquido que se está filtrando. Ejemplo: *hyflo*, estándar *super cell*.

1.2.1. Metodología para inicio de operaciones

- Preparación de tanques

Al momento de revisar el equipo, se debe de tomar en cuenta que las válvulas deben estar completamente cerradas y que las bombas no tengan fugas con esto se garantiza el ahorro de materias primas;

Revisión de filtros: en el filtro de prensa o filtro de placas, se debe de tomar en cuenta que es importante la previa colocación de las placas. En este tipo de filtros se utilizan placas de micraje;

Al estar concluidos los pasos anteriores se debe de solicitar el envío del jarabe de azúcar al Departamento de dilución de azúcar, el cual debe estar en el estándar deseado y una temperatura adecuada;

- o Verificar que la válvula #1 del tanque # 1 se encuentre abierta para llenar a un volumen de 1 800 galones y cerrar al mismo tiempo la válvula # 1 del tanque # 2.
- o Corroborar que esté abierta la válvula # 2 que se encuentra en la parte de abajo del tanque # 1, asimismo, abrir la válvula # 3 que es la principal del jarabe, la que tiene agujeros y se deja entreabierta.
- o Confirmar que se encuentre abierta la válvula # 4 la principal de jarabe del filtro *sparkler* para poder llenarlo con jarabe, en donde la válvula # 5 de circulado y la válvula # 6 de filtrado del filtro *sparkler* tienen que estar cerradas y la válvula # 7 del respirador o aire abierta.
- o Se debe de abrir la válvula # 2 del tanque # 2 y cerrar la válvula #1 del tanque # 1 para llenar el tanque # 2 a un volumen de 1 800 galones de jarabe una vez se haya llenado el tanque # 1.
- o Verificar que la válvula # 8 que es la principal de circulado esté abierta.
- o Comprobar que la válvula # 9 del tanque # 1 o válvula # 10 del tanque # 2, dependiendo de cual se va a poner a circular, estén debidamente abiertas antes de que se llene el *sparkler*.

NOTA si se trabaja con el tanque # 1 cerrar la válvula # 10 del tanque # 2 y viceversa.

- o Dejar entreabierta la válvula # 5 (1/16 de vuelta) del circulado del *sparkler* y se cierra la válvula # 7 del respirador o válvula de aire (cuando se abren y se cierran las válvulas este movimiento se hace al mismo tiempo).
- Proceso de precapas

En la primera precapa, (aquí encontraremos que se está circulando el jarabe en el filtro (*sparkler*) en el que hay que agregar al tanque un saco de material filtrante al mismo tiempo que se está circulando el jarabe con el filtro. Dejar circular por 30 minutos.

Al inicio de la segunda precapa agregar medio saco de material filtrante con medio saco de material filtrante número dos en el mismo tanque que se está haciendo la primera precapa, o sea el que está circulando con el filtro al tanque.

Continuando la tercera precapa, ya no se hace en el mismo tanque con el que se hizo la primera y segunda precapa, sino en el segundo tanque que está lleno de jarabe.

Aun si el jarabe viene claro, agregar un saco de material filtrante y un saco de material filtrante número dos y se pone a circular con el agitador encendido.

En el caso de que el jarabe venga amarillo agregar dos sacos de material filtrante numero dos y dos sacos de material filtrante, para aclarar el jarabe y poniéndolo a circular con el agitador encendido.

Hacer cambio de válvulas de los tanques que se encuentran debajo de ellos cuando han pasado los 30 minutos. Abrir la válvula de circulado hacia el otro tanque y se cierra la que está circulando con la primera y segunda precapa, las válvulas se abren y se cierran al mismo tiempo.

Pedir más jarabe en el tanque que se hizo la primera y segunda precapa, en donde se llena el tanque y luego se agrega la cantidad adecuada de material filtrante y la piedra diatomea para luego agitar durante 40 a 45 minutos.

- Procedimiento para filtrar

Antes de poner a filtrar, revisar en el tablero que está arriba del *holding*, que el *manifold* o codo esté debidamente colocado en el *holding* que se va a filtrar o llenar ya sea arriba o abajo (ver figura1).

- o Revisar que la válvula # 11 en la que entra el jarabe caliente que viene del *sparkler* hacia el enfriador esté abierta, esta válvula # 11 se encuentra cerca del tablero de la línea 3, también revisar que la válvula # 12 y válvula # 13 (entrada para el filtro) estén abiertas y revisar que la válvula # 14 esté cerrada.
- o Abrir la válvula # 15 de salida del filtro de prensa filtrox que va hacia el *holding* y revisar que la válvula # 16 que está a un lado del tanque # 1 esté abierta y la válvula # 17 del filtro de prensa filtrox que va hacia el *holding* (arriba o abajo) esté cerrada.

- o Verificar que la válvula # 18 del tanque # 1 o la válvula # 19 del tanque # 2 esté abierta y poner a filtrar el jarabe del *sparkler* al enfriador, del enfriador al tablero que está a un lado del tanque #1 y este tiene que estar colocado en el codo o *manifold* hacia el tanque en el cual se hizo la tercera precapa. Circular por 10 minutos.
 - o Luego de transcurrido los 10 minutos, abrir la válvula # 16 de salida del filtro de prensa *filtrox* que va hacia la entrada del *holding* (arriba o abajo) y se cierra la salida del filtro de prensa *filtrox* que va hacia el tablero que está a un lado del tanque #1. Siempre abrir y cerrar las válvulas al mismo tiempo.
- Procedimiento para lavar (filtro *sparkler* prensa *filtrox*):

Llamar al área de dilución de azúcar para que dejen un tanque vacío para recibir la solución de limpieza y poder realizar el CIP (*Clean in Place*);

Dejar el tanque 1 y 2 de preferencia vacíos;

Lavar el tanque vacío e ingresar la cantidad indicada en galones de agua, al terminar de filtrar el poco de jarabe que está en el tanque # 1 o tanque # 2, se hace cambio de válvula del tanque para poder filtrar el que tiene agua, esto se filtra normal como el jarabe y se le da un tiempo de 8 minutos a 15 minutos según como esté el nivel de grados *Brix's* (parámetro 60°brix +/- 0,2°) y sacar muestra en el refractómetro, durante ese tiempo;

Revisar el *manifold* o codo del tablero de la línea que está a un lado del tanque # 1 para que esté colocado en el tanque # 1 o tanque # 2 (el que este vacío), antes de que se termine de sacar el jarabe;

Ya revisadas las válvulas, pasado los (8-15) minutos y verificado que el jarabe ya esté en su punto(también llamado agua dulce), abrir la válvula # 16 de salida del filtro de prensa *filtrox* que va hacia la línea futura y cerrar la salida del filtro de prensa *filtrox*, que va hacia el *holding* (abrir y cerrar al mismo tiempo).

Al terminar de llenar el tanque con agua dulce o el CIP, llamar al área de dilución de azúcar y enviar el agua dulce. Se apaga todo el equipo (agitadores, bomba principal de jarabe, enfriador) por ultimo ya confirmado en dilución de azúcar que pueden recibir el CIP, abrir la válvula de dilución de azúcar y la del tanque con el cual tiene el CIP y las otras válvulas tienen que estar cerradas.

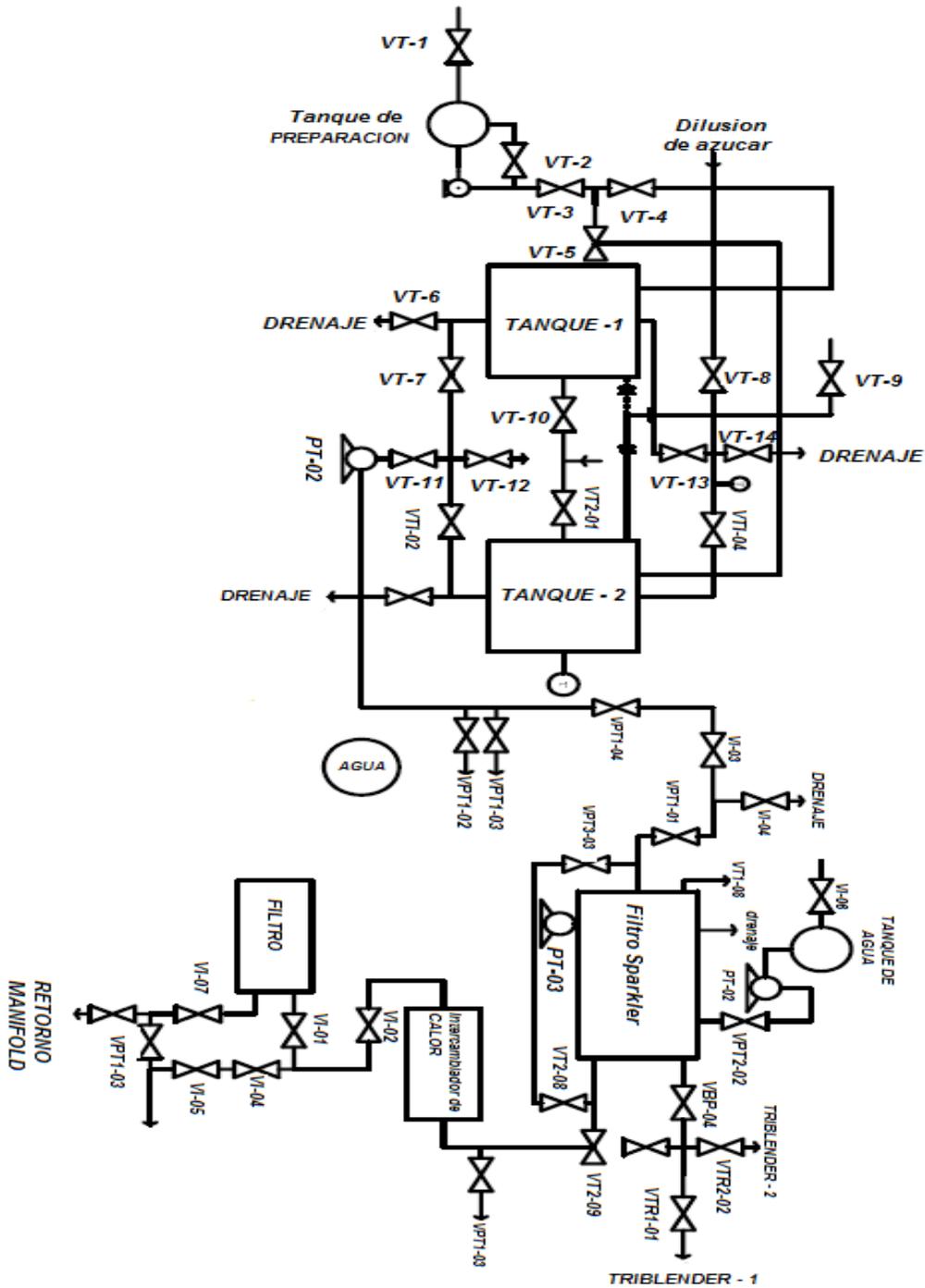
Verificar que el tanque que tiene agua no se vaya a terminar lavar los filtros (*sparkler* y de prensa *filtrox*).

1.2.2. Procedimiento actual para verificación del estado de la maquinaria (ver nomenclatura pág. 106)

Actualmente se realiza una inspección del estado de la maquinaria por medio de un sistema de revisión continua de las diferentes estaciones dentro del proceso, éstas a su vez se llevan a cabo por medio del personal de mantenimiento, el cual lo realiza al inicio de semana en preparativo para inicio

de operaciones en la semana revisando manualmente el funcionamiento de los diferentes tipos de válvulas existentes ya sean éstas manuales o neumáticas.

Figura 1. Circuito de válvulas área de dilución de azúcar

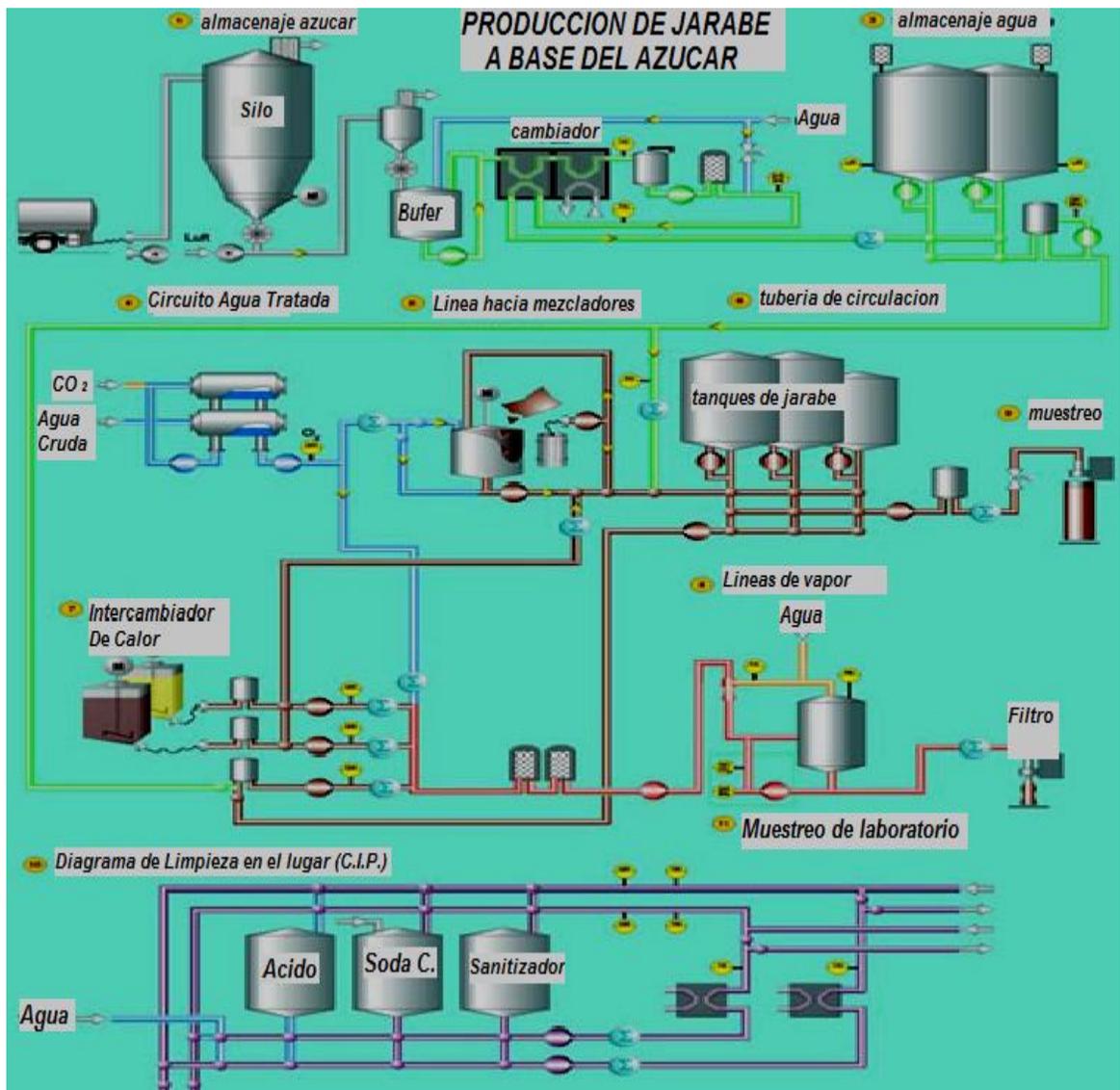


Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

1.2.3. Diagrama de Proceso en General

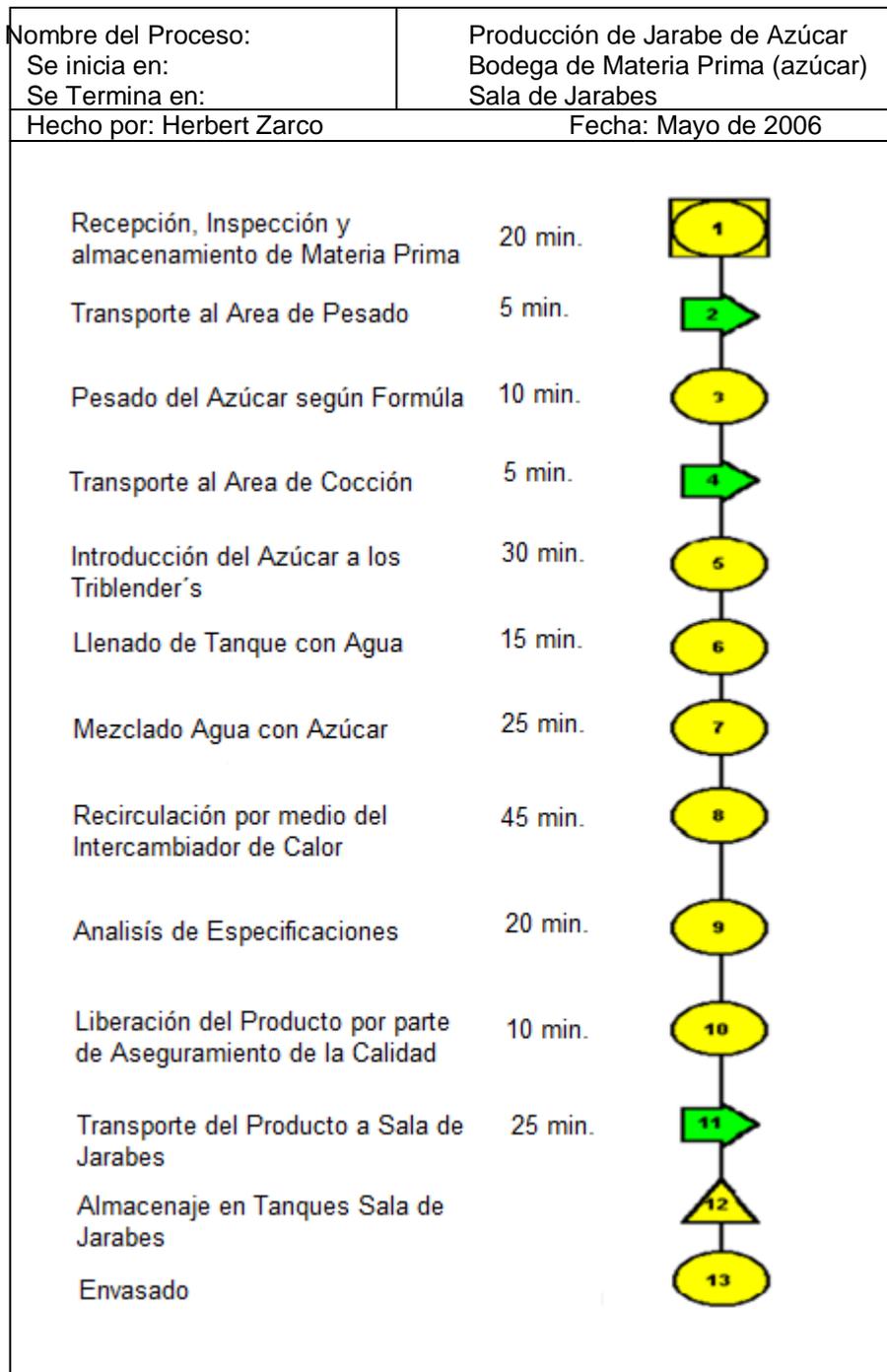
El siguiente diagrama muestra el ciclo del proceso en una planta productora de jarabe en base al azúcar.

Figura 2. Diagrama de proceso de jarabe de azúcar



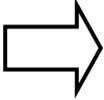
Fuente: Departamento de Dilución de Azúcar.

Figura 3. Flujo de operaciones del proceso de jarabe de azúcar



Fuente: elaboración propia.

Resumen:

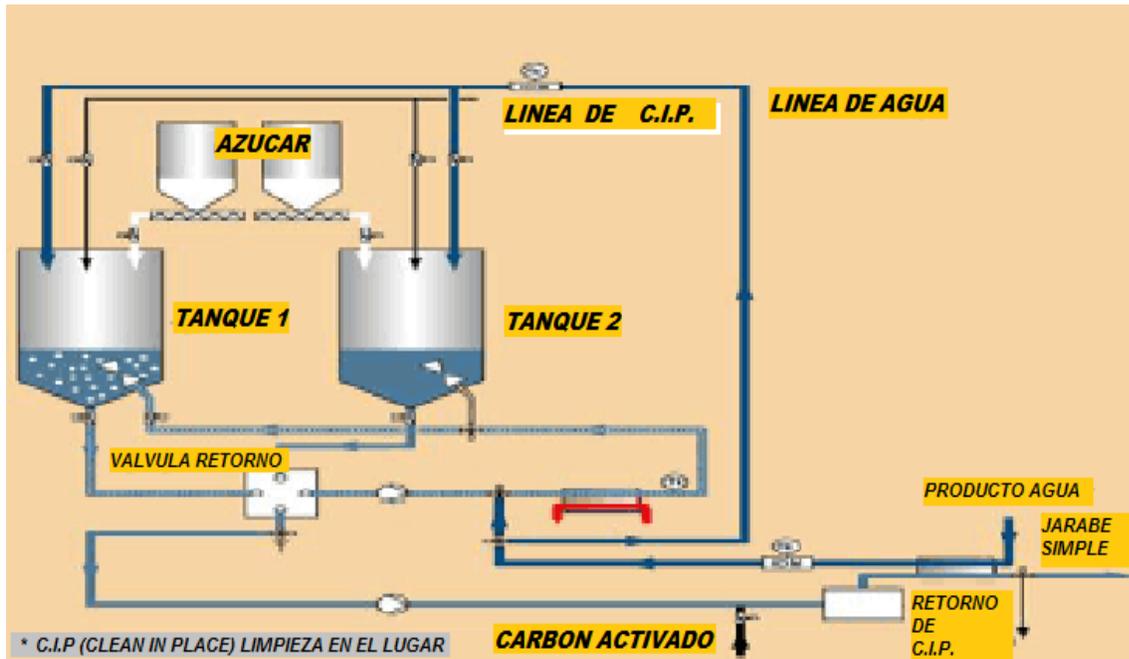
Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo
	Operación	7	155 min.
	Operación e inspección	1	20 min.
	Transporte	3	35 min

1.3. Descripción del producto

Jarabe de azúcar: para la realización del producto se utilizan 3 procedimientos, los cuales se describen a continuación:

- Disolución *Batch*: azúcar y agua son mezclados hasta alcanzar el Jarabe Simple y luego bombeado a la sala de jarabe. El procedimiento en *Batch* puede realizarse a temperatura ambiente o a 85 °C, este último acelera la disolución del azúcar y asegura una menor carga microbiana.

Figura 4. Diagrama de proceso de dilución de azúcar



Fuente: Departamento de Sala de Jarabes Cervecería Centro Americana.

- El proceso de filtración: dependiendo en su calidad, el color del azúcar tiene una menor o mayor coloración amarronada. Dado que el jarabe para preparar bebidas suaves debe ser claro, es necesario filtrar el azúcar.

Antes de ser procesado hasta jarabe final, el jarabe simple debe cumplir con los siguientes requerimientos de calidad:

- o Debe ser claro y no debe contener precipitados
- o No debe tener ni olor ni sabor extraño

La Sala de Jarabe: aquí es en donde el Jarabe Simple llega a Jarabe Final. El Jarabe Simple es mezclado con agua y concentrados (para bebidas carbonatadas).

- De acuerdo a una composición deseada una cantidad predefinida de Jarabe Simple es bombeada dentro del tanque. La cantidad exacta es medida por medidor de caudal o gravimétricamente agregado del concentrado, Control Refractométrico de concentración de azúcar medida en *°Brix* -Se realiza el ajuste final.

1.3.1. Descripción de la materia prima utilizada

- Azúcar
 - o Azúcar estándar

Es el producto sólido derivado de la caña de azúcar, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, en una concentración mínima de 99,40 % de polarización.

Este tipo de azúcar se obtiene mediante proceso similar al utilizado para producir azúcar crudo (mascabado), aplicando variantes en las etapas de clarificación y centrifugación, con el fin de conseguir la calidad del producto deseada.

o Especificaciones

Para facilitar las especificaciones establecidas, es recomendable que en la elaboración del azúcar (sacarosa) estándar, se industrialice materia prima de buena calidad, se apliquen técnicas adecuadas en su proceso y se cuenten con instalaciones higiénicas.

o Fisicoquímicas

El azúcar estándar, producto del objeto de la aplicación que la norma debe cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla I.

Tabla I. **Especificaciones fisicoquímicas**

Parámetros de calidad	Unidad	Valores	Nivel	Método de Prueba
Polarización	%	99.40	Mínimo	NMXF-079
Color	U.I.	600	Máximo	NMXF-526; inciso 10.4
Cenizas (sulfatadas)	%	0.25	Máximo	NMXF-082; inciso 10.5 y 10.6
Humedad	%	0.06	Máximo	NMXF-294
Azúcares Reductores	%	0.10	Máximo	NMXF-495
Dióxido de azufre (sulfitos)	Ppm	20.00	Máximo	NMXF-501; incisos 10.9
Material insoluble	Ppm	N.A.	Máximo	
Plomo	Ppm	0.50	Máximo	NMXF-499
Arsénico	Ppm	1.00	Máximo	NMXF-498
Partículas metálicas (hierro)	Ppm	10.00	Máximo	OPCIONAL
Granulometría:				
Tamaño medio de grano	Mm	N.A.		

Fuente: Departamento de Control de Calidad Cervecería C.A.

- Parámetros de calidad

- o Materia extraña

El producto deberá estar libre de impurezas, que se derivan de su almacenamiento, tales como fragmentos de vidrio, plástico, metal, hilos de costal; así como cualquier otro contaminante de origen animal, vegetal o mineral.

- Microbiológicas

El azúcar estándar debe cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla II.

Tabla II. **Especificaciones microbiológicas**

Parámetro	Unidad	Límite	Método de prueba
Mesofilos aerobios	UFC/g	MÁXIMO 20	NMXF-253; NOM-092-SSA1
Hongos	UFC/g	< 10	NMXF-255; NOM-111-SSA1
Levaduras	UFC/g	< 10	NMXF-255; NOM-111-SSA1
Salmonella sp	-----	AUSENTE EN 25 g	NMXF-304; NOM-114-SSA1
Escherichia coli	NMP/g	AUSENTE	NOM-112-SSA1 NOM-145-SSA1

UFC Unidades formadoras de colonias.
NMP Número más probable.

Fuente: Departamento de Control de Calidad, Cervecería C.A.

- Sensoriales

El azúcar estándar debe cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla III.

Tabla III. **Especificaciones sensoriales**

Aspecto	Granulado uniforme
Sabor	Dulce
Color	Marfil Variando el tono del claro al oscuro
Olor	Característico del producto

Fuente: Departamento de Control de Calidad, Cervecería C.A.

- Almacenamiento

Después de envasado el producto bajo especificaciones identificadas, según la norma de calidad a la que es sometida para evitar su contaminación, se almacena en lugares cerrados, frescos, con ventilación, secos, libres de polvo, higiénico y que estén protegidos contra insectos, roedores, etc.

Vida de anaquel: estando en condiciones adecuadas de almacenamiento se garantiza dos años.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Al realizar un estudio se determinó que la empresa no cuenta con un sistema que garantice la perfecta continuidad de los equipos en funcionamiento, de esta manera se evaluó y determinó que existe un área con un potencial perfecto para la aplicación del sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), y con esto poder llegar a cumplir con los objetivos planteados por la dirección con base en los resultados deseados, estos a su vez se miden por medio de los programas semanales de producción, los cuales son planificados de manera sistemática y con base en demanda estimada por medio de pronósticos de producción.

Es importante resaltar que la empresa cuenta con el personal adecuado y necesario para la realización efectiva de las operaciones de producción, pero ha descuidado netamente la esencia de la participación de este recurso tan valioso, que es indispensable para la implementación de modelos o métodos que se utilizan en la actualidad.

Basado en los antecedentes con los que cuenta la empresa, es necesaria la intervención de un sistema que garantice la plena participación del personal operativo en las diferentes áreas con que cuenta el proceso, esto viene a complementar un punto importante en la implementación de métodos que ayudan al mejoramiento continuo de la productividad y rentabilidad de las empresas, en este caso la implementación del TPM (Mantenimiento Total Productivo).

La administración del personal de planta está a cargo de un asistente de producción, quien informa al personal las tareas que deben realizar durante la producción semanal, por lo que viene a acumular un tiempo de necesaria intervención de parte del mismo para que el personal realice sus actividades y no de una forma autónoma, como sería lo adecuado para ayudar a la productividad e integridad del personal operativo.

Esto representa retrasos en el proceso ya que surgen dificultades con el equipo, que puede ser resuelto por el personal operativo pero que a su vez no se realiza de tal manera, ya que éste presenta un reporte al asistente de producción quien a su vez reporta a un asistente de mantenimiento quien realiza los movimientos necesarios para su pronta ejecución, esto incurre a que el personal operativo no se involucre en los inconvenientes que afectan directamente a su equipo, por lo que esto contribuye a que el proceso tenga desviaciones negativas en función de productividad.

El personal operativo en dicha área no cuenta con una reunión semanal en la que se puedan discutir variaciones que estén afectando la productividad del proceso, es necesario que se implemente un sistema en el que se pueda discutir todo tipo de situaciones, que vienen a acumular bajas en la efectividad del proceso productivo, esto incluye tanto al personal operativo como a la administración del equipo.

Es importante hacer resaltar que la empresa cuenta con el recurso necesario para implementar un sistema que garantice la buena administración de los procesos y por ende la implementación de un método, que capacite constantemente al personal operativo con que cuenta en este momento y de esta manera contribuir al incremento de la productividad.

La empresa se encuentra en un punto cuya demanda de los subproductos que se obtienen del jarabe de azúcar, están obteniendo un crecimiento muy alto en la presencia de mercado, ya que actualmente los clientes internos de los que obtienen sus productos con base en la producción de jarabe de azúcar, están incrementando su presencia en el mercado internacional contando estos con redes de distribución en México, Centro América y el resto de Latinoamérica.

La empresa se ve en la necesidad de implementar sistemas que actualmente ya se utilizan en empresas internacionales y que en definitiva han obtenido un logro muy sustancial, en lo que respecta al incremento de la productividad por medio de la participación plena del personal operativo.

2.1. Eficiencia del proceso del jarabe de azúcar

La eficiencia del proceso se mide en el tiempo total que se lleva el producir 3 000 galones de jarabe a los grados Brix's deseados, a esta operación se le conoce como un cocido, se puede observar que en un promedio se pierden de 15 a 20 min. por averías en el equipo o descuidos del personal operativo lo que lleva a estimar que se tiene un punto de mejora.

La producción de 3 000 galones de jarabe simple se procesa en un tiempo estimado de 2 horas, desde que el azúcar ingresa a los *triblender's* en su estado sólido, hasta la entrega de jarabe simple en forma líquida. Luego se envía al área de filtración en la que se demora 2 horas más, antes de poder ser utilizado en la sala de jarabes para la producción de refrescos.

La velocidad teórica de los equipos está dotada para producir un tanque de 3 000 galones de jarabe de azúcar en un tiempo de 3,5 horas y se está entregando en un tiempo promedio de 4 horas, lo que indica que la eficiencia del proceso total es de 88% en condiciones óptimas del equipo.

En momentos se ha llegado a eficiencias menores al 50 % lo cual es crítico para la producción. Esto debido a planificaciones en el mantenimiento no muy bien programadas.

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{tiempo estándar}}{\text{tiempo real de operacion}} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{3,5 \text{ horas}}{4 \text{ horas}} * 100 = 88 \%$$

2.1.1. Tiempo en tratamiento de materia prima (azúcar)

La materia prima (azúcar) al inicio del proceso se encuentra almacenada dentro de las instalaciones de la planta en una bodega amplia y en condiciones necesarias para mantener la inocuidad del azúcar, ésta se traslada por medio de un montacargas de la bodega de almacenaje hacia el área de *triblender's* (mezcladores), en donde se traslada de saco en saco por medio de un polipasto para luego colocar el azúcar manualmente dentro de los *triblender's* (5 min.) Luego se dosifica el azúcar dentro de los *triblender's* mediante tiempos intermedios para evitar acumulación del azúcar y de esta manera prevenir el forzar los motores (20 min).

Luego se recircula el jarabe y azúcar entre el tanque de mezcla y los mezcladores hasta obtener entre el estándar deseado en grados Brix's (60 °brix +/- 0,2 %), éste a su vez pasa por un intercambiador de calor de concha y tubo, de esta manera obteniendo la temperatura adecuada para que el producto no se cristalice (90 min.)

Se traslada del tanque de mezcla a uno de almacenaje (5 min) esto para obtener un total de 120 min (2 HR).

2.1.2. Método de mantenimiento utilizado

El mantenimiento que actualmente se está utilizando dentro de la planta es el correctivo, por razones de falta de sistemas que puedan garantizar una programación adecuada en los tiempos programados para el mantenimiento y en algunos casos se utiliza el mantenimiento preventivo, el cual no cuenta con un programa especificado lo que da la pauta de que se están cambiando repuestos muchas veces sin cumplir su vida útil, es por eso que existe la necesidad de crear un sistema que garantice el buen funcionamiento de los equipos en todo momento.

Éste se basa en una periodicidad de cambio en los componentes mecánicos y eléctricos que son utilizados por los equipos del área, el cual se lleva documentado por medio de *OTR's* (ordenes de trabajo). Las cuales indican en que datos se puede basar para generar una estadística de fallas en los equipos, los cuales se convierten en tiempos muertos para la parte de producción, estos tiempos muertos llegan a un total de 30 min diarios en promedio o 180 min semanales.

2.1.3. Tipo de fallas más comunes

Las fallas más comunes que se presentan se obtuvieron por medio de una toma de tiempos que se realizó dentro de una semana, en horarios al azar por lo que se logró determinar que las fallas más concurrentes se dieron en los siguientes equipos por lo que se nombraron de la siguiente manera:

- Falla de *Triblender's* (mezclador)

Esta falla se presenta cuando el *triblender* es saturado de azúcar y por tal razón el motor del mismo se sobrecarga y por esta razón, el motor se calienta y al igual el fluido eléctrico por lo que dispara el sistema de protección o variador, el operadora a su vez informa al asistente de producción quien comunica por medio de radio al personal de mantenimiento, por lo que en esta operación se pierde un estimado de 20 a 25 min en lo que se enfría nuevamente el motor.

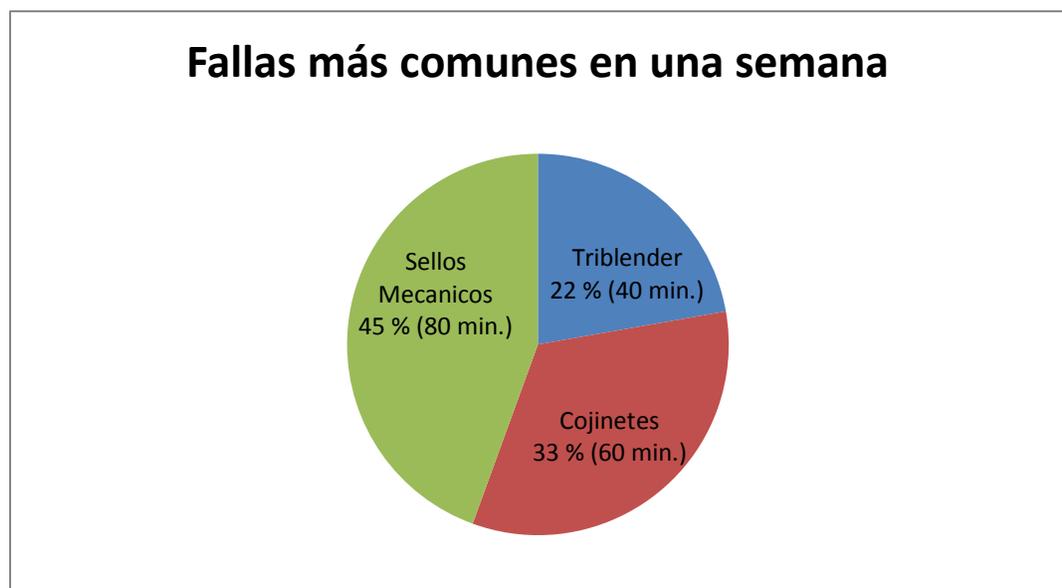
- Cojinetes

Se presenta cuando el tiempo de vida del cojinete se acorta y esto se debe a que en el área se maneja constantemente agua, por lo que el cojinete presenta contacto con este vital liquido y de esta manera el agua penetra su cobertor de grasa, por lo que sufre resequedad, la cual afecta directamente la lubricación de los mismos. Se logra determinar que por falta de cambio en el momento adecuado de este componente se puede perder hasta 60 min.

- Sellos mecánicos

El sello mecánico es un tipo de sello especial que utilizan las bombas para abrir y sellar automáticamente el paso de fluidos. Las fallas que se presentan con este componente, son las esperadas en su tiempo de vida útil ya que al terminar ésta presenta rotura en este componente, por lo que sufre una avería y esto provoca la completa rotura y posterior paro de producción por lo que se incurre en un mantenimiento correctivo. Con una pérdida de tiempo de más de 60 min.

Figura 5. **Gráfica de tiempos perdidos por fallas en los equipos**



Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Rectificación y corrección de los problemas con el equipo

La corrección de las fallas en los equipos al momento que se presentan es solucionada por el equipo de mecánicos y eléctricos del área, el cual acude a la resolución de la misma por método de aviso de falla, en el que contribuyen los operadores responsables del equipo por medio del asistente de producción que se encuentra de turno.

El asistente reporta la falla de inmediato al jefe de mantenimiento o en su efecto directamente al personal de mantenimiento, por lo que se actúa de la mejor manera posible, lo que sí cabe resaltar es que en algún momento el personal de mantenimiento tiene tareas de suma emergencia en otras áreas, por lo que se espera el tiempo necesario para la atención a la falla reportada en el área lo que lleva a concluir que se encuentra otro punto crítico para la continuidad del proceso.

En algunos casos dependiendo el tipo de falla que se presente ya sea ésta mecánica o eléctrica, se debe contar con un *stock* necesario de repuestos el cual en la actualidad es muy reducido, esto con el objetivo de mantener bajos costos de bodega de repuestos lo que contribuye a que el tiempo de paro de la línea de producción sea más largo.

2.2. Control de la calidad

El control de calidad en que se basa la planta está definido por los parámetros que envía el proveedor de azúcar a través del certificado de calidad propios del producto, el cual garantiza la calidad de los productos utilizados en

el proceso, en este caso el azúcar, el proveedor envía junto con la materia prima un certificado de calidad en donde expone las características que contiene la materia prima (azúcar), éstas son analizadas en la planta antes de ser ingresadas al proceso, el cual luego de cumplir con las especificaciones dadas en la norma de calidad con la que cuenta la empresa son liberadas por el Departamento de Calidad, quien es el ente autorizado para esta operación y con esto garantizar que los productos que se utilizan en el proceso cumplen con las características adecuadas de calidad.

2.2.1. Métodos de análisis utilizados

El método utilizado para el muestreo de la materia prima es el aleatorio, el cual consiste en tomar una muestra de la materia prima que está por entrar a bodega, esto se hace cuando el transportista del mismo se encuentra fuera de la planta.

El encargado de aseguramiento de la calidad toma una muestra de uno de los sacos de azúcar que están por ingresar a la planta, luego se realizan los análisis necesarios por medio de un refractómetro el cual determina si el azúcar se encuentra en las condiciones deseadas. En este caso con los grados brix que necesita el proceso.

Refractómetro: es un equipo utilizado por la industria alimenticia y de bebidas para determinar por medio de un lente óptico que emite una luz radiante, los grados de turbidez de un líquido con el objetivo de determinar los grados brix ($60^{\circ}\text{brix} \pm 0,2\%$), en que se encuentra dicho líquido al momento de la toma de la muestra.

En este análisis se garantiza que el azúcar contenga el color deseado antes de procesarla.

Adicional, se realiza otro análisis con la misma muestra donde se determina que el azúcar tenga los grados Brix deseados, e indispensables para el proceso.

Los demás análisis mencionados en el certificado de calidad del proveedor los realizan ellos en sus laboratorios para garantizar la calidad de la misma.

2.2.2. Recepción y muestreo de materias primas

La materia prima se recibe dentro de las instalaciones de la planta en bodega de almacenamiento propia de la planta, ésta se lleva a cabo bajo la supervisión del responsable del área, el cual se encarga de revisar bajo un muestreo aleatorio, que dicha materia prima cumpla con los estándares de calidad que son requisito para el paso siguiente dentro del proceso de dilución, en este proceso se revisa que cuente con el peso indicado, el color según especificación y la cantidad solicitada.

2.2.3. Almacenamiento

Proceso de almacenamiento: el almacenamiento se lleva a cabo en el orden de ingreso de materia prima a la bodega utilizando el sistema PEPS (primero en entrar, primero en salir), esto se utiliza para no incurrir en estancamiento de materia prima dentro de las instalaciones con el objetivo de evitar alguna contaminación cruzada.

Actualmente se solicita la cantidad de materia prima necesaria para la producción de una semana, esto para evitar caer en costo de almacenamiento al igual que acumulación de materia prima para la próxima semana.

La materia prima se almacena en la bodega de materia prima con la que cuenta la planta, ésta a su vez cuenta con las instalaciones adecuadas para dicha materia prima (azúcar) tomando como meta preservar la inocuidad del producto terminado. Contando con un sistema de control de plagas constante, y un sistema de polipastos para su fácil manejo.

2.2.4. Control de registros

El control de los registros es monitoreado por el asistente de turno, el cual verifica que los mismos se estén llenando de una manera correcta, y que se estén llevando los análisis en las horas estipuladas.

El asistente de turno verifica que los análisis realizados estén cumpliendo con las normativas, éstas a su vez verifican constantemente el proceso mediante estándares que se han identificado en la producción, medición de grados Brix ($60^{\circ}\text{brix} \pm 0,2 \%$), que son tomados en un intervalo de una hora.

En el área se utilizan actualmente dos copias del mismo registro, los cuales son uno para control interno del área de producción y el otro para el área aseguramiento de la calidad.

Los registros son llenados por el personal operativo de turno quien a su vez realiza los muestreos de rutina y verifican por medio de un refractómetro

portátil que se esté dentro del parámetro establecido de los grados Brix (60°brix +/- 0,2 %).

Estos registros son anotados en el formato de control de registros que se presenta a continuación con el objetivo de llevar un control documentado de las actividades realizadas durante un turno laboral.

2.2.5. Materia de reproceso o reciclaje

En el área se cuenta con un sistema de aguas residuales el cual está capacitado para realizar un proceso de recuperación de aguas para la reutilización de la misma en otros subprocesos.

Al igual con el reciclaje se recuperan los sacos que son vaciados dentro de la operación, esto se llegó a concretar por medio de una capacitación que el propio proveedor impartió al personal operativo, para la correcta abertura de los mismos y con esto se obtiene una recuperación sustanciosa del material de embalaje, para luego obtener un descuento en la próxima compra, reduciendo con esto el costo de la compra.

2.3. Diseño de la planta

La planta fue diseñada basada en la distribución por producto, ya que es el producto que se transporta a lo largo del equipo de producción y con esto estar enfocada hacia la oportunidad de crecimiento, marcada en la demanda del mercado de productos como las bebidas carbonatadas y las no carbonatadas, éstas representan aquellas bebidas gaseosas y lo néctares respectivamente.

Su estructura fue construida de una manera industrial buscando como prioridad la seguridad del recurso humano (operativos) y la seguridad de la maquinaria y equipo.

Tipo de producción

El tipo de producción se le conoce como flujo continuo ya que el producto que en la planta se produce es el jarbe de azúcar el cual su proceso se caracteriza por ser continuo, cada máquina y equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y preparados para aceptar de forma automática el trabajo suministrado por el equipo precedente. Está diseñado para fabricar un solo producto en este caso el jarabe en volúmenes muy elevados el producto es muy estable.

La misma cuenta con una amplia bodega de materia prima, la cual está aledaña a una plataforma de descarga de los contenedores que transportan el azúcar de los ingenios hacia la localización (bodega). Se cuenta en esta instalación con un espacio asignado para el montacargas de una manera ágil para la descarga de los contenedores.

Dentro de las instalaciones se cuenta con la distribución adecuada por lotes de materia prima, esto con el objetivo de identificar fácilmente el ingreso del azúcar hacia el proceso productivo, se toma en cuenta esta distribución para poder identificar que materia prima ingreso primero y cual ingreso en un último momento.

El área cuenta con un sistema de alarmas contra cualquier tipo de emergencias, las cuales están interconectadas entre las demás áreas que componen a la planta en general, adicional a esto se cuenta con un carro

motobomba, el cual está en contacto directo con la garita para tener un tiempo mínimo de reacción.

La parte interna del área del proceso se cuenta con una altura prudencial en la pared, la que se encuentra cubierta con azulejo en color blanco y luego a terminar la altura de la pared con repello refinado y pintado en color amarillo.

2.3.1. Distribución del equipo

Dentro del equipo se tienen contemplados los tanques y todo el sistema de válvulas con las que se trabaja en el área.

Los objetivos de la distribución en planta son:

- Integración de todos los factores que afecten la distribución
- Movimiento de material según distancias mínimas
- Circulación del trabajo a través de la planta
- Utilización “efectiva” de todo el espacio
- Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores
- Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones

2.3.2. Pisos, pintura y ventilación industrial

Piso tipo industrial:

El piso con que cuenta la planta es de tipo industrial, hecho a base de hormigón y formado con planchas de concreto en divisiones para obtener una mayor duración por los movimientos ocasionados por fuerzas externas.

Éste cuenta con un revestimiento alisado de cemento en color rojo para darle una mejor presentación y con esto evitar la aglomeración de bacterias y crecimiento de mohos, adicional a esto se cuenta con sistema de unión entre el piso y la pared (sisa) para evitar aglomeraciones de agua o filtraciones.

Pintura tipo industrial:

Se cuenta con paredes de base de block y repelladas en su interior, las cuales están forradas a 1,20 metros de altura con azulejo en color blanco.

Lo que es la parte de terminación de pared, está pintado en un color amarillo intenso y con esto dar una sensación de limpieza y claridad en el área.

La estructura metálica de tipo bodega está pintada en color marrón anticorrosivo, lo cual da la seguridad de protección contra óxido en el metal.

Todo el set de tuberías se encuentra identificado con los colores internacionales para identificación, dependiendo del traslado de líquidos en las mismas, por ejemplo la tubería de agua tratada es en color verde, la de vapor color rojo, la de aire en color negro, y lo que se refiere a tuberías de producto en su color original del acero inoxidable.

Se cuenta con un sistema de rotulación según la norma internacional de seguridad industrial, en las áreas peatonales (color amarillo y negro) de riesgos eminentes (color amarillo), como también, las rutas de evacuación (color verde/blanco).

Análisis para cuestiones de mejora:

Está determinado por las condiciones físicas y operacionales del área las cuales cumplen con el objetivo principal de determinar las óptimas condiciones de trabajo hacia el personal operativo de la planta y con esto contribuir a la seguridad en el trabajo o industrial.

Basados en datos teóricos que han sido utilizados para el cálculo de los valores numéricos para determinar el ambiente físico que deben de poseer los suelos, paredes y cielos de las plantas se presenta la siguiente tabla que muestra los valores de reflectancias utilizados utilizando el método de cavidad zonal.

Tabla IV. **Condiciones físicas y operacionales del área**

Lugar	Descripción	Valores de Reflectancias
Para el cielo	Blanco o muy claro	0,7
	Color Claro	0,5
	Color Medio	0,3
Para lasparedes	Color Claro	0,5
	Color Medio	0,3
	Color Oscuro	0,1
Para los pisos	Color Claro	0,3
	Color Medio	0,2
	Color Oscuro	0,1

Fuente: TORRES,Sergio.Ingeniería de plantas.p. 103.

Por el proceso que se realiza en una planta de producción de jarabe de azúcar se determina que la cantidad de Luxes necesarios es de 500, esto por el tipo de trabajo que aquí se realiza, manipulación de equipo neumático, como lo son válvulas e inspección de manómetros en algún momento.

Selección de la luminaria

Tipo de lámpara: halógeno metálico

Factor de depreciación: 0,82

Mantenimiento: normal

Aspecto estético: tipo industrial (no hay problema)

Los factores de depreciación recuperable, no recuperable y de mantenimiento se seleccionaron según criterio propio, el rango de factor de depreciación es de 0,60 a 1.

Factor recuperable 0,78 (vida útil), factor no recuperable de depreciación 0,82.

Factor de mantenimiento: $0,82 * 0,78 = 0,6396$.

Cálculo de las zonas de cavidad

Nomenclatura:

RCA = cavidad local o ambiente

RCP = cavidad del piso

RCC = cavidad del techo o del cielo

W = ancho

L= largo

Fórmulas:

$$RCA = \frac{5 * altura * W + L}{W * L} * \text{valor de Reflectancia}$$

$$RCC = \frac{5 * altura * W + L}{W * L} * \text{valor de Reflectancia}$$

$$RCP = \frac{5 * altura * W + L}{W * L} * \text{valor de Reflectancia}$$

La planta cuenta con un ancho de 30mt. Y largo de 50mt. Con una altura horizontal de 5mt.

Según la tabla de condiciones físicas (tabla V) se determinó la reflectancia de cada ambiente de la siguiente manera:

Reflectancias del cielo	0,7
Reflectancias de paredes	0,3
Reflectancias del piso	0,2

Por lo que al ingresarle los datos a las fórmulas queda de la siguiente manera:

$$RCA = 0,4$$

$$RCP = 0,3$$

$$RCC = 0,9$$

Ventilación industrial:

La ventilación con la que cuenta la planta es de tipo natural, está desplegada por medio de ventanales en la parte superior de toda la circulación de las paredes, ésta es de tipo ventanal con celosía además se cuenta con un sistema de extractores de aire en la parte del caballete del techo.

Análisis técnico sobre la ventilación

Con el objetivo de garantizar un ambiente laboral fresco y agradable, se realiza el siguiente estudio para comprobar si la ventilación que posee la nave industrial es el adecuado o en su efecto debe de ser mejorada.

Para esto se necesitará aplicar la siguiente fórmula la cual determina la cantidad de aire que entra en la planta.

$$Q = C * A * V$$

Donde:

Q = Flujo de aire en m^3/seg .

C = coeficiente de entrada de la ventana

A = área de paso de las ventanas en m^2

V = velocidad del aire

Tabla V. **Tabla de coeficiente de aire**

C = Coeficiente	Características
0,25 – 0,35	Cuando actúa longitudinalmente el aire
0,3 – 0,5	Cuando actúa Perpendicularmente el aire

Fuente: TORRES,Sergio.Ingeniería de plantas. p. 82.

Con los datos de la tabla anterior y con los datos tomados con un medidor de velocidad del aire (velómetro) se puede determinar el flujo de aire dentro de la planta.

$$Q = 0,25 * (30 * 50)m^2 * 0,2 \frac{m}{s} = 75 m^3/s.$$

La forma adecuada para realizar un comparativo sobre el resultado anterior, es aplicar la fórmula para cálculo del caudal necesario en un área específica, en este caso sobre la nave industrial, la cual está dada de la siguiente manera:

$$CA = V * No. R/Hora$$

Donde:

CA = Caudal de aire necesario (m^3/Hr)

V = volumen de aire que se desea renovar

No. R = número de renovaciones de aire por hora

$$V = Q1 / (0,3116 - (T1 - tme))$$

V = volumen de aire en m^3/Hr

T1 = temperatura interior que se desea

tme = temperatura mínima exterior

$$Q1 = C1 + C2 + PP$$

C1 = 864 calorías/KWH

C2 = calor que libera el cuerpo humano a una temperatura exterior de 27°C

PP = pérdida de calor a través de paredes, ventanas y techos

Tabla VI. **Tabla de pérdidas de calor**

Descripción	Espesor	PP
Mampostería	80 cms	1,3
Pared de ladrillo	45 cms	1,2
Pared de block	20 cms	1,1
Tabique	7 cms	2,4

Fuente: TORRES,Sergio. Ingeniería de plantas. p. 83.

Aplicando la fórmula con los datos obtenidos y datos de la tabla anterior se obtiene el siguiente resultado.

$$CA = 53,5 \text{ m}^3 / \text{s}.$$

Con este dato se puede dictaminar que existe un buen flujo de ventilación dentro de la nave industrial, sin embargo es recomendable mantener un programa semanal de limpieza de los equipo para garantizar el buen funcionamiento de los mismos, directamente con el tema de los paneles eléctricos y motores que se encuentran en el área con el objetivo de mantenerlos libres de polvo y todo tipo de suciedad.

3. ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

3.1. Forma adecuada de administrar el TPM

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) es un programa de mantenimiento que involucra a un nuevo concepto definido para el mantenimiento en líneas de producción y por ende en sus equipos. El objetivo del programa TPM, es principalmente el incremento en la productividad de los equipos y al mismo tiempo garantizar la disminución de los defectos y tiempos muertos, en la fabricación de los productos, al igual que garantiza la satisfacción moral del personal operativo que por medio de su implementación exhorta al involucramiento de toda la organización.

Está orientado a disminuir los costos de las unidades producidas por medio del aseguramiento del uso eficiente de los equipos y plantas de producción.

Éste a su vez reconoce directamente que el cliente es quien dirige los negocios por lo que es necesario dar respuesta a este tipo de expectativas no solamente para satisfacerlas de lo contrario para excederlas. La principal tarea del TPM, como sistema productivo es maximizar el valor agregado del producto, eliminando al 100% el desperdicio de los insumos utilizados durante todo el proceso productivo.

El sistema en si es un proceso de mejoramiento continuo que busca de gran manera aumentar la eficiencia de los equipos como del personal operativo por medio de la creación de un lazo que una a estos dos grandes recursos (persona-equipo).

- Las seis grandes pérdidas de los equipos

Dentro del análisis hecho en el área de producción de jarabe de azúcar por parte de las personas involucradas en la implementación de mantenimiento productivo total TPM, se pudo detectar un denominador común que está constituido por las pérdidas en producción. Estas fueron denominadas como las seis grandes pérdidas del TPM, ya que son las acciones que se encuentran frecuentemente en las diversas estaciones de trabajo dentro de la línea de producción o de trabajo, por lo que esto da el primer paso para poder desplegar la fuerza de tarea hacia el logro del principal objetivo que es el aumento de la eficiencia. Estas seis grandes pérdidas se clasifican de la siguiente manera:

- o Fallas en el equipo debido a averías

Se pudo observar que un repentino e inesperado fallo o daño en los equipos genera una pérdida en el tiempo de producción. Una de las causas identificadas en el proceso y la más común es daños directos en los sellos mecánicos de las bombas de dilución, por lo que es recomendado dictaminar por medio de estadística el cambio oportuno de este tipo de componente, el cual genera una pérdida de tiempo entre cambio de alrededor de 30 min en promedio dependiendo de la pronta intervención del personal de

mantenimiento. El Departamento de Producción considera este tipo de pérdida a partir del momento en el cual la avería aparece.

- o Esperas por cambios en el equipo.

El tiempo de producción se reduce cuando también la máquina está en espera. En el proceso la máquina puede quedarse en estado de espera por varios motivos, por ej. Debido a un cambio, por mantenimiento, éste puede demorarse hasta 20 min., o por un paro para ir a comer el cual tarda 45 min. En el caso de un cambio, la máquina normalmente tiene que apagarse durante algún tiempo, cambiar herramientas, útiles u otras partes.

Se define el tiempo de cambio como el tiempo comprendido entre el último producto bueno del lote anterior y el primer producto bueno del nuevo lote. En este caso el tiempo se toma en cuenta solamente durante el tiempo de cambio de la pieza mecánica o eléctrica que se cambio ya que el producto puede permanecer estancado por más de 3 horas sin sufrir ningún cambio en sus especificaciones, el tiempo de cambio es el tiempo en el cual la máquina no fabrica ningún producto.

- o Restricción de línea

El componente que genera una pérdida por restricción de línea de producción es una avería en un motor de los *triblender's* o mezcladores de azúcar, ya que depende de las capacidades del personal operativo, para la buena fluidez del producto en este caso azúcar, según el estudio realizado en los tiempos por paro de

atasco en los *triblender's* se puede incurrir en un tiempo perdido o muerto de 45 min. Lo cual se ve reflejado en la preparación del cocimiento siguiente el cual debe de estar en reposo por 3 horas, antes de ser enviado a la sala de jarabes para ser utilizado esto con el objetivo de que alcance su temperatura ambiente.

o Pequeñas paradas o microparadas

En el proceso productivo se pudo determinar que este tipo de pérdida en el tiempo de producción se da cuando no se ha realizado el mantenimiento adecuado, en los equipos electrónicos, por ejemplo en los micro *switch* o foto celdas de arranque de los motores, esto se debe a que se encuentran al intemperie por motivos propios, del equipo por lo que están en constante acumulación de suciedad por medio del jarabe el cual es muy meloso por su constitución, por lo cual debe de haber una intervención del personal operativo para su propia limpieza, se examinó que hay paros constantes de uno a dos minutos en los motores por la limpieza de los mismos.

o Velocidad reducida

El equipo se encuentra capacitado para poder realizar el proceso de un cocimiento (3000 galones de jarabe simple) dentro de 3 horas, la cual es la velocidad teórica y la máxima del equipo al momento que se está realizando un cocimiento en un aproximado de 4,25 horas por lo que la velocidad reducida es la diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica o de diseño. Lo que lleva a determinar que se tiene una pérdida de 1,25

de hora. En muchos casos, la velocidad de producción se ha rebajado para evitar otras pérdidas tales como defectos de calidad y averías. Las pérdidas debidas a velocidades reducidas son por tanto en la mayoría de los casos ignoradas o infravaloradas.

o Desecho o *Scrap*

Son aquellos productos que no cumplen los requisitos establecidos por calidad, incluso aquellos que no habiendo cumplido dichas especificaciones inicialmente, en el proceso cuando un producto no cumple con los requisitos deseados se puede decir que se encuentra fuera de especificación, por lo que dentro del proceso puede ser reparado agregando cantidades adicionales a las fórmulas en las que se incurre en tiempos perdidos e intervención directa del Departamento de Calidad, quien asegura que la modificación a la fórmula sea la adecuada. El objetivo es 'cero defectos': fabricar siempre productos buenos a la primera.

Un tipo específico de pérdida de calidad son las pérdidas en los arranques. Estas pérdidas ocurren cuando:

- Durante el arranque de la máquina, la producción no es estable inicialmente y los primeros productos no cumplen las especificaciones de calidad.
- Los productos del final de la producción de un lote se vuelven inestables y no cumplen las especificaciones.

- Aquellos productos que no se consideran como buenos para la orden de fabricación y, consecuentemente, se consideran una pérdida.

Normalmente este tipo de pérdidas se consideran inevitables. Sin embargo, el volumen de éstas puede ser sorprendentemente grande.

- o Reproceso o retrabajo

El proceso permite y da la facilidad de poder volver a utilizar los materiales que en algún momento no cumplieron con las especificaciones deseadas, es por esa razón de que en los tanques de producción existe una parte adicional en dimensiones de volumen, con el objetivo de poder tener un espacio dentro del tanque para poder reparar en cualquier momento una fórmula y de esta manera no perder todo el producto dentro del tanque de dilución.

Los productos retrabajados son también productos que no cumplen los requisitos de calidad a la primera, pero que pueden ser reprocesados y convertidos en productos buenos. A primera vista, los productos retrabajados no parecen ser muy malos, incluso para el operario pueden parecer buenos. Sin embargo, el producto no cumple las especificaciones de calidad a la primera y supone por tanto, un tipo de pérdida de calidad (al igual que ocurría con el *scrap*).

Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos, dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

Por esta razón se dice que el TPM, es un sistema que se adoptará en el proceso de dilución de azúcar el cual llevará a lograr la eficiencia total que se busca, con base en la cual es factible alcanzar la competitividad total. En la actualidad es necesario mejorar cada vez más la competitividad de los procesos y con esto lograr a su vez un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y costo de la producción por lo que se involucra a la empresa en el TPM.

El área de dilución de azúcar se encuentra dotada de sistemas de gestión, basados en la producción de series largas con poca variedad de productos y tiempos de preparación largos, con tiempos de entrega asimismo largos, trabajadores con una formación muy específica y control de calidad con base en la inspección del producto.

Por lo que es necesaria la migración de este sistema poco eficaz a otros más ágiles y menos costosos, ha necesitado mejorar los tiempos de entrega, los costos y la calidad simultáneamente, es decir, la competitividad, lo que le ha supuesto entrar en la dinámica de gestión contraria a cuánto se ha mencionado: series cortas, de múltiples productos, en tiempos de operaciones cortos, con

trabajadores polivalentes y calidad basada en procesos que llegan a sus resultados en "la primera".

Así pues, entre los sistemas sobre los cuales se basa la aplicación del *Kaizen*, se encuentra en un sitio especial es TPM, que a su vez hace viable al otro sistema que sostiene la práctica del *Kaizen* que es el sistema "Just in Time".

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total, es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

Que es *Kaizen*?

Kaizen es lo opuesto a la complacencia. *Kaizen* es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva.

3.1.1. El objetivo del TPM

Es importante determinar por medio de un análisis cual será el objetivo por medio de la implementación del sistema de mantenimiento total productivo esto con base en el tipo de máquinas y equipos con el que actualmente se cuenta dentro del área de dilución de azúcar, se puede definir cómo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad, al mínimo costo y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Se entiende por disponibilidad de la línea de producción, la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

- La frecuencia de las averías

A este factor se le puede dar el nombre de fiabilidad, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías.

- El tiempo necesario para reparar las mismas

También denominado mantenibilidad, es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería.

En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

3.1.2. Como funcionará el Mantenimiento Productivo Total dentro del área de dilución de azúcar

En la actualidad se puede determinar que es uno de los sistemas que está dejando una muy buena huella dentro del concepto de mantenimiento de los equipos, como en la administración del personal enfocada a la mejora continua,

por tal razón dentro de esta área es importante la aplicación del mismo ya que se ha observado por medio de auditorías de control, la falta de aspectos necesarios que el TPM contempla dentro de su puesta en marcha como un sistema.

De esta manera lleva a crear nuevas capacidades dentro del ámbito a nivel de producción, por lo que es necesario realizar un análisis y así poder determinar de una manera simplificada, ciertas sugerencias para iniciar con el proceso de capacitación preimplementación del sistema.

- Es importante hacer resaltar que como primer punto se necesitará la participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Al incluir en esta línea a todos y cada uno de ellos permitirá lograr el objetivo principal.
- Por medio de capacitaciones constantes logrará una cultura a nivel corporativo de obtención de la más alta eficacia en los sistemas de producción y administración de los equipos y maquinarias, con las que actualmente se cuenta y que a su vez en algún momento se han descuidado por falta de una adecuada administración.

Con esto se logrará llegar a un nivel de eficacia global de los equipos (EGE) aceptable, que es de aquí que nacerá el nivel de aceptabilidad del proceso productivo.

- Al obtener la implantación del sistema de administración de la planta en general, se lograrán las herramientas necesarias para la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y así conseguir los objetivos planeados por la alta dirección.

- Es necesario agregar una herramienta importante en el mantenimiento preventivo con que actualmente se cuenta dentro de la planta, como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo, los cuales serán llamados en su momento grupos operativos y apoyados en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- No se cuenta con un sistema de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección por lo que en la fase de implementación del TPM. Se verán las herramientas que llevarán a la correcta captación de estos departamentos tan importantes en su proceso.

Aquí se puede observar que mediante el TPM se trata de disminuir la administración de los equipos que integran directamente el proceso de dilución de azúcar, con el objetivo de optimizar el rendimiento de los mismos y la productividad de tales sistemas. Para ello se centra en unos objetivos y aplicaciones de medios adecuados.

Se puede observar que específicamente en el proceso se encontraron algunas características que desde luego dan lugar a reducciones de eficiencia del sistema productivo, en tres aspectos fundamentales:

- Paros repentinos o tiempos muertos del sistema productivo
- Procesos a velocidad inferior a la capacidad de los equipos
- Mal funcionamiento de los operadores en un equipo

Por lo que es importante resaltar que los medios de que se vale el TPM, son aquellos que se encuentran dentro de los sistemas de administración que han permitido implantar el adecuado mantenimiento, esto a nivel de diseño como de la operativa de los equipos, y con esto llevar al máximo las pérdidas de los sistemas productivos que puedan estar relacionadas con los mismos. Por lo que se puede mencionar básicamente algunos aspectos fundamentales:

- Es necesaria la creación de por lo menos un mantenimiento básico y de prevención de fallas realizado desde el propio puesto de trabajo y por medio del propio operario quien es el recurso más útil en este sistema.
- Administración de un nuevo sistema de mantenimiento preventivo y correctivo que garantice la óptima utilidad de los equipos.
- Se ve en la necesidad de conservar de una mejor manera los equipos de forma continua y total, para luego la obtención de una vida útil prolongada.
- Con el cumplimiento de lo programado en la implementación del sistema de Mantenimiento Productivo Total se mejorará las condiciones del equipo por medio de la automatización de sistemas manuales a neumáticos, para luego llegar a obtener un mejor funcionamiento y alto rendimiento.
- La adecuada capacitación del valioso recurso que es el personal de producción y de mantenimiento, acerca de los equipos, su funcionamiento y su mantenimiento.

El TPM supone un nuevo concepto de administración del mantenimiento, que trata de que éste sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos. Ello implica:

- Se deben hacer valer el concepto de participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar con éxito el objetivo.
- La incorporación como una norma de calidad la cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y administración de los equipos.

Es lo que se da a conocer como objetivo: eficacia global: Producción + Gestión de equipos.

$$\text{Eficacia Global} = \text{EGE} = 100 \%$$

$$\text{EGE} = \frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Tiempo Teórico}} * 100$$

$$\text{EGE} = \frac{3,5 \text{ horas}}{4 \text{ horas}} * 100 = 87,5 \%$$

EGE (Efectividad Global de los Equipos)

- Garantizar un sistema de administración de los equipos en la planta de dilución de azúcar que facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos de: Cero producto defectuoso – Cero Daños en los equipos – Cero Accidentes ocasionales en el equipo operativo.

- Implementación de un mantenimiento preventivo como base esencial para alcanzar el objetivo de cero pérdidas, mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo o también llamados grupos operativos y de esta manera apoyado un soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- La incorporación de la adecuada aplicación en los sistemas administrativos de todos los aspectos de la producción, aquí se debe de incluir el diseño de las líneas de producción, desarrollo del mantenimiento, ventas y dirección.

3.2. Implementación de un sistema de Mantenimiento Productivo

Total

Aquí encontramos la esencia del sistema de mantenimiento productivo total TPM, ya que es un proceso en el que se debe prestar la máxima atención y se debe buscar la mejor asesoría posible, para poder llegar a obtener un verdadero y real cambio se debe cumplir con tres requisitos indispensables y fundamentales que son:

- Cambio en la actitud de las personas
- Incremento en sus habilidades y competencias
- Mejora en las condiciones de los puestos de trabajo

Debido a que cada empresa tiene diferentes necesidades en su tipo de producción no existe un plan exacto para la implementación general del TPM, por lo que se darán los pasos generales enfocados directamente al proceso en

mención, enfocado a la producción de jarabe de azúcar para la producción de bebidas gaseosas.

A continuación se presentan las cuatro fases que se requieren en general para la implementación del TPM.

- Preparación
- Introducción
- Implantación
- Consolidación

3.2.1. Pasos a seguir

Etapa de preparación:

La etapa de preparación se divide en 5 pasos orientados a generar un ambiente que sea conveniente para el plan hacia la introducción del TPM. A continuación se identificaron estos pasos enfocados al proceso, la producción de jarabe simple en base al azúcar:

- Paso 1. Anuncio de la Alta Gerencia sobre la introducción del nuevo programa

La Alta Dirección anuncia su decisión por medio de la pirámide jerárquica de introducir el TPM, todos los empleados deben comprender el porqué de la introducción en su área de trabajo y a su vez conocer la necesidad del mismo como también la mejora que conlleva.

Se realizará por medio de una reunión en donde estarán involucrados el gerente general, gerente de producción, asistente de producción, asistente de mantenimiento, personal de mantenimiento y personal operativo llevando a cabo una breve introducción del mismo y por consiguiente la presentación de los conceptos básicos que se deben saber. Los cuales están estipulados en este capítulo.

- Paso 2. Lanzamiento de la campaña educacional: educación introductoria para el TPM

El principal objetivo es explicar el TPM. Por medio de los conceptos introductorios, elevar la moral de los trabajadores haciendo mención que esto contribuirá a las mejoras en las condiciones laborales de cada uno de ellos y reducir la resistencia al cambio que es normalmente uno de los aspectos en cualquier implementación de un nuevo sistema o norma. Esto se hará en una única reunión preparatoria con el personal dentro de las instalaciones de la planta.

La información la recibe un grupo de mandos medios y personal operativo del área de dilución de azúcar, por medio de diapositivas basadas en conceptos teóricos, esto con el objetivo de que comprendan lo básico, sólido, sus fundamentos y técnicas.

- Paso 3. Crear una organización de promoción del TPM

Se crearán grupos horizontales como lo son los comités y grupos de proyectos en cada nivel de la administración, aquí se incluyen al personal de asistentes de producción que conforman cada turno de producción. Serán organizados por una persona como pilar que se encargará de promocionar el

TPM. Deberá ser establecida por personal altamente capaz y provista de un nivel de capacitación adecuado en este caso son directamente los asistentes de producción ya que contienen un perfil de ingeniería industrial adecuado para el puesto.

Paso 4. Establecer políticas y objetivos básicos de TPM

Será basada en la política y objetivos de TPM llevados en paralelo en la Visión y Misión como empresa, las cuales están estipuladas como será la empresa de bebidas número uno a nivel Latinoamérica y el Caribe.

- o Se fijará como principal objetivo lograr un 100 % la eficiencia global de los equipos EGE, ésta será una meta desafiante, la cual será alcanzable en un mediano plazo ya que se cuenta con equipo en buenas condiciones.
- o Otro objetivo importante será el reconocimiento del sistema como parte inherente al proceso productivo y con esto lograr la meta planteada. La estrategia será la capacitación constante del personal operativo y de mantenimiento promoviendo las capacidades de los participantes.
- o Por los antecedentes de la corporación se fijarán los objetivos basados en otras plantas de producción de la misma corporación, las cuales estarán dadas por el Instituto Técnico de Capacitación (INTECAP) que anteriormente ha capacitado sobre este tema y con esto evitar pérdidas en el tiempo de implementación.

- o Se definirán tareas específicas para cada objetivo sobre la base del TPM y planearlos como un todo, y con esto evitar que se puedan duplicar las funciones o tareas de cada departamento y así aprovechar al máximo las actividades y reuniones de cada grupo.
- o Una vez diseñado el Plan Maestro de TPM es aconsejable que sea revisado por institutos o empresas externas especialistas en TPM si es que ellas no han intervenido directamente como asesores en su diseño.
- o Debe tenerse en cuenta que las actividades necesitan presupuestos y orientaciones claras y que deben supervisarse apropiadamente al menos en su fase inicial.

Paso 5. Formulación del Plan Maestro para el desarrollo del TPM

En esta fase la responsabilidad queda directamente ligada al gerente de producción quien fungirá como oficina central del programa, el deberá de dar la programación diaria para la promoción del TPM. Esto iniciándolo desde la etapa de preparación antes de la implementación.

Este plan debe centrarse dentro de las siguientes cinco actividades que llevarán al mejoramiento continuo:

1. Mejorar la eficiencia del equipo la cual se obtendrá a través de la capacitación del personal operativo y de mantenimiento.

2. Crear un Plan de Mantenimiento para el operador con el objetivo de que él en cualquier momento pueda realizar una reparación mínima en el equipo a su cargo.
3. El aseguramiento de la calidad estará a cargo del Departamento de Calidad.
4. Se crearán nuevos programas de mantenimiento planeado dirigido al Departamento de Mantenimiento con el objetivo de garantizar un mantenimiento adecuado del equipo, para evitar cambios de repuestos dentro de los programas semanales de producción. El cual está diseñado por un software de computadora que se basa a las estadísticas de cambio de componentes en los equipos, para determinar su eventual cambio.
5. Educación y capacitación del personal que permita llegar al conocimiento de las habilidades que cada quien posee y no han sido descubiertas.

Etapa de implementación

- Paso 6. Salida Inicial del TPM

Se encuentra en una etapa en la que es importante el respaldo de todo el personal operativo ya que ellos serán los que tendrán un papel crucial dentro de esta etapa.

En esta etapa se cultivará una atmósfera donde la moral y la dedicación del empleado se pueda incrementar por medio de unas pequeñas reuniones que se llevarán al inicio, dentro de estas reuniones los mandos medios darán a conocer los planes a desarrollarse, como también los objetivos y las metas a lograr, así como también el plan maestro, desarrollado este último lo proporcionará el gerente de producción de jarabe de azúcar.

Se implementan y desarrollan entre otros, los siguientes programas:

- o Entrenamiento y capacitación que requiera el personal en mantenimiento, operación de equipos, aspectos administrativos, comunicación eficaz, solución de problemas, etc.

Se implementa paso a paso cada una de las etapas del Programa de Mantenimiento Autónomo, enfocado en la mejora continua de los equipos, empezando con limpieza para inspección y la práctica en una maquila modelo.

- o Desarrollo de cada uno de los programas o pilares en que se basa TPM.

- Paso 7. Mejora en la eficiencia del equipo

Se organizarán en equipos de proyectos al personal de Ingeniería, Mantenimiento y asistentes de producción. Los cuales estarán informados por medio de reuniones, de que papeles representarán en el proyecto.

Aquí se identificarán por medio de estadísticas archivadas cuales son las fallas crónicas en los equipos que más afectan a la continua operación. Esto se llevará a cabo asignando a cada persona una máquina para que realice el estudio sobre las fallas que más afecta en su continuo desenvolvimiento.

- o tiempo requerido para actividades de TPM

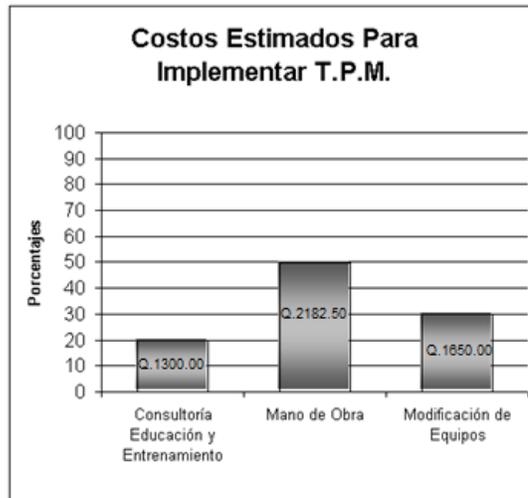
Se determinó que lo más prudente para efectuar las actividades que requiere la implementación sería de 15 min por semana por persona, para luego concluir en una reunión semanal de una hora en la que se presentarán los resultados obtenidos durante la semana.

En la primera presentación se ha concluido que se asignará un turno completo de 8 horas, el cual permitirá dar a conocer a todo el personal involucrado la necesidad de esta implementación, como el conocimiento de los diferentes conceptos a los que se deben de estar habituados.

- o Costos estimados para implementar TPM

El costo estará dictaminado por el tiempo en que el personal este dentro de las reuniones, en este caso es de una hora semanal por lo que son 7 personas operativas, 3 de mantenimiento, un asistente de producción, un asistente de mantenimiento, el gerente de producción del área de dilución de azúcar, por lo que se llega a un resultado de Q 485,00 por reunión la cual se llevara por semana con lo que nos lleva a un total de Q 2 182,50 por mes (tomando en cuenta mes de 4,5 semanas). Adicional a esto se tiene estimado gastar Q 1 650,00 al mes por modificaciones en los equipos más una cuota de Q 1 300,00 al mes por concepto de consultoría o capacitación externa.

Figura 6. **Gráfica de costos de la inversión mensual**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. **Ventajas y desventajas**

- Ventajas de un programa de mantenimiento:
- Con el tiempo se disminuyen los paros imprevistos de equipos, que son reemplazados por paros programados.
- Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
- Mejora notablemente la imagen del Departamento de Mantenimiento, al entregar reparaciones más confiables.
- Después del tiempo de estabilización del programa, se obtienen una reducción real de costos:

- o Al disminuir las fallas repetitivas.
 - o Para disminuir la duplicación de reparaciones: una para desvarar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
 - o Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.
 - o Para un mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
 - o Menores costos de producción por menos cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.
 - o Por disminución de los pagos por tiempo extra al disminuir los paros intempestivos.
 - o Por disminución de accidentes durante la ejecución de mantenimientos, debido al trabajo programado según procedimientos escritos y no trabajos de emergencia bajo alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible.
- Desventajas del mantenimiento:

No obstante el mantenimiento tiene ciertas limitaciones o desventajas:

- Inicialmente pueden aumentarse aparentemente los costos de mantenimiento. Debido a que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se

trabajaba, hasta que el equipo se dañara. Igualmente los costos de lubricantes y otros insumos posiblemente aumenten, ya que anteriormente no se gastaban con la frecuencia requerida para lograr el correcto funcionamiento del equipo.

- Se generan costos administrativos por el diseño de formatos, registro de equipos, búsqueda de información consignación de datos, programación, etc. Posiblemente se requiera mínimo, una persona adicional para encargarse de esas labores.
- Cuando se requieran operarios para desarrollar trabajos de mantenimiento correctivo, al comienzo del programa preventivo, estos pueden estar ocupados en trabajos programados de mantenimiento preventivo.
- Posiblemente se debe parar más veces la producción que antes, al menos inicialmente, para cumplir los programas de inspecciones, lubricación etc. Sin embargo estos paros serán programados, permitiendo a producción adecuar sus propios programas con la debida anticipación.
- Como no todos los equipos se pueden incluir inicialmente en un programa preventivo, cuando fallen algunos y se deba realizar mantenimiento correctivo, se pueden generar críticas destructivas del programa.
- Si no se respetan las fechas y frecuencias programadas, el programa no funcionará.

- El líder de un programa preventivo debe tener una excelente comunicación y relaciones con todos los departamentos de la empresa, si no se cumple ésta condición será muy difícil sacar adelante el programa.
- No se pueden esperar resultados importantes hasta después de 1 año de implementación de un programa de Mantenimiento Preventivo.

3.3. Principales pilares de un sistema de Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento Total Productivo está soportado en 10 grandes pilares o programas generales:

- Programa de manejo inicial del equipo: se fijarán los procedimientos escritos adecuados para la mejora, puesta en marcha y operación de los equipos de la planta de producción, para garantizar el buen funcionamiento en el arranque de cada línea de producción, que los encargados del equipo lo sepan operar hasta en su más mínimo detalle y les sepan dar el mantenimiento adecuado.
- Programa de liderazgo: crear y entrenar a los asistentes de mantenimiento quienes serán los líderes de actividades de mantenimiento y gestión. Cada uno de ellos estarán identificados como líderes en su especialización con el objetivo de facilitar así la fluidez de los procesos productivos.

- Programa de mantenimiento progresivo: se implementarán tecnologías y conceptos de Mantenimiento Predictivo como lo es el software de computadora que es en pocas palabras un Mantenimiento Sistemático, como lo es el Mantenimiento correctivo Planeado y de Mantenimiento Preventivo.
- Programa de organización de recursos humanos: aquí se definen las políticas de perfil para contratación de empleados, capacitación y curvas salariales acordes con el desempeño y aporte de los empleados a la Organización.
- En este caso se pagará un salario base (Q 2 560,00) más horas extras laboradas durante una quincena ya que por el proceso es necesaria la producción en turnos de 12 horas, de las cuales 9 horas son pagadas como salario base y 3 horas como extraordinarias en el caso del turno diurno. En el caso del turno nocturno son 7 horas como sueldo base y 5 horas como salario extraordinario.

Programa de educación y entrenamiento: de acuerdo a las necesidades detectadas en las reuniones de Mantenimiento Autónomo y de otros programas, los mismos empleados han solicitado la capacitación. No se trata de rotar inicialmente especialistas mecánicos o eléctricos o administradores, sino dar la formación práctica básica, que realmente se requiera para mantener un determinado equipo o liderar con éxito un programa específico.

- Programas de calidad del mantenimiento: se enfoca al análisis de Indicadores de Gestión de Mantenimiento, como: Órdenes de Trabajo ejecutadas vs. Órdenes Recibidas. Tiempos de Paro de Equipo vs Horas

Producidas. Tiempos entre fallas. Costos de Mantenimiento vs Costos de Producción. Horas de Mantenimiento Preventivo vs Horas de Correctivo, etc.

- Programas específicos de seguridad, ambiental y buenas prácticas: cada grupo de mantenimiento autónomo define y pone por escrito usando gráficos, los procedimientos seguros, no contaminantes y de Buenas Prácticas de Manufactura antes de iniciar un procedimiento de mantenimiento y lo estandarizan para que no se malgaste tiempo en volverlo a redactar, para prácticas similares.

TPM en la Planta de Producción de jarabe de azúcar:

Se aplica de tal manera que el producto en cuestión se maneje de la mejor manera adecuada para garantizar que los procesos son limpios y con los mejores estándares de calidad por lo que se basan en las 5 S:

- Seleccionar y ordenar
- Situar y organizar
- Sanear y limpiar
- Sostener y estandarizar
- Seguir y disciplinar

Se empieza con la limpieza y organización de las estaciones de trabajo, eliminando lo innecesario y utilizando el equipo adecuado para la operación a realizar, para disminuir al máximo el material innecesario.

Se realiza estudio asesorado por expertos externos, para definir flujo de trabajo, reasignación de funciones que presenten duplicidad o ineficiencias. Se darán los entrenamientos realmente necesarios.

Se realizarán las modificaciones necesarias en las instalaciones para trabajar en el ambiente más agradable posible, buscando la máxima eficiencia de los empleados.

3.4. Productividad

Se cuenta con un índice que indicará cual es el camino a seguir y esto se localiza en el índice de productividad, el cual a su vez demuestra que tan rentable es el proceso en la producción de jarabe de azúcar. Y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios.

- Del costo total a cubrir en una planta productora de jarabe de azúcar está asignado de la siguiente manera, 15 % es para mano de obra directa, 40 % para gastos generales en equipos y el 45 % está asignado a las áreas de ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración.

La productividad en el proceso de jarabe de azúcar se mide en función del tiempo de entrega al cliente interno, en este caso las líneas de producción de bebidas carbonatadas. Por lo que se llegó a la conclusión, que la necesidad de un sistema como TPM que garantice que el tiempo en la producción debe de estar apegado a una eficiencia del 100% el cual será un indicador de eficiencia controlada por medio del buen manejo de un mantenimiento programado.

Por lo que la fórmula de Productividad puede quedar estipulada de la siguiente manera para el proceso productivo como.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productividad Estándar}}{\text{Productividad Observada}} \times 100$$

De tal manera se determina que para el proceso productivo, la productividad la puede medir de la siguiente manera.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo Teórico en producir un cocimiento}}{\text{Tiempo real de producción de un cocimiento}} \times 100$$

En la actualidad se tiene estimado por medio de las especificaciones del equipo otorgadas por el fabricante que el tiempo en realizar un cocimiento de 3 000 galones de jarabe de azúcar es de 3 horas. Mientras que los tiempos reales en la producción de 3 000 galones de jarabe de azúcar es de 3,5 horas en promedio por lo que se puede decir que la productividad está así:

$$\text{Productividad} = \frac{3,5 \text{ horas}}{4,0 \text{ horas}} \times 100 = 87,5 \%$$

Lo cual lleva a estipular como meta estar al 100 % de la productividad como objetivo primordial al implementar el TPM.

- ¿Qué es productividad?

Productividad puede definirse, como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de las líneas de producción, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático se dice que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (insumos) en un período de tiempo dado, se obtiene el máximo de productos.

- Factores internos y externos que afectan la productividad

Factores internos:

- o Terrenos y edificios
- o Materiales
- o Energía
- o Máquinas y equipo
- o Recurso humano

Factores externos:

- o Disponibilidad de materiales o materias primas
- o Mano de obra calificada
- o Políticas estatales relativas a tributación y aranceles
- o Infraestructura existente
- o Disponibilidad de capital e intereses

- o Medidas de ajuste aplicadas

3.5. Papel de la Dirección

Se dedicará la primera reunión para que la Alta Gerencia anuncie la decisión de introducir el TPM. Con el objetivo de que todos los empleados comprendan el porqué de la introducción del TPM y de esta manera identificar por medio de los operarios el apoyo que se está obteniendo por parte de la misma. A su vez estarán convencidos de su necesidad.

Se determinará que se adoptó el TPM, para resolver complejos problemas internos como lo son las pérdidas en los tiempos de producción, generados por un mal programa de mantenimiento, al igual contribuye a luchar contra la competitividad a nivel empresarial la cual está regida directamente por los costos de producción.

Aquí debe de enfocarse también el compromiso adquirido, y así debe dejar claro su intención de seguir el programa TPM, hasta su finalización.

3.6. Objetivo del sistema de Mantenimiento Productivo Total

Se identificará el resultado final que se persigue como empresa, se identificará hacia donde están orientados todos los esfuerzos y su consecución (logro) debe ser constante, preocupación de todos los miembros de la organización, por ejemplo elevar el cumplimiento de las labores de mantenimiento a un 98 %.

Se debe maximizar la efectividad total de los sistemas productivos, por medio de la eliminación de sus pérdidas, por la participación de todos los empleados en pequeños grupos de actividades voluntarias, los cuales serán grupos operativos quienes se reunirán una vez por semana para atacar de manera congruente los problemas que afectan directamente la línea de producción.

Se mejorarán las condiciones de la organización por medio del logro del orden y limpieza en el lugar de trabajo. Aquí no se está hablando de cuestiones estéticas, sino que simplemente el ordenamiento de los equipos y herramientas utilizadas en cada estación de trabajo para luego obtener, la seguridad en el personal operativo, un clima o ambiente laboral adecuado, la motivación del personal y la eficiencia, en consecuencia la calidad, la productividad y la competitividad de la organización.

Figura 7. Diagrama de objetivos del TPM



Fuente: Fergenbaum, Albert. Control total de la calidad.p. 89.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN UNA PLANTA DE JARABE DE AZÚCAR

4.1. Propuesta para un sistema de Mantenimiento Programado

Uno de los objetivos principales de la propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento programado es cumplir con los lineamientos paso a paso para no incurrir en costos innecesarios, de tal manera se presenta algunos pasos para el logro del mismo.

4.1.1. Pasos para lograr el funcionamiento del sistema de Mantenimiento Programado

Uno de los objetivos primordiales del TPM es la implementación de programas de mantenimiento que garanticen el perfecto funcionamiento de los equipos dentro de las líneas de producción, por lo que es indispensable la creación de una matriz de aspectos que se deben de considerar:

- Se logró la adquisición de un software de computadora para captar las estadísticas en función numérica de las tendencias y comentarios acerca de las fallas y cambios que hayan sufrido las máquinas con el objetivo de levantar un registro de cada una de ellas.

- Se generarán capacitaciones semanales por medio del Departamento de Mantenimiento sobre el funcionamiento y partes críticas de cada equipo del área de producción con el fin de que cada operario sea capaz de diagnosticar sus problemas estando en operación, por síntomas perceptibles por el oído, vista, tacto y olfato.
- Quedará estipulado como procedimiento la creación de *switch* en cada máquina que activarán un sonido de alarma acompañado de una luz parpadeante, para dar aviso instantáneo al equipo de mantenimiento para que asista al personal de producción.
- Se generará una bitácora ya sea por computadora o manual, que indiquen con anticipación cuándo se debe cambiar una pieza que con regularidad sufre de desgaste, con esto lograr reducir un 70 % los tiempos muertos por averías en los equipos.
- Se dotará al personal de equipo de protección personal para lograr que la persona sea quien inicie con el programa de una manera simplificada, esto incluye zapatos de seguridad, lentes, guantes, caretas, tapones auditivos, mascarillas y redecillas, con esto lograr que la estación de trabajo mantenga un ambiente limpio y agradable para el operador.

Metodología de las 5´s

Este concepto proviene de términos que diariamente se ponen en práctica en la vida cotidiana de las personas en el trabajo y no son parte exclusiva de una cultura japonesa, la mayoría de las personas ha practicado la cultura de las 5´s, aunque no se dan cuenta.

Las 5's son:

- *Seiri*: clasificar, organizar, arreglar apropiadamente
- *Seiton*: orden
- *Seiso*: limpieza
- *Seiketsu*: estandarización
- *Shitsuke*: disciplina

Sin embargo, en algunos casos no se aplica de la manera correcta esta metodología, por lo que hay que dejarlo plasmado como una forma de procedimiento dentro de la planta de producción y de esta manera crear una cultura adecuada a nivel operativo.

Seiketsu – Preservar el orden y la limpieza

Con este concepto se logrará la estandarización en la limpieza en las estaciones de trabajo lo cual se realiza por medio de un enfoque de orden y limpieza en cada máquina, por lo que se retirarán aquellos artefactos que no sean propios de la estación, se entregará a cada operador la herramienta necesaria para realizar un mantenimiento básico de su máquina.

Seiri – Desechar lo que no se necesita

Se logrará mantener este programa por medio de la toma de una foto del lugar en la forma adecuada en que se debe mantener, para que al momento de realizar una auditoría sea fácil identificar que hay fuera de lugar.

Seiton – Cada cosa en su lugar

Orden y limpieza adecuados: la importancia de un ambiente limpio y seguro, no pueden dejarse a un lado. Si una persona está trabajando en un ambiente sucio y descuidado, puede pensarse que no tiene mucho cuidado en su higiene personal.

Seiso – Limpiar el sitio de trabajo y los equipos

Se logrará por medio de un método muy sencillo, el mantener la limpieza en el puesto de trabajo por lo que se hará que los operarios participen en las reuniones sobre la forma de actuar, los comités de seguridad o círculos de control de calidad, se llevarán a cabo semanalmente involucrando a todo el personal operativo, a modo de lograr el efecto de conocer los riesgos, como lo será también la adopción de planes preventivos o contingentes.

- Equipo de protección: como se mencionó anteriormente es necesaria la compra de guantes, mascarillas, redecillas, tapones auditivos, gabachas, zapato industrial, con el fin de contribuir a reducir el contacto directo con el personal en las estaciones de trabajo, ya que son útiles contra los riesgos físicos y mecánicos de la piel; pero el mejor equipo de protección es inútil si no se mantiene limpio.

En la planta de producción existe todo el tiempo contacto directo con el agua por lo que se determinó la compra de utensilios de alta calidad que efectúan recolección de agua de una manera eficiente para el ahorro del esfuerzo humano como el tiempo de empleo.

Shitsuke – Crear hábitos basados en las 4's anteriores

Este concepto se basa en la disciplina significa que se rompan los procedimientos ya establecidos dentro de la empresa, implementando de esta manera procedimientos adoptados para poder disfrutar los beneficios que brindan. Este significado es el canal principal entre las 5's y el mejoramiento continuo, esta etapa ayudará al control periódico, visitas sorpresa, auto control de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás, mejores condiciones en la vida laboral.

Ventajas de la aplicación de las 5's

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
- Reducción en las pérdidas por producciones con defectos
- Mayor y mejor calidad de los productos
- Aumenta de gran manera la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional

4.2. Mantenimiento autónomo

Aquí se enfocarán los esfuerzos hacia el mejoramiento de los equipos de una manera específica, la cual está incluida por cada operador quien es el recurso con más especialización en cada puesto de trabajo por lo que se iniciará con:

Limpieza inicial de la máquina

- Se asignará a cada operadora la tarea de la limpieza de cada una de las máquinas a su cargo, en este caso contando también el grupo de válvulas y bombas de empuje de jarabe que va hacia la sala de jarabes, esto con el objetivo de ir buscando defectos en los mismos, a su vez ayudará a que cada personal se entere como trabaja técnicamente su equipo y de esta manera ir incorporando las nuevas técnicas de mantenimiento.
- Se realizará un programa de inspección rutinaria con un plan establecido para determinar la raíz de las averías para su posterior corrección.
- Se realizará una identificación de los puntos de lubricación de los equipos donde sea aplicado, identificando a su vez el estándar del lubricante a utilizar, esto lo realizará el Departamento de Mantenimiento como parte de la capacitación del personal operativo.
- Se establecerán los estándares de mantenimiento por medio de la identificación de los materiales a utilizar (grasas, aceites, equipo de engrase, etc.) enfocados hacia la calidad del mantenimiento.

Aquí se trabajará en una capacitación de reforzamiento ya que el personal ha recibido en varias ocasiones charlas sobre los temas de seguridad industrial y de protección ambiental. Esto se hará con la mira de que el personal sea autosuficiente para que luego de 1 año aproximado, cada persona haga las labores de mejoramiento sin necesidad de supervisión y con amplia autonomía.

4.2.1. Ventaja del diseño de un sistema de Mantenimiento Productivo Total

Es importante informar al personal involucrado en el programa del TPM que beneficios se obtendrán, tanto personal como a nivel empresa, esto con la iniciativa de crear un ambiente participativo de los diferentes departamentos.

Organizativos:

Con la implementación del sistema en conjunto se lograrán obtener los siguientes resultados.

- Mejorará la calidad de la estación de trabajo por medio de un almuerzo en cumplimiento de las metas trazadas, se realizará por departamentos ya que son diferentes metas estimadas.
- Por medio de las auditorías internas se obtendrá mejor control de los procesos.
- Con la propuesta en el punto número uno se elevará la moral del empleado.
- Por medio de la capacitación constante se creará una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Capacitación constante a todos los niveles del programa.
- Por medio del logro de los objetivos se llegará a obtener un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea un pilar del programa.

- La adecuada disciplina de los procedimientos realizados por el personal.
- Obtención de una comunicación más eficiente que recorra la estructura del programa sin tropiezos.
- Obtención de la seguridad y confiabilidad del programa.
- Se realizarán los chequeos rutinarios por medio de la inspección del equipo por cada usuario, en este caso el operario con el principal objetivo de identificar los problemas potenciales para posteriormente buscar las adecuadas acciones correctivas.
- Se hará conciencia a todo el personal involucrado del por qué de ciertas normas, al igual de cómo se llegarán a obtener.
- Con la dotación de equipo de protección personal se logrará la total prevención y eliminación de causas de los accidentes en las estaciones de trabajo.
- Por medio del logro de la cultura del orden y limpieza en la estación de trabajo se logrará eliminar las diferentes contaminaciones cruzadas a las cuales se está expuesto.

Productividad:

En la parte productiva de la planta se encuentran los diferentes aspectos que ayudaran de gran manera a lograr el objetivo primordial del TPM, el cual es aumentar la productividad de los equipos o estaciones de trabajo, por lo que se obtendrán los siguientes beneficios.

- Se eliminarán las pérdidas por paros inoportunos que afectan directamente la productividad en la planta.
- Se logrará recuperar fiabilidad en los equipos por parte del personal operativo y con esto obtener la disponibilidad en cualquier momento de los equipos.
- Por medio del mantenimiento autónomo se logrará a un 70 % la reducción en los costos de mantenimiento.
- Mejorar la calidad en el producto (jarabe a base de azúcar).
- Mejorar el costo por cambios innecesarios en los equipos.
- Mejorar la imagen de la planta de producción.
- La capacidad de respuesta será adecuada.

4.2.2. Calidad del diseño

Se definirá como la calidad al resultado obtenido en función de lo planeado como objetivo o meta:

Establecimiento de objetivos y metas

Se buscará como base fundamental el logro de la mejora continua a través de mejorar el desempeño en las estaciones de trabajo y en el cambio de actitud del personal operativo plantándose objetivos y metas alcanzables.

Se identificarán dos tipos de actitudes dentro del personal, las cuales debes de identificar en qué punto se encuentran, para poderlas atacar con las herramientas administrativas adecuada.

Actitud negativa: “el TPM no da resultados”, “esto no es beneficioso”, “todo sigue igual y tanto esfuerzo”, “no me están pagando por esto”.

Actitud positiva: “lo podemos lograr si todos nos esforzamos como equipo”, “yo soy responsable con mi parte”, “tendremos menos trabajo físico al estar implementado”.

4.2.3. Objetivos del área de dilución de azúcar

- Obtener al 100 % la calidad de los equipos utilizados en la planta y con esto reducir a su mínima expresión los paros en el proceso.
- Crear un estado de orden y limpieza en cada estación con mira en un ambiente agradable de trabajo.
- Lograr una cultura en el personal del área de dilución de azúcar con mira en el trabajo en equipo.

- Obtener la calidad de los productos por medio de una consciente aplicación del programa de TPM.
- Llegar a obtener una eficiencia del 100% de todo el proceso productivo por medio de la identificación de los problemas que afectan la línea de producción.

4.2.4. Metas del área de dilución de azúcar

- Velar por que el jarabe de azúcar cumpla con las especificaciones estándar de calidad a la primera.
- Optimizar los equipos de manera que se pueda trabajar a la velocidad máxima posible siempre y cuando cumpliendo con los estándares de calidad.
- Obtener un resultado de cero tiempos muertos.
- Evitar las demoras en la entrega del producto.
- Eliminar las pérdidas de tiempo por averías y desajustes en los equipos.
- Implementación de los grupos operativos.

4.3. Método utilizado en la capacitación del Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Luego de que la alta gerencia toma la decisión de adoptar el programa TPM, se crea un comité quien será a su vez la alta administración del programa, éste conformado por 5 personas con la mayor especialización en el tema, en este caso como se han realizado implementaciones en otras áreas de la

corporación se contará con personal interno, si no fuera el caso se puede contratar personal externo experto en el tema.

Serán ellos quienes directamente den la parte introductoria a los mandos medios de la planta en este caso al gerente de producción, asistente de producción, asistente de mantenimiento y asistente de bodega. Se darán a conocer los conceptos en los que está cimentado el TPM de una forma simple y técnica de tal manera que no importando el nivel educacional no sea un tropiezo para la comprensión del mismo, se debe dejar claro cuál será el papel que cada uno jugará dentro del programa con el objetivo que de estar informados de cómo contribuirán al logro de las metas del nuevo programa.

Inicialización TPM a mandos medios

Se iniciará la campaña con una invitación de parte de la Vice-Presidencia de Bebidas hacia todos los jefes del área incluyendo a Departamento de Recursos Humanos, aquí se mencionarán los orígenes del TPM, sus conceptos fundamentales, cuáles serán los objetivos y las metas trazadas, cual es la situación actual de la planta de producción y hacia dónde se dirige, cuáles serán las necesidades, y que departamentos estarán involucrados directa e indirectamente. Al igual se pasará una pequeña encuesta que constará de 5 preguntas las cuales serán consideradas sin compromiso alguno, esto para verificar que tanto se conoce sobre el tema y así enfocar la charla hacia lo desconocido y con esto dar como arranque y puesta en marcha el proyecto.

La encuesta estará dictaminada por las siguientes preguntas:

¿Podría explicar que es el TPM?

¿Cómo mide la productividad en su área de trabajo?

¿Qué aspectos ha aportado usted a la empresa o su puesto de trabajo?

¿Cree usted que es necesario programas especializados en su área de trabajo que contribuyan al mejoramiento continuo?

¿Qué aspectos cree usted que son tropiezos en su área de trabajo?

Figura 8. **Resultados de la encuesta (20 personas)**



Fuente: elaboración propia

Se debe explicar en concreto que el objetivo general estará enfocado hacia la mejora en los programas de mantenimiento o en la forma en que actualmente se está llevando a cabo esta operación dentro de la planta de producción de jarabe de azúcar.

Luego de estar estipulado el objetivo general se podrán dictaminar los objetivos específicos que serán:

- El incremento en el coeficiente de productividad
- Disminución en el porcentaje de producto fuera de especificación
- El personal contara con un plus por medio de la capacitación
- Mejor ambiente laboral para todo el personal de la empresa
- Reducción en el porcentaje de tiempos muertos
- Un mayor tiempo de respuesta en la entrega del producto

A la reunión se invitará al cliente interno quienes son el Departamento de Formulación, como al personal de sala de jarabes, esto con el objetivo de darle más importancia a la reunión y a su vez crear un compromiso hacia ellos por parte del personal presente.

Se dará un enfoque a la reunión sobre el grado de importancia que la Gerencia está dando al proyecto, con el objetivo de que el personal se llene de un ambiente de apoyo y mentalidad positiva, por lo que se hará de una manera que la reunión sea todo un éxito para que permita la atención de todo el personal involucrado en el nuevo programa.

Inicialización TPM a operarios

Luego de la reunión sostenida por la Vicepresidencia de Bebidas hacia los mandos medios el siguiente paso será una reunión sostenida con el personal operativo (operarios y supervisores), en la cual se dará a conocer la importancia del proyecto y del compromiso que se requiere de cada uno de ellos, esto se llevará de la misma manera que se generó la reunión con los mandos medios,

la diferencia aquí es que serán los mandos medios quienes la dirigirán, los temas a tratar serán los mismos que en la primera reunión.

En esta parte es donde debe concentrarse la mayor atención necesaria, ya que es aquí donde la venta de la idea del programa hacia los operarios es el punto de éxito del programa, ya que son ellos los que deben de creer al 100 % el cambio que pueden representar para la empresa.

Luego de esta reunión se debe programar una tercera reunión donde estén integrados los altos directivos de la planta, quienes serán los que ratifiquen el compromiso que se debe tener con la organización sobre la implementación del nuevo programa.

4.3.1. Forma de llevar a cabo la capacitación

Aquí se repartirá la carga por departamento ya que cada departamento involucrado dentro del Mantenimiento Productivo Total, será quien realice su propio programa de capacitación específico basado en las necesidades propias de su departamento.

La capacitación en el área de producción estará enfocada en el mantenimiento autónomo, ya que es la razón de ser del programa, por lo que se seguirá una serie de pasos que permiten el desarrollo de los operarios en la especialización de mantenimiento de su equipo.

Como la inducción debe ser gradual la llevará de la siguiente manera ya que es la recomendada por los especialistas en el tema.

- Conocimiento general del equipo en mención.
- Limpieza diaria general del equipo que operan.
- La lubricación de los equipos donde estos apliquen.
- Dar la capacitación de algunos ajustes y reparaciones menores en los equipos por parte del Departamento de Mantenimiento.
- Orden y limpieza de las estaciones de trabajo.

4.3.2. Detección de necesidades para la capacitación

- Se determinarán que departamentos o áreas conformarán el proyecto y así dotarlas de los insumos necesarios como lo son material didáctico.
 - o Computadora portátil y cañonera
 - o Trifoliales con conceptos básicos
 - o Tarjeta de bolsillo por operario para aprendizaje rápido
 - o Exámenes para final de cada capítulo
 - o Diapositivas realizadas por expertos en el tema
- Qué tipo de conocimientos se tienen en la actualidad por departamento.
- Se dará a conocer qué oportunidad de mejora existe por departamento.
- Identificar con qué personal se deberá trabajar.
- Se determinará el perfil deseado para dicho personal.

- Se dotará a cada departamento de las herramientas didácticas necesarias con toda la información del Proyecto.
- Será muy importante la definición de objetivos en este punto de la capacitación.

4.3.3. Diseño del plan formativo

Aquí el enfoque será en la creación o búsqueda de talentos del personal que está directamente involucrado con el proyecto en el área de producción, ya que es de ahí donde depende el éxito del proyecto, es por eso que se orienta a perfeccionar el perfil formativo (actitudes, conocimientos y habilidades) del personal, para luego conseguir el cambio en la conducta y un crecimiento de su nivel funcional que se espera obtener al estar implementado el programa.

En la implementación del proyecto de TPM en la planta de producción de jarabe a base de azúcar, se encontrará el siguiente itinerario formativo para el operario de producción, el cual dará un mejor lineamiento:

- Dar a conocer el significado y objetivos del proyecto TPM.
- Como está organizada la empresa. (saber en donde se está ubicado).
- Mejora continua. Se darán las herramientas necesarias (Departamento de Mantenimiento).
- La importancia del trabajo en equipo como herramienta indispensable.
- Principios y conceptos básicos y su aplicación: mecánica, electricidad, neumática, hidráulica.
- Como identificar rápidamente un fallo en el equipo por medio de prueba de paro y arranque del mismo.

- Capacitación en los conceptos básicos de:
 - o Como funcionan sus equipos.
 - o El manejo adecuado de sus equipos.
 - o Reforzar la capacitación sobre características del producto y los parámetros de calidad.
 - o Localización y solución de las fallas en los equipos.
 - o Mantenimiento correctivo de los equipos.

Se avocarán con el Departamento de Mantenimiento, quien tiene documentado los manuales de cada equipo y con esto se dará la capacitación básica de los equipos y su funcionamiento a cada operador de la planta.

Como parte de la implementación se sacará una copia del manual de operación de cada equipo para posteriormente publicarla a la par de cada equipo, con el objetivo de que el operador en cualquier momento pueda realizar consultas sobre el manejo o identificación de fallas que le puedan estar ocurriendo.

Esta copia estará denominada como una copia de un procedimiento controlado ya que es requisito de la norma a la que está certificada en la empresa en este caso Norma ISO 9000(versión 2008).

4.3.4. Mejora continua

Esta etapa está orientada a la continuidad del mejoramiento y mantenibilidad del sistema en la fase de implementación, se logrará por medio

de la reunión semanal de los grupos operativos en donde se analizará el logro de los objetivos como lo es el EGE (Efectividad Global de los Equipos).

Efectividad Global de los Equipos (EGE)

Este concepto evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento, la cual está relacionada con el estado y productividad del equipo en pleno funcionamiento. Este indicador muestra las pérdidas reales en los equipos medidas en tiempo, es uno de los más importantes ya que muestra que tan competitiva es una planta de producción.

Cálculo del EGE

El cálculo de este factor está determinado por tres factores indispensables:

Disponibilidad: mide la disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{Tiempo de paro}}{\text{Tiempo de paro}} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{4 \text{ horas} - 0,30 \text{ horas}}{0,30 \text{ horas}} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 12,33 \%$$

Eficiencia de rendimiento: mide las pérdidas por rendimiento causadas por mal funcionamiento del equipo.

$$\text{Eficiencia de Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo por unidad} * \text{Cantidad Procesada}}{\text{Tiempo de operacion}} * 100$$

$$\text{Eficiencia de Rendimiento} = \frac{4 \text{ horas} * 1 \text{ cocimiento (3 000 galones)}}{3,7 \text{ horas}} * 100$$

$$\text{Eficiencia de Rendimiento} = 13,33 \%$$

Índice de Calidad: este índice está representado por el tiempo que se dedica en producir productos que en algún momento están fuera de especificación, en este caso se da cuando un cocimiento (3 000 galones) de jarabe de azúcar está fuera del estándar de calidad por lo que hay necesidad de reformular el mismo.

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Cantidad Procesada} - \text{Cantidad Defectuosa}}{\text{Cantidad Procesada}} * 100$$

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{1 \text{ cocimiento (3 000 gls)} - 0,10 \text{ del cocimiento (300 gls)}}{1 \text{ cocimiento (3 000gls)}} * 100$$

$$\text{Índice de Calidad} = 0,9 \%$$

El cálculo del EGE se obtiene multiplicando los términos que se definieron anteriormente expresados en porcentajes.

$$\text{EGE} = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia de Rendimiento} * \text{Índice de Calidad}$$

$$\text{EGE} = 12,33 * 13,33 * 0,90 * 100 \% = 21,6 \%$$

Este sería el punto de partida hasta obtener un 100% de EGE.

EGE (Efectividad Global del Equipo)

Este índice de calidad es fundamental para un diagnóstico general de las condiciones de los equipos, líneas de producción y plantas de producción, por lo que se realizará un estudio para determinar el porcentaje de EGE antes del TPM y después del mismo, para determinar el impacto que se tuvo en el proceso.

4.3.5. Grupos operativos

Los grupos operativos serán conformados por el personal de producción que se encuentre en el turno diurno, el cual será dirigido por el jefe de producción, el asistente de mantenimiento, el asistente de turno, un mecánico, un eléctrico y un asistente de aseguramiento de calidad.

Las reuniones se llevarán a cabo los lunes a las 8:00 am con el objetivo de que sean al inicio del programa de producción.

La reunión deberá de tardar una hora por área en la que el tema principal a discutir serán las fallas que los equipos están sufriendo constantemente y de esta manera, identificar cual será la solución planteada en conjunto. Se darán a conocer que actividades se realizarán para corregir las mismas, de una manera pronta y concisa, éste es uno de los principales elementos que contribuyen a la mejora continua de los procesos.

Dentro de la reunión se dará a conocer por medio del líder quien es el jefe de producción que nivel de EGE se ha alcanzado durante la semana, y que tan

cerca se está de la meta planeada, esto para dar más interés a las actividades que cada colaborador está aportando al proyecto.

El Departamento de Mantenimiento debe interactuar directamente con el personal operativo dentro de la reunión, como también durante la solución de problemas directamente en el equipo, y no necesariamente solo en solución de problemas, sin que en el avance de las modificaciones que en algún momento ayudaran a mejorar los procesos.

Se dará más énfasis al personal operativo ya que son ellos los que se encuentran involucrados todo el tiempo con el equipo, y de el dependerá que se puedan identificar de una manera más adecuada, las fallas que impiden que la productividad o eficiencia llegue a su punto más alto que sería el 100 %.

Todo lo observado durante la reunión será registrado por medio del registro de reuniones de Grupos Operativos, los cuales se analizarán durante la semana para que en la próxima reunión ya exista la solución de lo plantado en su mayoría, como también servirá para dar seguimiento a lo expuesto. Se crea el siguiente formato donde se identifica claramente cada parte de la reunión (ver anexos minuta de grupos operativos).

4.3.6. Sugerencias

Las sugerencias se manejarán de una manera de registro esto se anotará en el inciso C del registro de la minuta de grupos operativos (ver anexo minuta de grupos operativos).

La persona encargada de llevar a cabo esta actividad será el asistente de Producción, quien será el que asigne la prioridad de las mismas, para su pronta resolución, el tendrá a su cargo la responsabilidad del área, esto lo presentará cada semana en la que debe de incluir el seguimiento de las mismas dentro de la reunión de grupos operativos, el a su vez asignará responsables, que en este caso podría ser el responsable del Departamento de Mantenimiento, Departamento de Aseguramiento de la Calidad o en su efecto a quien corresponda.

Las sugerencias se manejarán por medio del comité (inciso 4.3), el cual estará formado por los diferentes asistentes involucrados en el área, asistente de producción, gerente de producción, asistente de mantenimiento, gerente de mantenimiento, asistente de aseguramiento de calidad, el cual verificará los puntos planteados en dichos registros y de esta manera podrá detectar el estado actual de la planta de producción y así poder dar prioridades a las actividades de mantenimiento para que no se incurra en una falla permanente y de esta manera llegar al punto en que la producción sea detenida por una falla mayor en los equipos.

4.3.7. Implantación y medición del plan formativo

Como se pudo observar en los puntos anteriores se implementó e identificó como se desarrollará el plan formativo del proyecto, esto por medio de las reuniones de grupos operativos, en ellas se estipuló que tipo de parámetros se van a observar para medir el avance y precisamente el parámetro más crítico será el nivel de EGE que se alcance continuamente, al igual se estipuló que acciones se tomarán para llegar al cumplimiento de los objetivos y metas del proyecto.

4.3.8. ¿Cómo se medirá y evaluará la capacitación del Proyecto TPM?

Se creara una herramienta simple que permita en cualquier momento monitorear y medir el proyecto, por lo que esto ya se ha estipulado con anterioridad, y se identificó como Efectividad Global de los Equipos (EGE), otro parámetro que se tiene en cuenta dentro del sistema, es el tiempo de respuesta que se está obteniendo de parte del Departamento de Mantenimiento en asistir al personal operativo en las tareas de mantenimiento correctivo de los equipos en la planta.

Se evaluarán los cambios significativos de conducta generados por la mejora de los perfiles formativos del operario. Ya se ha establecido que dicho perfil formativo está compuesto por actitudes, habilidades y conocimientos.

En las reuniones de grupos operativos se examinará con cierto grado de responsabilidad al personal en función de colaboración y aportación de sugerencias, por muy pequeñas que éstas sean. Dándole como calificación de 10 a la persona que más interactúa en la parte de sugerencia para mejora de las condiciones en la estación de trabajo.

Ahora bien, se cuenta con otra herramienta que dará a conocer la situación actual del proyecto y como ha ido mejorando, la cual está representada por las auditorías internas de Buenas Prácticas de Manufactura (ver anexos) aquí se podrá evaluar orden y limpieza, aseo personal, condiciones de las instalaciones, controles de producción, ambiente laboral, asistencia de mantenimiento. Esto permitirá llevar un mejor control sobre los avances del proyecto y de la interacción del personal con sus equipos.

5. MEJORAMIENTO CONTINUO

5.1. Formato de especificación del producto

Este registro sobre el control del producto terminado (jarabe de azúcar) será llenado por el operador responsable del área, la cual se encontrará a la vista del personal interesado, éste a su vez será revisado periódicamente por el ingeniero asistente de turno.

En éste se anotarán los datos críticos del producto, los cuales deberán cumplir con los registros necesarios para una identificación única propia del proceso, como lo será el correlativo del Bach que se está produciendo, la fecha de producción, nombre y firma del operador encargado de las muestras de control de calidad, una breve observación del cocimiento, y seguimiento de la misma si aplica.

Las especificaciones del producto estarán dadas bajo la responsabilidad del Departamento de Calidad, quien cuenta con las herramientas indispensables para determinar si el producto se encuentra dentro o fuera de especificación, aquí se puede mencionar el uso del refractómetro el cual determinará si se encuentra dentro del rango permitido.

Figura 9. **Registro de Control de Producto terminado**

ÁREA DE COCIMIENTO
DILUSIÓN DE AZÚCAR

No. XXX

CONTROL DEL PRODUCTO

Correlativo	Fecha	Operador	Firma	Observación	Seguimiento

Asistente Sala de Jarabes

Fuente: elaboración propia.

5.1.1. Registros sobre los cambios efectuados

Se tiene contemplado una minuta de Grupos Operativos la cual se archivará con los datos de los cambios que se efectúen, para la mejora del área como los aspectos importantes de las fallas sucedidas durante la semana, ésta se llevará a cabo una vez por semana durante un período de 1 hora. Dentro del tiempo programado de producción(ver anexo minuta de Grupos Operativos).

Adicional a esto se llevará un registro sobre sugerencias por parte del personal operativo, con el objetivo de llevar un control sobre el *status* de la sugerencia propuesta, esto como un paso dentro del programa de TPM (Ver anexo Inciso C Minuta de Grupos Operativos).

5.2. Creación de procedimientos para manejo de materiales

Procedimiento de dilución de azúcar

Objetivo:

Dar lineamientos a seguir para la preparación de jarabe simple.

Alcance:

Desde que se ingresa el azúcar en forma de cristal al *triblender*, pasado por calentamiento en tanques de cocimiento, hasta ser recibido por los respectivos tanques de recepción de jarabe en el área de filtración.

5.2.1. Desarrollo

Procedimiento para realizar el primer cocimiento de la semana.

- Revisar que las válvulas se encuentren cerradas, los racores del manifold tengan adecuadamente sus empaques, la compuerta de los tanques se encuentre cerrada y que los tanques se encuentren vacíos.
- Abrir la válvula VT2-12 para purgar la línea de vapor del tanque No.1 y 2, para el tanque No.3 abrir la válvula VI-05dejarla abierta alrededor de 5 minutos.
- Abrir las válvulas VT1-01, VT1-02 y VT1-03 para recibir agua en el tanque No.1 o abrir las válvulas VT2-01, VT2-02 y VT2-03 para recibir y llenar de agua el tanque No.2 o abrir las válvulas VPT5-04 y VPT5-03 para recibir agua en el tanque No.3. Llenar hasta 105 hl (3 000 galones).
- Encender el respectivo agitador en el área de control No.1 para los tanques No.1 o 2, para el tanque No.3 en el área de control No.2.
- Hacer las respectivas conexiones en el manifold No.1 o 2 dependiendo que tanque se utilice para llevar a cabo la recirculación.
- Abrir las válvulas VPT4-03, VPT4-01 y cerrar las válvulas VT1-02, VT1-03 para el tanque No.1 o abrir las válvulas VPT3-03, VPT2-02, VPT3-01 y VTR2-02 y cerrar las válvulas VT2-02, VT2-03 para el tanque No.2 o abrir las válvulas VI-04, VI-01, VT3-02 ,VT3-03, VT3-02 y cerrar las

válvulas VPT5-04 y VPT5-03 para el tanque No. 3 y llevar a cabo la recirculación.

- Encender la bomba PT-04 para el tanque No. 1, la PT-03 para el tanque No. 2 o la PT-05 para el tanque No. 3. Llevar a cabo la recirculación durante 45 minutos.
- Cerrar la trampa de vapor del respectivo tanque y abrir las válvulas de vapor, VT1-10 y VT1-11 para el tanque No. 1, para el tanque No. 2 cerrar la respectiva trampa de vapor y abrir las válvulas de vapor, VT2-10 y VT2-11, para el tanque No. 3 cerrar la respectiva trampa de vapor, abrir las válvulas de vapor VI-06 y VI-07.
- Llevar el agua a una temperatura de 90°.
- Apagar la respectiva bomba utilizada.
- Abrir la respectiva trampa de vapor, y cerrar las válvulas VT1-10 y VT1-11 para el tanque No. 1, para el tanque No. 2 abrir la respectiva trampa de vapor y cerrar las válvulas de vapor VT1-10 y VT2-11, para el tanque No. 3 cerrar la respectiva trampa de vapor y cerrar las válvulas VI-06 y VI-07.
- Abrir las VT1-06 , VPT2-01 y VPT2-02 válvulas y cerrar las válvulas VPT4-03, VPT4-01 y encender la bomba PT-02 para enviar del tanque No. 1 a salvavidas o abrir las válvulas VT2-06, VPT2-01, VPT2-02 y cerrar VPT3-03, VPT3-01, VPT2-02 y encender la bomba PT-02 para enviar del tanque No. 2 a Salvavidas o abrir las válvulas V1-08, VBP-03, VBP-02, VT2-07, VPT2-01, VPT2-02 y cerrar las válvulas VI-01, VT3-03 y

encender la bomba PT-05 y PT-02 para enviar del tanque No. 3 al área de sala de jarabes.

Tabla VII. **Nomenclatura diagrama de procesos**

PT-01	Bomba No.1 –Sub-proceso
PT-02	Bomba No.2- Sala de Jarabe
PT-03	Bomba No.3- Dilusor No. 2
PT-04	Bomba No.4- Dilusor No.1
PT-05	Bomba No.5 – Tanque No.3
TR-01	Triblender No.1
TR-02	Triblender No.2
TR-03	Triblender No.3
VB-01	Entrada tanque Buffer
VBP-01	Drenaje Buffer pequeño
VBP-02	Salida Buffer pequeño
VBP-03	Entrada Buffer pequeño
VBP-04	Entrada filtro
VI-01	Salida intercambiador
VI-02	Acceso
VI-03	Entrada intercambiador
VI-04	Recirculación, triblender No.3-tanque No.3
VI-05	Válvula para purgar línea de vapor
VI-06	Acceso vapor
VI-07	Reguladora de vapor
VI-08	Acceso buffer pequeño
VPT1-01	Entrada PT-01
VPT1-02	Salida PT-01
VPT1-03	Envío a Sala de jarabe
VPT1-04	Envío a tanque No.3
VPT2-01	Entrada PT-02
VPT2-02	Salida PT-02
VPT2-03	Acceso
VPT3-01	Entrada PT-03
VPT3-02	Salida PT-03
VPT3-03	Acceso PT-03
VPT4-01	Entrada PT-04
VPT4-02	Acceso PT-04
VPT4-03	Acceso PT-04
VPT5-01	Acceso PT-05
VPT5-02	Acceso PT-05
VPT5-03	Salida PT-05
VPT5-04	Llenado de agua

Continuación de la tabla VII.

VT1-02	Llenado de agua
VT1-03	Llenado de agua
VT1-04	Conexión tanque No.1 y No.2
VT1-05	Acceso
VT1-06	Acceso
VT1-07	Acceso
VT1-08	Acceso
VT1-09	Acceso
VT1-10	Válvula vapor
VT1-11	Válvula reguladora
VT2-01	Acceso tanque No.2
VT2-02	Llenado de agua
VT2-03	Llenado de agua
VT2-04	Conexión tanque No.1 y No.2
VT2-05	Acceso
VT2-06	Acceso
VT2-07	Acceso
VT2-08	Acceso
VT2-09	Acceso
VT2-10	Válvula vapor
VT2-11	Válvula reguladora
VT2-12	Válvula para purgar línea de vapor
VT3-01	Acceso triblender No.1
VT3-02	Entrada corriente Triblender No.3
VT3-03	Entrada tanque No.3
VT3-04	Drenaje
VTR1-01	Ingreso de azúcar Triblender No.1
VTR2-01	Ingreso de azúcar Triblender No.2
VTR2-02	Agua con azúcar
VTR3-01	Ingreso de azúcar Triblender No.3

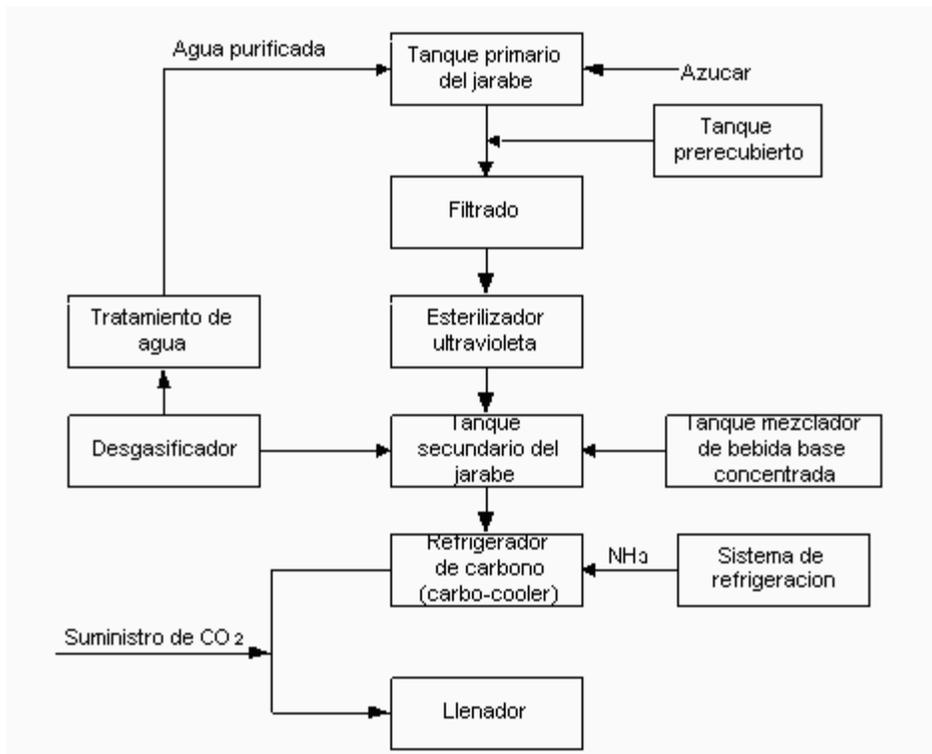
Fuente: Departamento Dilución de azúcar.

5.2.2. Responsabilidades

Los operadores de dilución de azúcar son los responsables de realizar los procesos de preparación, cocción, filtración, envío del jarabe simple y agua y llenar los registros correspondientes.

El asistente de sala de jarabes es el responsable de verificar que los documentos se encuentren correctamente llenados y que el proceso se lleve correctamente.

Figura 10. Diagrama de bloques del proceso de dilución de azúcar



Fuente: Departamento de Aseguramiento de Calidad Sala de Jarabes.

5.2.3. Registros sobre procedimientos

Estos registros serán llenados por el operario encargado del proceso de dilución de azúcar, el cual deberá cumplir con los lineamientos establecidos por la Norma de calidad ISO 9000 (versión 2008) con la que está certificada la planta.

Se llenará un registro por turno teniendo 3 turnos durante el día estos a su vez serán revisados por el asistente de producción de turno, con el objetivo de determinar las anomalías en el proceso y así poder determinar las acciones correctivas que se deben de tomar para no incurrir con la misma falla o desviación.

Los datos tomados por el operador quedan registrados en el formato establecido. (ver anexo Control de Accesorios).

5.3. Medición de la productividad

La medición de la productividad (obtenido sobre esperado) se medirá por medio del método del cálculo de EGE (Efectividad Global del Equipo).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productividad observada}}{\text{Productividad estandar}} * 100$$

De tal manera se determinará que para el proceso productivo la productividad se puede medir de la siguiente manera.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo teórico en producir un cocimiento}}{\text{Tiempo real de produccion de un cocimiento}} \times 100$$

En la actualidad se tiene estimado por medio de las especificaciones del equipo otorgadas por el fabricante, que el tiempo en realizar un cocimiento de 3 000 galones de jarabe de azúcar es de 3 horas. Mientras que los tiempos reales en la producción de 3 000 galones de jarabe de azúcar es de 3,5 horas en promedio por lo que se puede decir que la productividad está así:

$$\text{Productividad} = \frac{3,5 \text{ horas}}{4 \text{ horas}} \times 100 = 87,5 \%$$

Lo cual lleva a estipular como meta estar al 100 % de la productividad como objetivo primordial al implementar el TPM.

Cálculo de EGE (Efectividad Global de los Equipos)

Se aplicará al proceso el cálculo del EGE antes de implementar el TPM y con esto poder tener un comparativo cuando ya esté en su punto más alto el seguimiento del programa. Según lo visto en el enunciado 4.3.4. Del capítulo 4 se obtuvo el siguiente resultado.

Disponibilidad: mide la disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{Tiempo de paro}}{\text{Tiempo de paro}} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{4 \text{ horas} - 0,30 \text{ horas}}{0,30 \text{ horas}} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 12,33 \%$$

Eficiencia de rendimiento: mide las pérdidas por rendimiento causadas por mal funcionamiento del equipo.

$$\text{Eficiencia de rendimiento} = \frac{\text{Tiempo por unidad} * \text{Cantidad procesada}}{\text{Tiempo de operacion}} * 100$$

$$\text{Eficiencia de rendimiento} = \frac{4 \text{ horas} * 1 \text{ cocimiento (3 000 galones)}}{3,7 \text{ horas}} * 100$$

$$\text{Eficiencia de rendimiento} = 13,33 \%$$

Indicé de calidad: este índice está representado por el tiempo que se dedica en producir productos que en algún momento están fuera de especificación, en este caso se da cuando un cocimiento (3000 galones) de jarabe de azúcar está fuera del estándar de calidad por lo que hay necesidad de reformular el mismo.

$$\text{Indice de calidad} = \frac{\text{Cantidad procesada} - \text{Cantidad defectuosa}}{\text{Cantidad procesada}} * 100$$

$$\text{Indice de calidad} = \frac{1 \text{ cocimiento (3 000 gls)} - 0,10 \text{ del cocimiento (300 gls)}}{1 \text{ cocimiento (3 000 gls)}} * 100$$

$$\text{Indice de calidad} = 0,9 \%$$

El cálculo del EGE se obtiene multiplicando los términos se definieron anteriormente expresados en porcentajes.

$$\text{EGE} = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia de rendimiento} * \text{Indice de calidad}$$

$$\text{EGE} = 12,33 * 13,33 * 0,90 * 100 \% = 21,6 \%$$

Éste sería el punto de partida hasta obtener un 100% de EGE.

OEE-Efectividad Global Del Equipo (Overall Equipment Effectiveness)

Esta medida evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento. La OEE está fuertemente relacionada con el estado de conservación y productividad del equipo mientras está funcionando.

Este indicador muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo, este posiblemente es el más importante para conocer el grado de competitividad de una planta industrial, cabe recalcar que estos indicadores se manejan de forma diaria, por lo que los datos de paros planeados y los paros no programados varían con los utilizados en el AE y está compuesto por los siguientes tres factores:

- Disponibilidad: mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paros no programados.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo neto Disponible}}$$

En donde:

Tiempo neto disponible = Tiempo extra + Tiempo total programado
+Tiempo de paro permitido

Tiempo operativo = Tiempo neto disponible – Tiempo de paros en linea

- Eficiencia: mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento origina determinada por el fabricante del equipo o diseño.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo de tacto} * \text{Piezas producidas}}{\text{Tiempo operativo}}$$

En donde:

$$\text{Tiempo de tacto} = \frac{\text{Tiempo neto total diario}}{\text{Demanda total diaria}}$$

- Calidad a la primera (FTT): estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde, ya que el producto se debe destruir o re-procesar. Si todos los productos son perfectos, no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.
- Calidad a la primera = $\frac{\text{Partes producidas} - \text{Total de partes defectuosas}}{\text{Partes producidas}}$

En donde:

$$\text{Total de partes defectuosas} = \text{Piezas defectuosas} + \text{Re trabajos}$$

El cálculo de la OEE se obtiene multiplicando los anteriores tres términos expresados en porcentaje.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad a la primera}$$

5.4. Auditorías Internas

Las auditorías internas se realizan según un programa establecido, una vez cada dos meses, éstas las realiza el asistente de producción, el cual se programa de forma rotativa para poder captar información diferente con el objetivo de obtener diferentes puntos de vista.

Este tipo de auditorías se archivarán para llevar un registro de la realización de la misma, de igual manera se verificará el *status* de los hallazgos encontrados y los cambios efectuados en el área.

5.4.1. Tipo de auditorías a realizar

Las auditorías que se incluyen dentro de esta área se encuentran las siguientes:

- Auditoría de riesgos
- Auditoría de orden y limpieza
- Auditoría de Buenas Prácticas de Manufactura (ver anexos).

5.5. Capacitación constante

La capacitación se llevará a cabo cumpliendo con un programa determinado por Recurso Humano, dentro del cual se tomará en cuenta al personal de recién ingreso como al personal existente. Ésta deberá de cumplir con las actualizaciones pertinentes para la actualización de los procedimientos y mejora continua del área.

La capacitación cubrirá los aspectos más importantes en materia de cambios en las reglamentaciones internacionales, tanto de calidad como de manejo de materiales, y cambios en los equipos o adquisición de los mismos.

La persona responsable de dichas capacitaciones será el Ing. asistente de producción quien a su vez contará con el apoyo del Ing. asistente de mantenimiento.

CONCLUSIONES

1. Mediante la implementación del TPM en el proceso productivo; producción de jarabe de azúcar se observó el mejoramiento de la eficiencia de los equipos y del equipo de operación en la que éste fue implementado y aplicado. Mejorando con ello las relaciones de hombre-máquina y la reducción del costo de mantenimiento preventivo y correctivo.
2. También se pudo observar la mejora que se obtuvo con la identificación de las fallas comunes en los equipos y las posibles soluciones que el personal propone dentro de las reuniones de grupos operativos.
3. La búsqueda de una más eficaz y eficiente utilización de las máquinas y equipos, como la capacitación del personal, pero para ello es fundamental que antes los directivos tomen conciencia de todo lo que está en juego tras de un excelente sistema de mantenimiento. Tanto sea a nivel industrial cómo de servicios, tanto los costos, como la productividad, la calidad, la seguridad, la satisfacción del cliente y el cumplimiento de plazos depende en gran medida no sólo del buen funcionamiento de los equipos, sino del muy buen funcionamiento que de ellos pueda obtenerse. Cómo en el caso del control de calidad, incrementar los costos en materia preventiva termina generando no sólo un menor coste total de mantenimiento, sino también un menor coste total.

4. La notable importancia que tiene el TPM en la eliminación de desperdicios le confiere un lugar especial tanto en el sistema Kaizen como en el sistema Just in Time. Todavía una multitud de pequeñas y medianas empresas no han sabido tomar en debida consideración la gran importancia que tiene para el mejoramiento de sus resultados económicos, la implementación de sistemas destinados a mejorar el mantenimiento de los equipos, el cambio rápido de herramientas, la reducción de los tiempos de preparación, la mejora del *layout* en la planta y oficinas, el mejoramiento en los niveles de calidad, el control y reducción en el consumo de energía, la mayor participación de los empleados vía círculos de control de calidad, círculos de incremento de productividad y sistemas de sugerencias entre otros. Son numerosas las armas de las cuales pueden disponer las pequeñas y medianas empresas, y notables los resultados que de ellas pueden obtener.

5. Un mejor mantenimiento implica no sólo reducir los costes de reparaciones y los costes por improductividades debidos a tiempos ociosos, sino también elimina la necesidad de contar con inventarios de productos en proceso y terminados destinados a servir de "colchón" ante las averías producidas. Al mejorar los servicios a los clientes y consumidores reduce la rotación de estos y reduce el coste de obtención de nuevos clientes, facilitando las ventas de bienes y servicios con carácter repetitivo.

6. Por supuesto que un mejor mantenimiento alarga la vida útil del equipo, como así también permite un mejor precio de reventa. El mejor funcionamiento de las máquinas no sólo evita la generación de productos con fallas, también evita la contaminación ambiental, elimina los riesgos de accidentes y con ellos disminuye los costes del seguro, reduce o

elimina los niveles de contaminación y por consiguiente multas, incrementa los niveles de productividad, y por tanto los costes de producción. Todos estos son motivos más que suficientes para considerar muy seriamente su implantación.

7. Debe hacerse la pregunta de por qué existiendo instrumentos o metodologías tan significativas para mejorar los rendimientos de las empresas, las mismas no son utilizadas? Las razones son numerosas y exponerlas lleva a la necesidad de otras investigaciones y exposiciones, pero entre las principales se tiene: una visión corto placista en la cual se privilegia la obtención de utilidades inmediatas en oposición a la generación sostenida de beneficios a mediano y largo plazo, un segundo factor tiene que ver con la supervivencia de paradigmas propios de otra era del proceso económico productivo. Y un tercer y último factor a mencionar cómo importante es la tradicional resistencia al cambio.

RECOMENDACIONES

El TPM constituye un concepto en materia de mantenimiento, basado éste en las siguientes recomendaciones:

1. Participación de todo el personal, desde la Alta Dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la eficacia global.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas que facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ MALDONADO, Erick Jony. *Implementación del Mantenimiento Productivo Total*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 165 p.
2. DE LEÓN SAGASTUME, Carlos Rolando. *Propuesta de implementación de Mantenimiento Productivo Total*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 187 p.
3. ESTEBAN GIRÓN, Esaú Juventino. *Propuesta de implementación de un Mantenimiento Productivo Total a una planta productora de café*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 118 p.
4. FERGENBAUM, A. V. *Control total de la calidad*. México:CECSA, 1994. 345 p.
5. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. México: McGraw-Hill, 2005. 765 p.
6. HERNAN LOPEZ, Herberth Rodolfo. *Diseño e implementación de TPM*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 145 p.

7. MENDEZ CAJAS, Pablo Cesar. *Propuesta para la aplicación de TPM*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 89 p.
8. MOLINA CASTILLO, Guillermo Rolando. *Aplicación de los fundamentos del Mantenimiento Productivo Total*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 130 p.
9. RODRIGUEZ PALMA, Otto Adolfo. *Diseño de un programa TPM*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 155 p.
10. URREA ALVAREZ, Alberto Alejandro. *El mantenimiento productivo total*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1999. 152 p.

ANEXOS

**Programa: BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA
FORMATO DE AUDITORÍA INTERNA BPM**

ÁREA:

AUDITOR:

FECHA:

HORA:

SUPERVISOR:

MES:

	Rango de Evaluación			TOTAL
	A	B	C	
AREA: PERSONAL				
Todos los trabajadores se encuentran en buen estado (aparente) de salud, sin heridas y en condiciones que le permitan efectuar su trabajo sin afectar la inocuidad				
El personal no utiliza joyas:relojes, pulseras, anillos, celulares, pendientes etc.?				
El personal utiliza uniforme en buenas condiciones y su limpieza personal es adecuada (manos, uñas, cabellos, otro)?				
Los operadores utilizan el equipo requerido(redecillas, mascarillas, etc.), que garantice la inocuidad del producto y éstos están adecuadamente utilizados?				
Se utiliza mascarillas en el área del cuarto de llenado?				
El personal se lava las manos (previo al arranque, cuando ingresa al área aséptica y cuando realizan otras actividades en que pueden contaminarse)?				
Se guardan apropiadamente los enseres personales?				
El personal no ingiere alimentos ni bebidas, no mastica chicle, ni escupe dentro del área de trabajo?				
SUB TOTAL				0
AREA: EDIFICIOS				
Trabaja de manera adecuada el sistema de drenajes del area(evita aguas estancadas, olores, vapores, etc.)?				
Las paredes y pisos cumplen con tener uniones sanitarias, están debidamente limpios, secos, adecuadamente pintados y son de material y acabados adecuados				
La ventilación es apropiada provista para minimizar olores, gases o vapores				
Pasillos y espacios de trabajo sin obstrucciones y con ancho suficiente?				
Iluminación adecuada: Estaciones de trabajo y de toma de datos, lavabos, áreas de almacenaje? (según el manual de BPMs)				
Lamparas e instalaciones protegidas (para que no afecte el producto) sobre las áreas de procesamiento, almacenaje de materias primas y producto terminado?				
Las áreas aledañas al salón están en condiciones de evitar potencial contaminación al producto (proliferación de plagas)?				
Existe la señalización y rotulación apropiada para preveer potenciales contaminación del producto terminado?				
SUB TOTAL				0
AREA: FACILIDADES SANITARIAS:				
Depositos para desechos solidos (basura): recipientes apropiados; deben estar distribuidos, construidos, identificados y señalizados adecuadamente, deben haber				
Tuberías y sistema de desecho de aguas cloacales se encuentran adecuadamente instalados y mantenidos?				
Se colectan y retiran adecuadamente los desechos de la operación del área, evitando que afecten la inocuidad del producto?				
El agua para el producto final es de fuentes aprobadas y se verifica permanentemente que cumplan con la Especificación Técnica?				
Lavamanos y áreas de desinfección de manos en las áreas asépticas están debidamente instalados y abastecidos?				
Las superficies del equipo en contacto con el producto tienen uniones lisas?				
Las cubiertas del envase, de los materiales de empaque, de materias primas, de ingredientes, del producto son adecuadas para prevenir contaminación potencial del producto?				
Ventanas, Puertas construidas adecuadamente para evitar filtración de polvo, agua, insectos, otros?				
SUB TOTAL				0

d. ÁREA: OPERACIONES SANITARIAS				
1	Se ha efectuado la limpieza del área?			
2	Las superficies en contacto con el producto (tuberías y equipo para almacenamiento y distribución), cumplen con las especificaciones técnicas de			
3	Envase, tapa, sello, etiqueta, y otros materiales y materias primas son almacenados apropiadamente y aprobados previo a su uso, cumpliendo con la			
4	Botellas saneadas protegidas desde donde se lavan hasta donde se llenan para evitar contaminación?			
5	Existe evidencia de pintura descascarada en paredes, tuberías, techos, paredes y equipos que puedan afectar la inocuidad del producto?			
6	La iluminación es adecuada para ejecutar la limpieza y actividades de trabajo?			
7	Equipos sin derramamiento de aceite que pueda afectar la inocuidad del producto?			
8	Los elementos de sanitización y limpieza (productos, equipo, escobas, etc.) se encuentran debidamente identificados y ordenados?			
SUB TOTAL				0
e. ÁREA: CONTROLES DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS:				
1	Es apropiada la ventilación del área y el sistema diseñado para no afectar la inocuidad?			
2	Todos los materiales y producto que se rechazan, son separados e identificados apropiadamente?			
3	Cada unidad producida lleva impreso apropiadamente "codigo de producción"?			
4	Equipos bien mantenidos, sin evidencia de oxidación?			
5	La documentación y registros relacionados a las BPMs (control de microorganismos y contaminación, control de proceso, etc) se encuentran			
6	Se cuenta con la documentación del entrenamiento recibido por el personal para la correcta aplicación de las BPMs en el área?			
7	El personal tiene accesibilidad a la información relacionada con las BPMs de su área específica?			
8	Hay evidencias de la funcionalidad del programa de control de plagas en las áreas de trabajo?			
SUB TOTAL				0
f. ÁREA: BANOS:				
1	Hay rotulos que indican al personal que hay que lavarse las manos despues de utilizar sanitarios, están estos en buenas condiciones?			
2	El sistema de iluminación cumple con los estándares requeridos?			
3	El sistema de ventilacion es apropiado, los ventiladores y/o extractores funcionan apropiadamente para evitar olores?			
4	Las instalaciones en general, son adecuadas y se encuentran en buen estado (pisos secos, paredes limpias, servicios limpios, puertas no abren directo hacia el			
5	Los lavabos tienen agua caliente y fria según los requerimientos en cada área geográfica, y el sistema de secado de manos funciona apropiadamente?			
SUB TOTAL				0
g. ÁREA: MANTENIMIENTO:				
1	El personal de mantenimiento al concluir cualquier trabajo, dejan las áreas ordenadas y limpias previniendo riesgos potenciales de contaminación?			
2	El equipo es mantenido con enfoque preventivo para asegurar su buen estado y evitar potenciales peligros de contaminación?			
3	Los registros de mantenimiento están debidamente almacenados?			
4	El personal de mantenimiento cumple con los requerimientos de BPMs en todo			
5	Los respiraderos de los depósitos de agua cuentan con malla para evitar el ingreso de insectos?			
SUB TOTAL				0
TOTAL				

A: Excelente	A: 2 (Pts)
B: 1-2 Problemas	B: 1 (Pts)
C: 3 ó más	C: 0 (Pts)

Observaciones:

FÁBRICA DE BEBIDAS
XXXXXXXXX.
DILUSIÓN DE AZÚCAR

CONTROL DE ACCESORIOS

Correlativo	Fecha	Operador	Firma	Observación	Seguimiento

Asistente Sala de Jarabes

MINUTA SESIÓN "GRUPOS OPERATIVOS"		LÍNEA:	TURNO:
COORDINADOR:	ING. ASISTENTE DE PRODUCCION		PARTICIPANTES:
FECHA:			LÍNEA: OPERADORES Y MANTO.
HORA INICIO:	HORA FINAL:		
A. EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (SEMANA ANTERIOR)			
ANÁLISIS DE RESULTADOS:			
AREA DE DILUSION DE AZUCAR			
ACCIONES PARA MEJORAR:			
AREA DE DILUSION DE AZUCAR			
B. CONTROL VISUAL - SEGURIDAD			
SITUACIÓN ACTUAL:			
C. OTROS TEMAS			
Valor del mes			

