



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

**ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO PARA CREAR UN ÁREA DE  
ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS**

**Luis Pedro López Rodas**

Asesorado por el Ing. José Rolando Chávez Salazar

Guatemala, abril de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO PARA CREAR UN ÁREA DE  
ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LUIS PEDRO LÓPEZ RODAS**

ASESORADO POR EL ING. JOSÉ ROLANDO CHÁVEZ SALAZAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

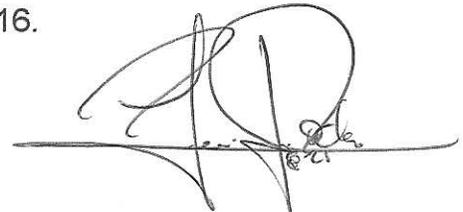
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## 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:

### ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO PARA CREAR UN ÁREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 27 de mayo de 2016.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

**Luis Pedro López Rodas**

Guatemala, octubre de 2016

Ingeniero  
Juan José Peralta Dardón  
Director de Escuela  
Ingeniería Mecánica Industrial

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he asesorado el trabajo de graduación **ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO PARA CREAR UN ÁREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS** realizado por el estudiante Luis Pedro López Rodas quien se identifica con carné No. 2001-12558, previo a optar el título de Ingeniero Industrial.

Encuentro satisfactorio el trabajo, por lo que proceso a aprobarlo y remitirlo a usted para el trámite correspondiente.

José Rolando Chávez Salazar,

Colegiado No. 4317

*Ing. José Rolando Chávez Salazar*  
*Ingeniero Industrial*  
*Colegiado No. 4,317*



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO PARA CREAR UN ÁREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS**, presentado por el estudiante universitario **Luis Pedro López Rodas**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Byron Gerardo Chocooj Barrientos'.

Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*Byron Gerardo Chocooj*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO 4,509

Guatemala, noviembre de 2016.

/mgp



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 **ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO PARA CREAR UN ÁREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS**, presentado por el estudiante universitario **Luis Pedro López Rodas**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

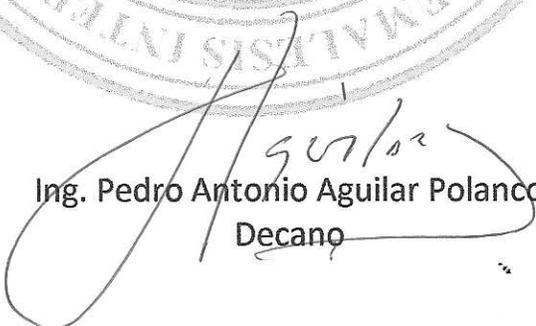


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 190.2017

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: **ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO PARA CREAR UN ÁREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Pedro López Rodas**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, abril de 2017

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por haberme guiado por el buen camino, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

### **Mis padres**

Por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

### **Mis hermanos**

Por estar siempre presentes, acompañándome y animándome.

### **Mi familia**

Por su alegría, comprensión, solidaridad y generosidad. Me siento dichoso de poder compartir este logro con ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por haberme dado la oportunidad de escalar un peldaño más en el campo del conocimiento.

**Facultad de Ingeniería**

Por haberme permitido formarme dentro de sus salones de clase, viviendo buenos y difíciles momentos que la carrera conlleva y por crear en mí el amor a mi carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XIII
1. ESTUDIO DE MERCADO .....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Ubicación .....	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Misión .....	2
1.1.5. Valores .....	3
1.1.6. Organigrama y organización.....	3
1.2. Variabilidad de un proceso .....	4
1.2.1. Causa asignable .....	5
1.2.2. Causa no asignable .....	5
1.3. Control estadístico .....	6
1.3.1. Gráficos de control.....	6
1.3.2. Registros estadísticos.....	8
1.3.3. Ajuste a nuevas variables/productos .....	9
1.4. Variabilidad.....	9
1.4.1. Causas, efectos y soluciones .....	10
1.4.2. Historial de variabilidad.....	11

1.5.	Herramientas básicas para el control estadístico .....	11
1.5.1.	Plantillas de recogida de información .....	12
1.5.2.	Histogramas .....	12
1.5.3.	Diagrama Pareto .....	13
1.5.4.	Diagrama causa – efecto.....	14
1.6.	Envasado de bebidas.....	14
1.6.1.	Proceso .....	15
1.6.2.	Calidad .....	16
1.6.3.	Especificaciones técnicas finales del producto.....	17
2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL LABORATORIO.....	19
2.1.	Distribución actual del laboratorio .....	19
2.1.1.	Distribución y ubicación.....	19
2.2.	Descripción del proceso de aseguramiento de líneas carbonatadas y no carbonatadas .....	20
2.2.1.	Descripción del proceso de calidad de líneas carbonatadas.....	20
2.2.2.	Descripción del proceso de calidad de líneas no carbonatadas.....	21
2.3.	Análisis de laboratorios .....	22
2.3.1.	Análisis de acidez.....	22
2.3.2.	Análisis de sales minerales .....	23
2.3.3.	Concentración de soda cáustica .....	24
2.4.	Movimientos del flujo del personal y de muestras en planta .....	25
2.4.1.	Flujo de personal.....	25
2.4.2.	Flujo de muestras.....	25
2.4.3.	Análisis de tiempos .....	26

3.	SITUACIÓN PROPUESTA DEL NUEVO LABORATORIO .....	28
3.1.	Distribución propuesta del nuevo laboratorio.....	28
3.1.1.	Distribución y ubicación propuesta .....	28
3.1.2.	Construcción del laboratorio .....	29
3.2.	Descripción del proceso de aseguramiento de líneas carbonatadas y no carbonatadas .....	30
3.3.	Análisis de laboratorios.....	31
3.3.1.	Análisis de acidez .....	31
3.3.2.	Análisis de sales minerales.....	32
3.3.3.	Concentración de soda cáustica.....	32
3.4.	Movimientos del flujo del personal y de muestras en planta....	33
3.4.1.	Flujo de personal .....	33
3.4.2.	Flujo de muestras .....	33
3.4.3.	Análisis de tiempos.....	34
3.5.	Análisis de incidentes en el flujo del personal y muestras del laboratorio.....	34
3.6.	Resultados de productividad luego de la construcción del laboratorio.....	35
3.6.1.	Resultados de productividad de personal.....	35
3.6.2.	Análisis de productividad proceso .....	35
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	37
4.1.	Mejoramiento de la productividad.....	37
4.1.1.	Programa.....	37
4.1.2.	Tiempos de implementación .....	38
4.2.	Identificar las causas de los problemas .....	39
4.2.1.	Determinar las actividades críticas .....	39
4.2.2.	Verificación de cumplimiento de especificaciones del equipo .....	40

4.3.	Capacitación de usuarios al sistema .....	40
4.3.1.	Manejo de programa informático .....	43
4.3.2.	Manejo de materiales y equipo.....	43
4.4.	Evaluación del sistema.....	44
4.4.1.	Evaluación organizacional.....	44
4.4.2.	Impacto organizacional.....	45
5.	MEJORA CONTINUA .....	47
5.1.	Control de cambios planeados .....	47
5.1.1.	Exposición oportuna de resultados .....	47
5.1.2.	Reducción de tiempos.....	49
5.2.	Medida de los beneficios planeados .....	49
5.2.1.	Estadísticas .....	50
5.2.2.	Resultados .....	50
5.2.3.	Ventajas y desventajas.....	54
5.2.4.	Comparativa con situación anterior .....	54
5.3.	Estrategias de mejora .....	55
5.3.1.	Ejecución.....	55
5.4.	Auditorías .....	56
5.4.1.	Internas .....	57
5.4.2.	Externas .....	57
	CONCLUSIONES.....	59
	RECOMENDACIONES .....	61
	BIBLIOGRAFÍA.....	63

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	2
2.	Organigrama de le empresa.....	3
3.	Gráfico de control.....	7
4.	Histograma.....	13
5.	Diagrama Pareto .....	13
6.	Diagrama causa – efecto .....	14
7.	Distribución actual del laboratorio .....	19
8.	Distribución de equipo en el nuevo laboratorio .....	28
9.	Medidas para la distribución de equipo en el laboratorio .....	29
10.	Programa de trabajo.....	38

### TABLAS

I.	Cuadro comparativo de las causas de variabilidad .....	10
II.	Requisitos fisicoquímicos de las aguas gaseosas con sabor.....	18
III.	Requisitos fisicoquímicos de las bebidas carbonatadas .....	21
IV.	Relación entre eficiencia y eficacia .....	46
V.	Inversión inicial.....	51
VI.	Costo por análisis.....	52
VII.	Costo por análisis en laboratorio externo .....	52
VIII.	Comparación de costos semanales .....	53
IX.	Otros costos para la implementación del laboratorio .....	53



## GLOSARIO

<b>Alcalinidad</b>	Cualidad de los hidróxidos metálicos, solubles en agua y que se comportan como base fuerte.
<b>Calidad</b>	Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.
<b>Evaluación</b>	Proceso utilizado para verificar y medir el impacto de otros procesos con base al cumplimiento de objetivos preestablecidos y las características de los productos.
<b>Grados Brix</b>	Es una medición de los sólidos solubles disueltos, presentes en una solución azucarada, medidos en grados por un refractómetro automático digital o por un refractómetro óptico con lámpara externa.
<b>Higroscopio</b>	Instrumento utilizado para determinar la humedad relativa del aire.
<b>Mejora continua</b>	Actitud y disciplina que resulta del concepto que todo se puede mejorar y ese trabajo no termina.
<b>Parámetro</b>	Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación.

<b>PDCA</b>	Acrónimo en inglés de <i>Plan – Do – Check – Act</i> para la rueda constante de actividades que llevan hacia la mejora continua.
<b>PET</b>	Siglas del tereftalato de polietileno; es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo.
<b>Prefactibilidad</b>	Cualidad que se le da a la evaluación de un proyecto para determinar si factible la implementación del mismo.
<b>Titulación</b>	Método en el cual, agregando un volumen de solución estandarizada a una solución de concentración desconocida, se determina la concentración del componente de interés en la solución que se esté trabajando.
<b>Torque</b>	Es el efecto giratorio que produce una fuerza aplicada a un cuerpo provisto de un eje.
<b>Valor de salvamento</b>	Cantidad de dinero que se obtiene al vender o canjear un activo fijo, luego de que se ha cumplido el tiempo de vida útil estimado para el mismo.

## RESUMEN

El control de la calidad en la industria de bebidas carbonatadas es un aspecto fundamental. Contar con instructivos validados y actualizados, instalaciones adecuadas y personal capacitado y consciente, son los principales requisitos para elaborar un producto que cumpla con los más altos estándares de calidad, tomando en cuenta la satisfacción del cliente.

A raíz de esto, la planta de producción de refrescos carbonatados de la Ciudad de Guatemala, pretende implementar un laboratorio de análisis fisicoquímicos en el que los operadores de la máquina que se encarga de mezclar el jarabe terminado, con agua y dióxido de carbono, puedan realizar los análisis pertinentes lo más cerca posible de las líneas de embotellado. La implementación no sólo busca reducir la distancia recorrida y optimizar el tiempo de obtención de resultados, sino que permitirá que, aun cuando existan mayores niveles de producción, los resultados obtenidos sean confiables.

Antes de la implementación, fue necesario realizar un estudio de prefactibilidad en el que, a través del estudio de mercado, técnico y financiero, se determinó la viabilidad financieramente de dicha implementación. El estudio de mercado demostró que el tipo de análisis y la periodicidad dependen del producto y de la línea de embotellado; cabe mencionar que la capacidad máxima de producción es de 138 horas en 6. Por otro lado, el estudio técnico permitió obtener las cotizaciones del equipo, cristalería y utensilios que se necesitan, además de proponer una distribución de análisis en las instalaciones del laboratorio. Por último, el estudio financiero demostró que sí es viable la implementación del laboratorio, dando una razón beneficio/costo de 2,81.

El aseguramiento de calidad es esencial para el desarrollo de los sistemas y está relacionado con la filosofía y el sistema de un enfoque de calidad; para lograrse debe existir el compromiso y soporte total de la dirección, de igual forma se necesita involucrar a todo el personal de la empresa para alcanzar los objetivos planteados del mismo.

# OBJETIVOS

## General

Realizar un estudio e implementación de un proyecto para crear un área de aseguramiento de calidad para productos fisicoquímicos en la planta de producción de una fábrica de bebidas carbonatadas.

## Específicos

1. Proponer el diseño y distribución del laboratorio dentro de las instalaciones del salón de embotellado.
2. Determinar los análisis a realizar por cada línea de embotellado de bebidas carbonatadas en el laboratorio y la capacidad de análisis necesaria, mediante un diagnóstico en la planta de producción.
3. Establecer el costo de inversión, el costo de utilización del laboratorio y la viabilidad financiera del proyecto, mediante un análisis beneficio/costo.
4. Obtener los lineamientos de operación y utilización del laboratorio y las cotizaciones del equipo e instrumentos necesarios para implementar el laboratorio a través de un estudio técnico.
5. Establecer el impacto en productividad, esto en consecuencia de la reducción en tiempo y distancia de traslado al tener el nuevo laboratorio.

6. Establecer la mejora específica de la calidad por línea de producción, por la implementación de un laboratorio en un punto estratégico en el área de producción.
  
7. Reducir los incidentes lo cual beneficiará las estadísticas del programa de seguridad industrial, debido a la reducción de tiempo en ruta de movimiento en la planta hacia el laboratorio anterior.

## INTRODUCCIÓN

El mercado de bebidas carbonatadas es un mercado activo de constante crecimiento, tanto en cantidad, como en calidad y variedad. Se hace importante ante tal fenómeno, garantizar siempre que estos productos cumplan con todos los requisitos de calidad. En la planta de producción de refrescos carbonatados de la ciudad de Guatemala que constituye el centro de atención del presente proyecto, se hace necesario implementar un laboratorio de análisis fisicoquímicos en el cual, a través de diferentes pruebas, se determinen los parámetros de calidad que aseguren que el producto cumple con los estándares demandados.

El personal de calidad es el encargado de llegar a la planta de producción cada cierto tiempo y tomar muestras del producto para realizarle los análisis necesarios que aseguren que el producto cumple con los estándares de calidad. De la misma manera, los operadores de la máquina mezcladora de cada línea de embotellado de refrescos, son los responsables de realizar algunos análisis de calidad en el producto, como: grado Brix, medición de torque, contenido de dióxido de carbono, análisis de acidez, análisis de sales minerales y determinación de soda cáustica. Los operadores encargados de los tanques de soda cáustica son los responsables de determinar la concentración en los tanques de lavado.

Se realizó en el presente proyecto, un estudio para implementar un área de aseguramiento de calidad en una industria de bebidas. Los estudios de mercado, técnico y financiero, utilizan la información recopilada para determinar mediante análisis beneficio/costo la viabilidad financiera del proyecto.



# **1. ESTUDIO DE MERCADO**

## **1.1. La empresa**

The Central America Bottling Corporation –cbc– es una corporación fundada 1 885 con operaciones en Centroamérica, el Caribe y Sudamérica. Los socios estratégicos son PepsiCo, ambev y Livsmart.

### **1.1.1. Historia**

Enrique Castillo Córdoba, junto con dos familiares, fundó la “fábrica de bebidas La Centroamericana”, la cual, años después, se conocería como Embotelladora La Mariposa. En 1941 se convierte en embotelladora exclusiva de PepsiCo. En 1990 se hacen acreedores del Latin American Bottler of the Year Award por primera vez y de nuevo en 1993, 2000 y 2002. Gracias al nombramiento por parte de Pepsico como embotellador ancla para Centroamérica en 1996, expande sus operaciones a Nicaragua, El Salvador y Honduras. La expansión continuó en el 2000, al establecerse la Embotelladora del Sur, destinada a incrementar la capacidad de –cbc– en Guatemala, y en el 2001 con la adquisición de los derechos de distribución en el territorio de El Salvador.

El alcance de la compañía se ha ampliado en los últimos años. Otras ramas se han unido al negocio tradicional de bebidas carbonatadas, en respuesta a la tendencia mundial de tener compañías con un amplio portafolio de bebidas, compitiendo por mercados cada vez más grandes.

### 1.1.2. Ubicación

La empresa está ubicada en la 43 calle 1-10 zona 12, Col. Monte María I

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: Google maps. Consulta: mayo 2016.

### 1.1.3. Visión

Ser la mejor compañía de bebidas de las Américas, creando valor sostenible, ofreciendo a los consumidores las mejores experiencias con nuestras marcas y contribuyendo a un mundo mejor.

### 1.1.4. Misión

Somos gente competitiva que crea relaciones sólidas con nuestros clientes y consumidores a través de las mejores propuestas de valor.

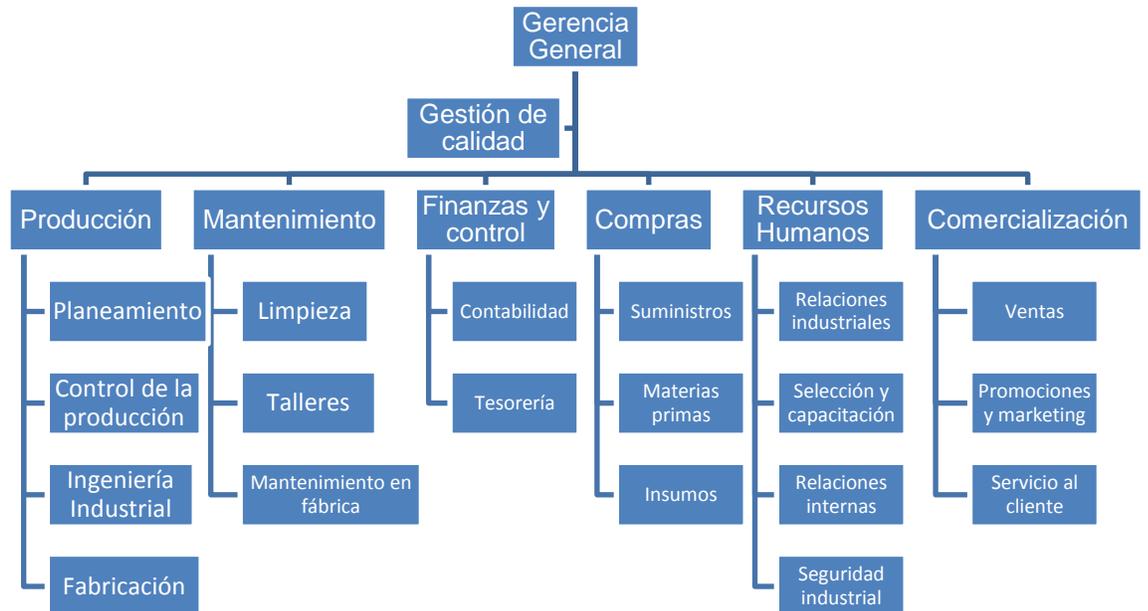
### 1.1.5. Valores

Los valores que practican todos los trabajadores de la empresa son:

- Soñamos en grande
- Somos dueños
- Gente excelente
- Integridad
- Gestión
- Nos apasiona lo que hacemos

### 1.1.6. Organigrama y organización

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: empresa en estudio.

La organización de una empresa corresponde a una función administrativa que comprende la organización, estructuración e integración de las unidades orgánicas y los recursos (materiales, financieros, humanos y tecnológicos) de una empresa, así como el establecimiento de sus atribuciones y las relaciones entre estos.

La organización es la segunda función administrativa, después de la planeación y antes de la dirección y el control. Esta permite una mejor asignación y un uso más eficiente de los recursos de la empresa, necesarios para llevar a cabo las actividades y tareas necesarias, a su vez para desarrollar y aplicar las estrategias y alcanzar los objetivos establecidos en la planeación; pero además permite una mejor coordinación entre las diferentes unidades orgánicas de la empresa, y un mejor control del desempeño del personal, así como de los resultados.

## **1.2. Variabilidad de un proceso**

Está conformada por los cambios inevitables o imperceptibles que modifican el proceso y afectan al producto que se produce o al servicio que se ofrece. El principio de variabilidad afirma que, en un proceso de producción, a pesar de que en este proceso se lleve a cabo la misma operación, el mismo método de trabajo, la misma herramienta, la misma maquinaria e inclusive el mismo operador, nunca existirán dos artículos iguales. Esto debido a las causas de variabilidad: especiales y comunes; en general se acepta que el 85 % de la variación es originada por causas comunes y el 15 % por causas especiales. La variabilidad es requerida para modificar el proceso cuando se desea obtener resultados distintos ya sea para mejorar o corregir un proceso que requiera ajuste.

### **1.2.1. Causa asignable**

También conocida como causa especial, se refiere a cualquier factor o factores que causan variación en relación con una operación específica o en un momento particular en el tiempo. Solo si todas las causas especiales de variación son identificadas y corregidas, ellas continuarán afectando la salida del proceso de una manera impredecible. Si hay causas especiales de variación, la salida del proceso no es estable a través del tiempo y, por supuesto, tampoco es predecible. Cuando en el proceso existen causas especiales de variación, la distribución del proceso toma cualquier forma y es por lo tanto impredecible.

### **1.2.2. Causa no asignable**

También conocidas como causas comunes, se entienden aquellas fuentes de variación en un proceso que están bajo control estadístico. Esto significa que todas las mediciones se encuentran dentro de los límites de variación normal. Aun cuando los valores individualmente medidos son todos diferentes, como grupo, ellos tienden a formar un patrón que puede describirse como una distribución. Cuando en un sistema sólo existen causas comunes de variación, el proceso forma una distribución que es estable a través del tiempo y además predecible.

Conocer que un sistema solo está variando por causas comunes es normalmente simple a través de técnicas estadísticas. Sin embargo, identificar esas causas requiere un análisis más detallado por parte de quienes operan el sistema. La solución o eliminación de estas causas comunes normalmente requiere la intervención de la gerencia para tomar acciones sobre el sistema o

proceso como un todo, ya que las variaciones comunes son propias o inherentes a cada proceso.

### **1.3. Control estadístico**

El control estadístico de procesos o CEP es una herramienta estadística que se utiliza en el puesto de trabajo para conseguir el producto adecuado y a la primera. Cuando el proceso trabaja afectado solamente por un sistema constante de variables aleatorias no controlables (causas no asignables) se dice que está funcionando bajo Control Estadístico. Cuando, además de las causas no asignables, aparece una o varias causas asignables, se dice que el proceso está fuera de control. El objetivo fundamental del CEP es detectar rápidamente la presencia de “causas asignables” para emprender acciones correctoras que eviten la fabricación de productos defectuosos.

#### **1.3.1. Gráficos de control**

Los gráficos de control constituyen el procedimiento básico del CEP, con dicho procedimiento se pretende cubrir los siguientes objetivos:

- Seguimiento y vigilancia del proceso
- Reducción de la variación
- Menor costo por unidad

Los gráficos de control o cartas de control son una importante herramienta utilizada en control de calidad de procesos. Básicamente, una Carta de Control es un gráfico en el cual se representan los valores de algún tipo de medición realizada durante el funcionamiento de un proceso continuo y que sirve para controlar dicho proceso.

Existen dos tipos de gráficos de control, por variables y por atributos. La siguiente figura muestra un típico gráfico de control.

Figura 3. **Gráfico de control**



Fuente: <http://calibettyescobar2.weebly.com/122-ishikawa.html>. Consulta: junio 2016.

- Gráficos de control por variables

Los gráficos de control por variables permiten estudiar la calidad de características numéricas. Proporcionan más información que los gráficos de control por atributos sobre el rendimiento del proceso y permiten procedimientos de control más eficaces. En particular, se obtiene más información sobre las causas que producen una situación fuera de control. Asimismo detectan mejor pequeñas variaciones del proceso. Los gráficos más usuales son los que controlan el valor medio y la variabilidad del proceso. Es decir, para el control de la variabilidad del proceso, se encuentran los gráficos del rango, la desviación típica y la varianza. A partir de estos se obtiene una estimación de los parámetros del proceso, así como una aproximación de su capacidad o rendimiento.

- Gráficos de control por atributos

Cuando no es fácil medir un producto o una parte, o cuando la calidad se puede obtener como un atributo conforme o no con algunas especificaciones de calidad, se puede usar un gráfico de control por atributos.

Se define defecto como cualquier característica individual que no esté de acuerdo con los requisitos de calidad establecidos. Por otro lado, defectuoso se refiere a cualquier unidad que tiene uno o más defectos. Por lo tanto, se acepta o se rechaza un lote con base a las unidades defectuosas encontradas en el mismo; una vez establecido el criterio de aceptación, el lote se acepta si las unidades defectuosas son menores a este o se rechaza si las unidades defectuosas son mayores a este criterio.

Los tipos de gráficos de control por atributos son:

- Gráfico  $p$  o de fracción de unidades defectuosas
- Gráfico  $np$  o de número de unidades defectuosas por muestra
- Gráfico  $c$  o de número de defectos por muestra
- Gráfico  $U$  o de número de defectos por unidad

### **1.3.2. Registros estadísticos**

Un sistema de registros estadísticos está compuesto de un conjunto de partes diferentes: registros, llaves, variables estandarizadas, herramientas de tecnologías de la información, y políticas para la confiabilidad estadística y la protección de la privacidad.

Los registros básicos tienen como rol definir los objetos del sistema y mantener una buena cobertura de los mismos. Contienen los códigos y variables de identificación de cada persona. Por otro lado, las variables de

interés se encuentran contenidas en los demás registros estadísticos. La mayor parte de registros estadísticos son conformados a partir del empleo de datos administrativos de diferentes fuentes proveedoras de información. Estos registros resultan útiles para la toma de decisiones.

### **1.3.3. Ajuste a nuevas variables/productos**

El hecho que existan buenas oportunidades en el mercado para un producto nuevo o reposicionado, no significa necesariamente que la empresa deba lanzarse a su fabricación y comercialización. Entre las variables que deben considerar cuando se evalúa el ajuste del producto a la empresa están:

- La tecnología disponible.
- Los recursos financieros.
- La capacidad de producción y los recursos productivos y logísticos.
- El tamaño de la fuerza laboral.
- Las posibilidades de utilización de la fuerza de ventas y de los actuales canales de distribución.
- Las necesidades y el comportamiento de los clientes.
- El impacto en la posición de mercado de otros productos.
- La consistencia con la imagen actual de la organización.
- La estacionalidad de la demanda en los productos actuales.

### **1.4. Variabilidad**

El problema encontrado es que se acepta los obstáculos y dificultades relacionados con la variabilidad, pero no existe interés en estudiar la razón de ese inconveniente ni cómo medir esa variabilidad.

### 1.4.1. Causas, efectos y soluciones

Los factores comunes que afectan la variabilidad son conocidos como las 5m's: materia prima, materiales, métodos, medio ambiente y mano de obra. Ya sea uno o la combinación de varios factores, da origen a causas asignables o no asignables que se pueden observar en la variabilidad del proceso.

Los usos y aplicaciones que se le pueden dar a la variabilidad son meramente productivos. No basta con solo mejorar el proceso, pues eso no garantiza que el producto será mejor, sino que se debe implementar un sistema de control de la variabilidad que permita obtener resultados positivos en el producto. La calidad de un producto depende mucho de la variabilidad. Se establecen límites de variabilidad para evitar defectos o diferencias entre una unidad y otra.

Tabla I. Cuadro comparativo de las causas de variabilidad

Causas Comunes	Causas Especiales
<ul style="list-style-type: none"><li>• Muchas causas individuales</li><li>• Dan lugar a pequeñas variaciones</li><li>• No es económica su eliminación y de difícil reducción sus efectos</li><li>• Lo común es parte del sistema</li><li>• Causas difíciles de detectar</li><li>• Predecible en el tiempo</li><li>• Inherentes al proceso</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Una sola causa individual</li><li>• Da lugar a importantes variaciones</li><li>• Sus efectos desaparecen al eliminar la causa</li><li>• Inusuales, no son parte del sistema</li><li>• Pocas en número, importantes</li><li>• Fáciles de detectar</li><li>• Impredecible</li><li>• Evento específico</li></ul>

Fuente: VILAR BARRIO, José Francisco. *Control estadístico de los procesos*. p. 324.

#### **1.4.2. Historial de variabilidad**

En la práctica, existen siempre variaciones en las entradas de un proceso y, por lo tanto, existen variaciones entre las características de las distintas unidades de producto obtenidas como salida del proceso.

Un hecho importante que justifica la gran utilidad de la estadística en el estudio de la variabilidad, consiste en que, si se mantiene constante el sistema de causas que producen variabilidad en las entradas, las frecuencias con que se observan los distintos valores de la variable en estudio tienden a estabilizarse en forma de una distribución predecible. Según cuales sean las características de una causa variabilidad, su eliminación del proceso o, por lo menos la reducción de sus efectos, corresponderá a distintos niveles de autoridad y responsabilidad dentro de la organización.

#### **1.5. Herramientas básicas para el control estadístico**

En los procesos de producción se generan grandes volúmenes de información cuantitativa y cualitativa a través de la cual se pueden controlar los costos, la producción y la calidad, es decir, lo que significa el control de gestión administrativa de la organización. La recopilación, presentación y análisis de este flujo de información permite a la gerencia conocer los resultados y establecer controles y, así mismo, comparar los resultados obtenidos con lo deseado, pudiendo establecer acciones correctivas cuando se observen discrepancias significativas entre ellos.

La estadística es una ciencia que está estrechamente relacionada con la toma de decisiones de la gerencia ya que con la ayuda de herramientas visuales presenta una tendencia en el comportamiento del área de estudio.

### **1.5.1. Plantillas de recogida de información**

Para realizar una primera aproximación de las características de un producto, es importante contar con alguna herramienta que incida en los puntos básicos que es necesario observar. Esta plantilla es un instrumento de investigación en donde se recoge la información necesaria relacionada con las variables del estudio.

Se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos:

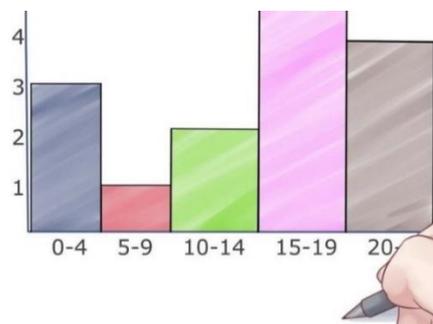
- Tratamiento. Es necesario trasladar la información a una tabla que permita manejar los datos adecuadamente.
- Análisis. En función de las características de la investigación se realizan una serie de estudios estadísticos u otros, que proporcionan los resultados de la investigación.
- Interpretación. Para ello es necesario comparar los resultados obtenidos con los de trabajos previos o resultados deseados, de forma fundamentada y justificando, tanto las coincidencias como las divergencias entre los mismos.
- Valoración de los datos. Consiste en evaluar los datos obtenidos para saber si son válidos o no, y comprobar si las hipótesis planteadas inicialmente se confirman o no.

### **1.5.2. Histogramas**

Un histograma es un gráfico de barras que representa la distribución de frecuencias de un conjunto de datos. Este gráfico permite observar alrededor de qué valor se agrupan las mediciones y cuál es la dispersión alrededor de este valor. La utilidad en función del control de calidad que presta esta

representación radica en la posibilidad de visualizar rápidamente información aparentemente oculta en un tabulado inicial de datos.

Figura 4. **Histograma**

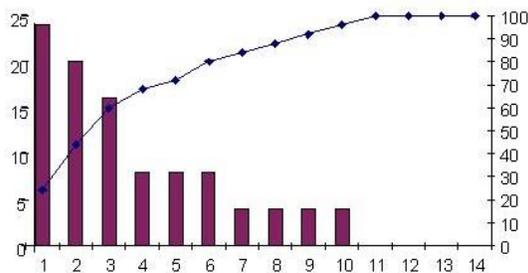


Fuente: <http://es.wikihow.com/dibujar-un-histograma>. Consulta: junio 2016.

### 1.5.3. **Diagrama Pareto**

Se conoce como un método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema y las que lo son menos. El principio de Pareto afirma que “el 20 % de los tipos de defectos, representan el 80 % de las inconformidades”.

Figura 5. **Diagrama Pareto**



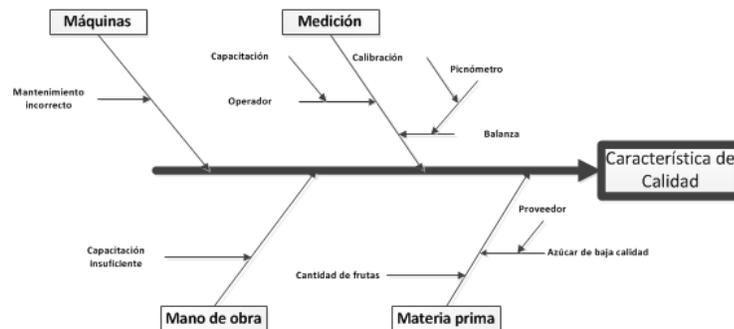
Fuente: <http://www.keyword-suggestions.com/ZGIhZ3JhbWEgZGUgcGFyZXRv/>.

Consulta: junio 2016.

#### 1.5.4. Diagrama causa – efecto

La variabilidad de una característica de calidad es un efecto o consecuencia de múltiples causas, por ello, al observar alguna inconformidad con alguna característica de calidad de un producto o servicio, es sumamente importante detallar las posibles causas de la inconsistencia. La herramienta de análisis más utilizada son los llamados diagramas de causa - efecto, conocidos también como diagramas de espina de pescado o diagramas de Ishikawa.

Figura 6. Diagrama causa – efecto



Fuente: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial>.

Consulta: julio 2016.

#### 1.6. Envasado de bebidas

El proceso productivo para una bebida gaseosa inicia con la obtención de agua que luego pasa por procesos de purificación, filtrado de arena y filtrado en carbón activado; es mezclada con azúcar para obtener el jarabe simple al que posteriormente se le agregarán preservantes, concentrados, entre otros, y luego enfriarlo, mezclarlo con agua y CO<sub>2</sub> y finalmente ser embotellado.

### **1.6.1. Proceso**

El jarabe terminado es enviado mediante tuberías de acero inoxidable al área de embotellado. El jarabe llega a la máquina mezcladora, la cual toma un volumen determinado de jarabe terminado frío, un volumen de agua pura y un volumen de dióxido de carbono y los mezcla hasta obtener el producto terminado listo para envasarse. La proporción de los volúmenes está sujeta a la formulación del producto.

En el caso de los envases de plástico o envases PET como se le conoce comúnmente, están colocados en una máquina posicionadora. Esta última se encarga de enfilarlos, colocarlos a todos con la boquilla hacia arriba y enviarlos al transportador aéreo que los envía a la máquina etiquetadora; en esta máquina se les coloca la etiqueta distintiva de la marca y sabor. Los envases ya etiquetados se envían a la máquina que se encarga de lavarlos por dentro y por fuera, con una solución de cloro que garantice que están libres de microorganismos patógenos.

Los envases limpios se envían a la máquina llenadora, la cual toma el producto terminado que le envía la máquina mezcladora y lo introduce en las botellas, según el volumen de la presentación que se esté trabajando, inmediatamente se le coloca su tapa rosca, la cual previamente ha sido desinfectada.

El producto ya envasado se envía mediante bandas transportadoras a la máquina que se encarga de formar paquetes o cajas de envases, que pueden ser entre 6, 12 y 24 unidades, dependiendo el volumen del envase. Las cajas ya formadas se envían a una máquina que las ordena y coloca sobre paletas de madera o de plástico y que luego se envían a la bodega mediante carros monta

cargas. Estas paletas pueden contener entre 60 y 80 cajas según el volumen del envase y se utilizan para facilitar el traslado de la bodega a los camiones repartidores, que se encargarán de llevar el producto hasta los puntos de venta.

### **1.6.2. Calidad**

La manifestación más clara de la calidad está en la fiabilidad de un producto, que quiere decir que el producto trabaja y rinde en el cometido para el que ha sido vendido. La calidad se debe comprobar antes de suministrar el producto al mercado y, los mejores momentos para comprobarla, están durante el diseño, la especificación y en el ciclo de la fabricación.

El procedimiento de control de la calidad afirma que si la prueba del producto forma parte integral de cada etapa de la producción, el tiempo de la producción puede que aumente, pero se evitarán los problemas posteriores en el mercado. Alcanzar la calidad requiere un ambiente donde la identificación de errores se considera algo bueno.

Durante todo el proceso de embotellado, debe llevarse diversos controles de calidad que permitan conocer desde la calidad del lavado del envase hasta la apariencia y conservación del producto final. En este proceso existen diversos controles de calidad, rendimientos y capacidad del proceso; de esta manera se identifican las causas de los efectos negativos ocurridos en un período determinado en el proceso productivo. Cabe mencionar que se realizan ciertas pruebas como parte del sistema de control de calidad.

- Pruebas del producto: densidad del jarabe y carbonatación.
- Pruebas del agua: sabor y olor, turbidez, algas y protozoo, alcalinidad y dureza total.

- Lavado de envases: causticidad, residuo de detergente, temperatura de soluciones, suciedad y mohos.
- Pruebas bacteriológicas en la sala de embotellado.

La calidad tiene su recompensa en términos de ventas crecientes a largo plazo. La mano de obra que se utiliza en el proceso de fabricación puede contribuir en mejorar la calidad del producto. En otras palabras, la mano de obra sabe cómo analizar problemas, cómo presentar soluciones, cómo evaluar y poner el cambio en ejecución. Esto no sólo desarrolla el talento, también estimula el interés. El personal comienza identificar los problemas y a proponer, evaluar y elegir soluciones. Los problemas más grandes tienen soluciones más complejas, pero estas pueden surgir también de las sugerencias de la propia mano de obra.

La calidad dentro de una empresa es un factor importante que genera satisfacción a sus clientes, empleados y accionistas, y provee herramientas prácticas para una gestión integral. Actualmente es necesario cumplir con los estándares de calidad para poder competir en un mercado cada vez más exigente; para esto se debe buscar la mejora continua, la satisfacción de los clientes y la estandarización y control de los procesos.

### **1.6.3. Especificaciones técnicas finales del producto**

La gaseosa, con o sin sabor, deberá presentar el color, olor y sabor característico del producto; el sabor no deberá ser añejo, mohoso, ni fermentado (característica que denoten procesos defectuosos de fabricación se declaran no aptas para el consumo humano).

El producto final no deberá contener materias extrañas a su composición normal, tales como fragmentos metálicos, partícula de vidrio u otros sedimentos.

El producto final no deberá contener insectos o fragmentos de estos, huevos o larvas de insectos.

El agua mineral o soda deberá contener un mínimo de un volumen de gas absorbido en un volumen de agua. El volumen de gas, es el volumen dióxido de carbono que absorbe el agua a la presión atmosférica normal y a temperatura de 15,56 °C.

El agua gaseosa con sabor deberá cumplir con los requisitos especificados en la siguiente tabla.

Tabla II. **Requisitos fisicoquímicos de las aguas gaseosas con sabor**

<b>Características</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Porcentaje de sólidos solubles en sacarosa	8,0	15,0
Alcohol en porcentaje en volumen a 15.56 °C	0 %	0,5 %
CO <sub>2</sub> en volumen de gas absorbido por cada volumen de agua	1,0 volumen	5,0 volumen
Acidez expresada en gramos de ácido cítrico por cada 100 cm <sup>3</sup> de muestra	0,003	0,5
PH	2,4	4,5

Fuente: *Norma técnica de bebidas carbonatadas*. Consulta: agosto de 2016.

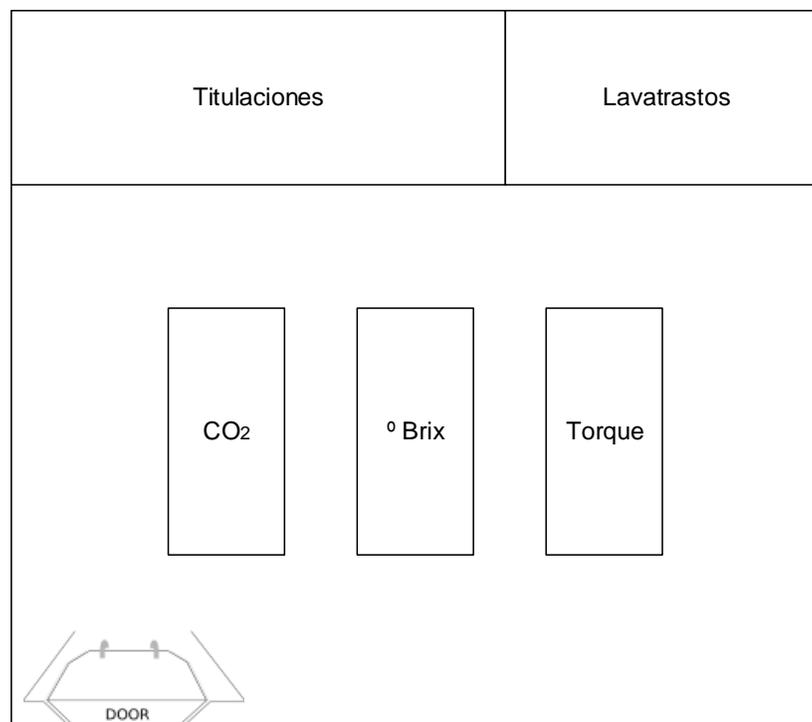
## 2. SITUACIÓN ACTUAL DEL LABORATORIO

### 2.1. Distribución actual del laboratorio

Cuando se hacen análisis se llevan dos muestras del producto terminado, un envase se utiliza para determinar el volumen de carbonatación, luego para medición de *Brix* y de acidez o sales minerales.

#### 2.1.1. Distribución y ubicación

Figura 7. Distribución actual del laboratorio



Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Descripción del proceso de aseguramiento de líneas carbonatadas y no carbonatadas**

Durante todo el proceso de embotellado se llevan diversos controles de calidad que permiten conocer, desde la calidad del lavado del envase, hasta la apariencia y conservación del producto final. En el proceso de embotellado de bebidas gaseosas, existen diversos controles de calidad, rendimientos y capacidad del proceso.

### **2.2.1. Descripción del proceso de calidad de líneas carbonatadas**

En el inicio del sistema de control de calidad se encuentran las pruebas del agua. Estas incluyen: sabor y olor, turbidez, algas y protozoo, levadura y mohos, alcalinidad y dureza total. Respecto al lavado de los envases, se tienen pruebas de causticidad, residuo de detergente, temperatura de soluciones y pruebas bacteriológicas.

En lo que se refiere a las pruebas de producto terminado está la densidad del jarabe y la carbonatación. La primera mide la densidad del azúcar en el jarabe; su determinación debe ser precisa para cumplir con las especificaciones. La segunda consiste en determinar el contenido y concentración de gas carbónico en la bebida, que debe estar con la correcta altura de llenado. Estas pruebas son muy importantes, por esto se debe calibrar y comprobar el buen funcionamiento de los equipos utilizados en su medición. Otros controles realizados al producto son: coronado o encapsulado hermético, apariencia, sabor y olor.

Tabla III. **Requisitos fisicoquímicos de las bebidas carbonatadas**

Parámetro	Valor	
	Mínimo	Máximo
Grados Brix (sólidos solubles)	-	15
Volumen de carbonatación	1	5
pH	2,3	3,5
Acidez titulable (ácido cítrico en % en fracción en masa)	-	0,5 %

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/50138302/NTC2740>. Consulta: julio de 2016.

### **2.2.2. Descripción del proceso de calidad de líneas no carbonatadas**

El propósito del control de calidad en una línea de bebidas no carbonatadas es ayudar a mantener uniformidad y alta calidad en el producto terminado, dentro de los límites establecidos y en todo momento. De esta forma, se debe prevenir el deterioro y contaminación del producto y hacer una evaluación cualitativa del mismo, una vez elaborado, tales como evaluaciones organolépticas, exámenes microscópicos de las muestras, pruebas químicas.

El agua debe cumplir con los rangos permisibles de las pruebas que se mencionaron en el punto anterior; el lavado y llenado del envase también debe cumplir con los requisitos. A continuación se enlistan algunas pruebas analíticas usadas comúnmente para evaluar el control de calidad:

- Determinación de PH
- Humedad
- Brix
- Acidez titulable
- Gelación
- Sólidos suspendidos

## 2.3. Análisis de laboratorios

Las pruebas que se realizan en el laboratorio como parte del sistema de control de calidad, tienen el fin de asegurar que los datos producidos por un determinado método analítico son científicamente válidos, defendibles ante terceras personas y tienen unas conocidas y aceptadas precisión y exactitud.

### 2.3.1. Análisis de acidez

Una solución ácida puede neutralizarse con otra básica, viceversa, parcial o totalmente. La neutralización total implica la pérdida de las propiedades ácido-base de la solución y se obtiene cuando se igualan las concentraciones de iones hidronio e hidroxilo.

En este punto, se pueden realizar los cálculos estequiométricos para determinar la cantidad de ácido presente en una solución desconocida, midiendo el volumen de base de una solución de concentración conocida. La utilización de un indicador adecuado permitirá señalar el punto final de la reacción.

Los cálculos químicos para esta reacción de neutralización se efectúan con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$V_{\text{ácido}} M_{\text{ácido}} n_{\text{ácido}} = V_{\text{base}} M_{\text{base}} n_{\text{base}}$$

En donde  $V$  representa el volumen de la solución  $M$  la concentración molar de dicha solución y  $n$  el número de protones cedidos aceptados.

En la prueba que se realiza en el laboratorio se utiliza como base la solución NaOH para valorar un ácido débil: ácido cítrico. Cabe destacar que la norma Coguanor ngo 34 154 indica que el máximo permisible de acidez es de 0,5.

### **2.3.2. Análisis de sales minerales**

Esta determinación se hace en bebidas tipo mineral, son obtenidas por la disolución de anhídrido carbónico en agua potable, que contienen sólidos minerales disueltos (que pueden ser cloruros, bicarbonatos y/o sulfatos) y que son sometidas a un proceso tecnológico apropiado.

La alcalinidad de una muestra de agua se refiere a su capacidad para reaccionar o neutralizar iones hidronio hasta un valor de pH igual a 4,5; es causada principalmente por bicarbonatos y carbonatos presentes en la bebida.

Para la titulación se emplea una solución estándar de un ácido mineral fuerte a los puntos sucesivos de equivalencia del bicarbonato y el ácido carbónico, esto es a un pH aproximado de 4,5 – 4,3. Los indicadores que normalmente se utilizan son el anaranjado de metilo o verde bromocresol.

La alcalinidad suele expresarse como la concentración equivalente de iones hidroxilo, en mg/L o como la cantidad equivalente de CaCO<sub>3</sub>, en mg/L. El agente titulante puede ser HCl o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de concentración 0,02 N, utilizando indicadores como fenolftaleína, cuando la muestra tiene un pH mayor a 8,3 o naranja de metilo, en caso contrario.

Para su determinación en el laboratorio, si bien se trabaja con una solución diluida de ácido sulfúrico, debe tenerse en cuenta que la misma es

corrosiva e irritante por contacto y tóxica por ingestión. Es recomendable la utilización de protección para los ojos.

### **2.3.3. Concentración de soda cáustica**

La soda cáustica es el nombre común que recibe el hidróxido de sodio. Es un producto higroscópico que atrapa la humedad del aire, igualmente absorbe al dióxido de carbono. Es una base fuerte muy reactiva, que puede reaccionar violentamente con numerosos compuestos.

Ciertos metales, como el zinc (Zn), aluminio (Al), estaño (Sn), cobre (Cu), plomo (Pb), bronce (aleación de Cu y Sn) y latón (aleación de Cu y Zn), son atacados por las soluciones acuosas de hidróxido de sodio, con desprendimiento de hidrógeno, altamente inflamable. Algunas clases de plásticos, cauchos y revestimientos pueden ser atacados también.

Debe almacenarse en locales frescos, bien ventilados, al resguardo de los rayos solares y apartado de sustancias oxidantes y de materiales combustibles. Los recipientes deben de estar cuidadosamente cerrados y debidamente etiquetados.

Para su manipulación se debe de instruir al personal sobre los riesgos que presenta esta sustancia, las precauciones y las medidas a tomar en caso de emergencia. Mantener en las proximidades de los lugares de trabajo, los aparatos de protección respiratoria y los equipos de protección adecuados para intervenciones de emergencias. Se debe evitar todo contacto con la piel y con los ojos y mantener los lugares de trabajo limpios.

La determinación del contenido de soda cáustica en solución puede determinarse por el método de titulación de neutralización, para ello se utiliza ácido clorhídrico (HCl) 1,0 N como agente titulante y se utiliza fenolftaleína como indicador.

## **2.4. Movimientos del flujo del personal y de muestras en planta**

La planta de producción está dividida en dos salones: en el primero se encuentran las líneas de embotellado de agua pura y en el segundo las líneas de embotellado de bebidas carbonatadas.

### **2.4.1. Flujo de personal**

El personal del departamento de Aseguramiento de la Calidad es el encargado de tomar muestras de producto terminado cada cierto tiempo a la planta de producción para realizarle los análisis necesarios que aseguren el cumplimiento de los estándares de calidad. De la misma forma, los operadores de la máquina mezcladora de cada línea de embotellado de refrescos, son los responsables de realizar algunos análisis de calidad en el producto, como: grado Brix, medición de torque, contenido de dióxido de carbono, análisis de acidez, análisis de sales minerales y determinación de soda cáustica. Los operadores encargados de los tanques de soda cáustica son los responsables de determinar la concentración en los tanques de lavado.

### **2.4.2. Flujo de muestras**

Existe en la planta un laboratorio de control de calidad, propiedad del departamento de Aseguramiento de Calidad y está situado en el salón de embotellado de agua pura. En el salón de embotellado de bebidas

carbonatadas no existe un laboratorio, por lo que los operadores de este salón deben ir al salón de agua pura y realizar los análisis correspondientes. En el caso de los análisis de concentración de soda cáustica, todos los días se envía al laboratorio central de Aseguramiento de Calidad una muestra de cada tanque, para que ellos realicen el análisis y envíen el resultado.

### **2.4.3. Análisis de tiempos**

La medición del trabajo determina el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según un procedimiento de ejecución preestablecido. Esta técnica se utiliza para comparar la eficiencia de varios métodos, repartir el trabajo dentro del proceso, determinar mediante diagramas actividades múltiples, obtener información sobre equipos y la mano de obra, presupuestos de ofertas, ventas y plazos de entrega, fijar normas sobre uso de maquinaria y desempeño de la mano de obra, fijar o mantener costos estándar, entre otros.

Las principales ventajas de medir el trabajo son las siguientes:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de recursos energéticos.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.
- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.
- Manejo integral de desperdicios y residuos dentro del proceso.

Los encargados de realizar las pruebas que forman parte del Sistema de Aseguramiento de Calidad, deben recorrer una distancia innecesaria de las líneas de embotellado de refrescos carbonatados hacia el laboratorio que se encuentra en el salón de agua pura o al laboratorio central. Cabe mencionar que existe el riesgo de una contaminación cruzada, además de la demora para ingresar las muestras al análisis respectivo.

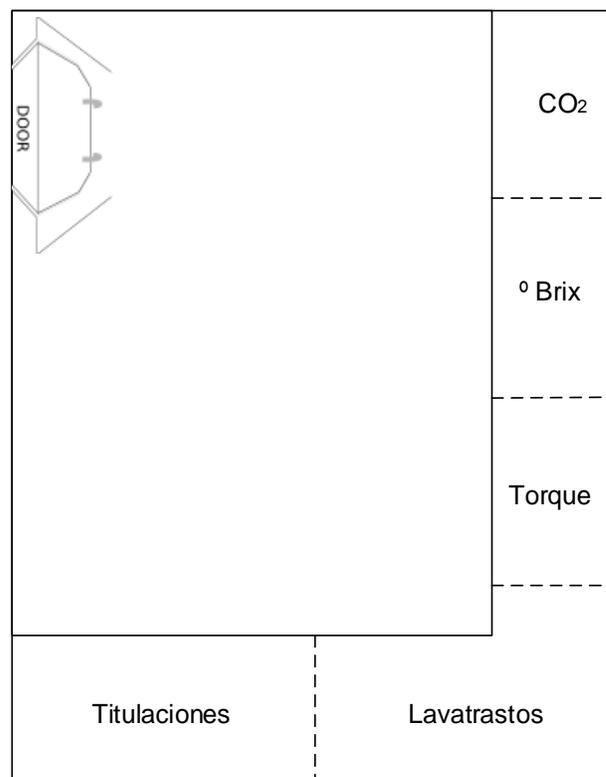
### 3. SITUACIÓN PROPUESTA DEL NUEVO LABORATORIO

#### 3.1. Distribución propuesta del nuevo laboratorio

El nuevo laboratorio se ubicará en el salón de las líneas de producción de refrescos carbonatados.

##### 3.1.1. Distribución y ubicación propuesta

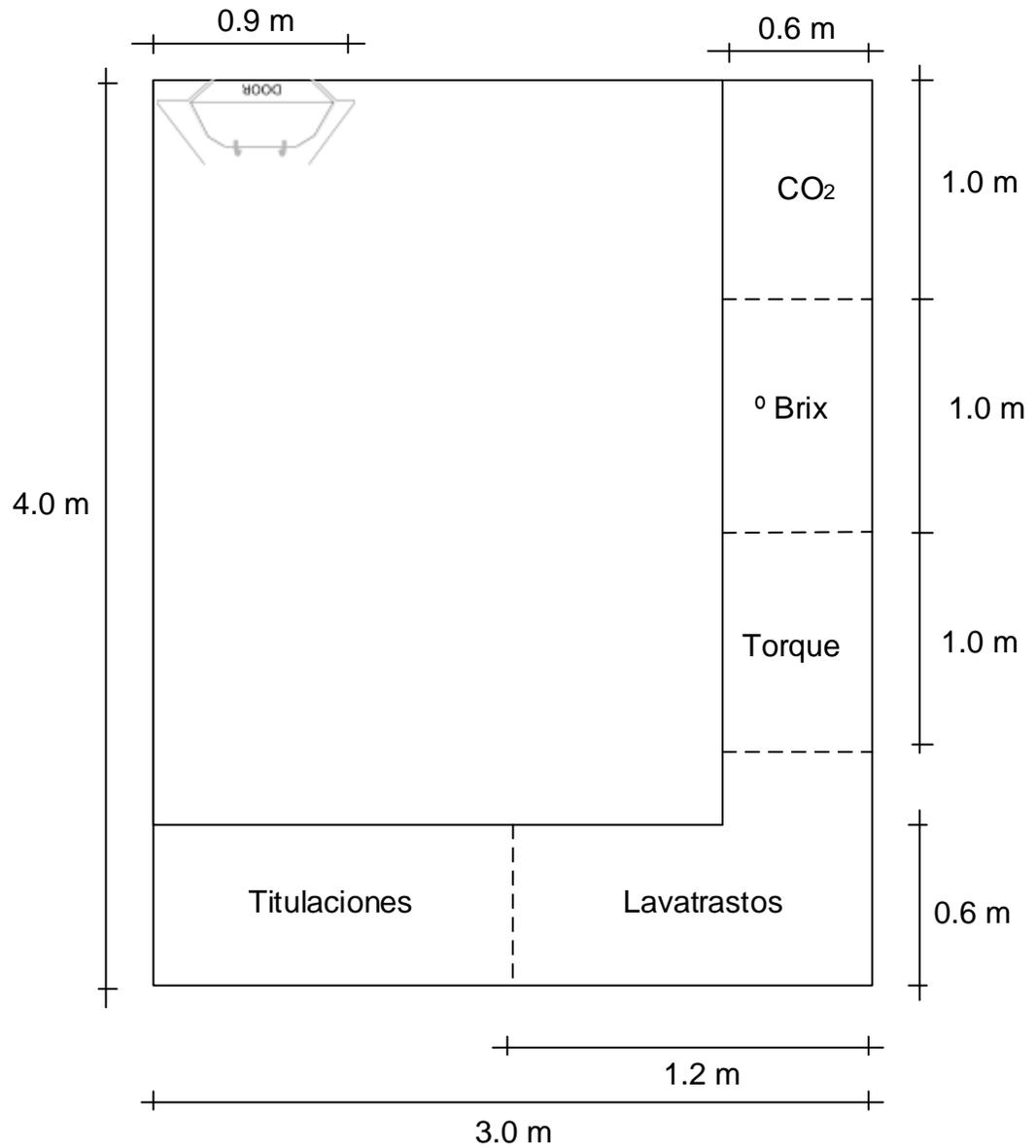
Figura 8. Distribución de equipo en el nuevo laboratorio



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2. Construcción del laboratorio

Figura 9. Medidas para la distribución de equipo en el laboratorio



Fuente: elaboración propia.

El área que se tiene destinada para el laboratorio es de 4 x 3 m, espacio suficiente para colocar las mesas, gabinetes y lavatrastos. El área cuenta con instalación eléctrica y paredes lisas. La colocación de curvas sanitarias en todos sus vértices tiene un valor de Q 410,00 por metro lineal, el costo incluye un epóxido antiácidos, antiálcalis y lavable. El valor total es de Q. 10 844,50 que incluye los vértices entre el techo y la pared, entre la pared y la mesa y entre la pared y el piso. La construcción de las mesas de trabajo, que contendrán bajo ellas los gabinetes para la colocación de cristalería, reactivos, documentos y utensilios necesarios en el laboratorio, tendrán una altura de 105 cm y un valor de Q 8 900,00.

### **3.2. Descripción del proceso de aseguramiento de líneas carbonatadas y no carbonatadas**

Actualmente se tiene una serie de inspecciones y pruebas que se realizan a diferentes materias primas, producto en proceso y producto terminado, las cuales se registran en hojas de control para tener una adecuada documentación.

Los documentos y los niveles en los que se debe elaborar e implantar el sistema de aseguramiento de calidad, son tres:

- *Nivel directivo:* manual de calidad, en el que se definen la política y los objetivos de calidad para cada requisito de la norma.
- *Nivel departamental:* procedimientos generales, que determinan los sistemas de organización entre departamentos, con sus respectivas responsabilidades.
- *Nivel operativo:* instrucciones de trabajo, en las que se detallan las instrucciones técnicas para realizar las tareas concretas, tanto

operativas como administrativas y los registros de calidad, que da la información para evidenciar la aplicación del sistema.

### **3.3. Análisis de laboratorios**

Dentro del concepto de calidad es necesario asegurarse a través de las mediciones de las variables, si se están cumpliendo con los requisitos determinados para el producto. Por lo tanto, en los laboratorios de ensayo se realizan estas mediciones, las cuales están sujetas a procesos de aseguramiento de la calidad.

#### **3.3.1. Análisis de acidez**

A continuación se presenta el procedimiento a realizar para el análisis de acidez en los refrescos carbonatados.

- Descarbonatar completamente un volumen de aproximadamente 150 ml de muestra por analizar.
- Transferir con una pipeta 25 ml de la muestra descarbonatada a un *beaker* de 250 ml y agregue 75 ml de agua desmineralizada.
- Colocar el *beaker* sobre el agitador magnético e introduzca la barra agitadora, póngalo a trabajar hasta que la muestra y el agua desmineralizada se encuentren completamente mezclados.
- Reducir a “0” la velocidad de agitación y sumergir el electrodo, teniendo precaución de que este no toque las paredes del *beaker*, ni la barra, aumente la velocidad gradualmente.
- Llenar la bureta automática llevándola a cero con NaOH 0,1 N.
- Titular la muestra lentamente con la solución de NaOH 0,1 N hasta obtener un pH de 8,3.

- Leer en la bureta los mililitros consumidos de NaOH 0,1 N. Sacar el electrodo de la muestra y lavarlo con agua desmineralizada.
- Multiplicar los mililitros consumidos de NaOH 0,1 N por el factor 0,25616 y expresar el resultado en g/L.

### 3.3.2. Análisis de sales minerales

A continuación se presenta el procedimiento a realizar para el análisis de sales minerales en los refrescos carbonatados.

- Transferir 50 ml de agua tratada con una pipeta volumétrica a un *beaker* de 250 ml.
- Titular con solución de ácido sulfúrico 0,02 N hasta obtener un pH de 4.3.
- Anotar los ml de titulante consumidos como "A".
- Descarbonatar la muestra.
- Transferir 50 ml de la muestra descarbonatada con una pipeta volumétrica a un *beaker* de 250 ml.
- Titular con la solución de ácido sulfúrico 0.02 N hasta llegar a un pH de 4,3.
- Anotar los ml de titulante consumidos como "B".

$$\text{Cálculo: } Mg/L \text{ bicarbonato de sodio} = 33,6 (B - A)$$

### 3.3.3. Concentración de soda caustica

A continuación se presenta el procedimiento a realizar para el obtener la concentración de soda cáustica en los refrescos carbonatados.

- Tomar en un *beaker* de 250 ml una muestra de 25 ml de soda cáustica del tanque en el que se desea conocer la concentración.

- Transferir con una pipeta 1 ml de soda cáustica a un erlenmeyer de 250 ml y agregué 3 gotas de indicador de fenolftaleína. Se tornará de un color rosado indicando la presencia de soda.
- Titular con una solución de HCl 0,1 N hasta que desaparezca el color rosado.
- Anotar los mililitros gastado de HCl 0,1 y multiplicarlos por 0,4 para obtener la concentración de soda cáustica en partes por millón.

### **3.4. Movimientos del flujo del personal y de muestras en planta**

#### **3.4.1. Flujo de personal**

La mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, tomando en cuenta la directa como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados, junto con otros factores, tales como iluminación, ventilación, temperatura, ruidos, entre otros. De igual forma habrá de estudiarse la cualificación y flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que habrán de realizar.

#### **3.4.2. Flujo de muestras**

Las muestras que correspondan a la línea de embotellado de bebidas carbonatadas, serán analizadas en el laboratorio que se propone crear. Se pretende conseguir que la circulación de las muestras sea fluida, evitando el costo que suponen las esperas y demoras que actualmente tienen lugar.

### **3.4.3. Análisis de tiempos**

Al construir un laboratorio de análisis fisicoquímico las pruebas se realizarán dentro del propio salón lo más cerca posible de la línea de producción, reduciendo con esto el tiempo que el personal designa para esta tarea, optimizando el tiempo de obtención de los resultados de análisis y permitiendo que cada operador pase más tiempo en presencia de la máquina con la que trabaja.

### **3.5. Análisis de incidentes en el flujo del personal y muestras del laboratorio**

Los errores humanos y las técnicas incorrectas pueden poner en peligro incluso las mejores medidas destinadas a proteger al personal de laboratorio. Por esta razón, el elemento clave para prevenir los incidentes en el laboratorio es un personal preocupado por la seguridad y bien informado sobre la manera de reconocer y combatir los peligros que están presentes en su trabajo. Por lo tanto, la formación continua acerca de las medidas de seguridad es primordial.

El proceso empieza por el personal directivo, que debe velar por que los procedimientos y prácticas de seguridad en el laboratorio formen parte de la capacitación básica de los empleados. Se tomarán medidas para garantizar que los empleados hayan leído y comprendido las directrices. Los supervisores del laboratorio deben desempeñar el papel principal en la formación de sus subordinados inmediatos acerca de las técnicas correctas de laboratorio.

El encargado de la seguridad puede colaborar en esa formación y contribuir a la elaboración de materiales y documentos de capacitación. La capacitación del personal debe comprender siempre la enseñanza de métodos

seguros para realizar los procedimientos que pueden presentar los siguientes riesgos:

- Riesgo de inhalación
- Riesgo de ingestión al manipular muestras
- Riesgo de inoculación cutánea al emplear jeringuillas y agujas

No menos importante es el tema de investigación de incidentes; siempre que ocurran se debe redactar y mantener informes sobre los mismos. Registrar, investigar y controlar las causas de los incidentes minimiza la probabilidad de ocurrencia de accidentes de trabajo.

### **3.6. Resultados de productividad luego de la construcción del laboratorio**

#### **3.6.1. Resultados de productividad de personal**

Cuando el espacio es insuficiente, es posible que se reduzca la productividad, se prive a los empleados de un espacio propio e incluso se generen riesgos para la salud y seguridad. Sin embargo, el espacio excesivo es dispendioso, puede reducir la productividad y provoca un aislamiento innecesario de los empleados.

#### **3.6.2. Análisis de productividad proceso**

La localización puede afectar notablemente la productividad. Por ejemplo, los trabajadores deben interactuar con frecuencia unos con otros en forma personal, deben trabajar en una ubicación central, y no en lugares separados y distantes, pues de ese modo se reduce la pérdida de tiempo que implicaría el

hecho de obligarlos a desplazarse de un lado a otro.

Las siguientes actitudes apoyan la productividad:

- Calidad, excelencia, perfección
- Razonamiento, detenerse a pensar antes de actuar o decidir
- Prevenir y evitar errores y problemas
- Buscar beneficios para la organización
- Actuar con base a hechos
- Desarrollo de una actitud crítica y analítica
- Creatividad y búsqueda de nuevas alternativas para hacer las cosas
- Planeación, esfuerzo, participación, responsabilidad

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Mejoramiento de la productividad**

Las técnicas utilizadas en la realización de programas de mejoramiento de la productividad consisten principalmente en la recopilación de la información y el aumento de la eficacia del trabajo. Los métodos utilizados se clasifican en las técnicas de ingeniería y análisis económico y en los relacionados con el comportamiento humano. Se utilizará la técnica de mejoramiento de la productividad basada en los materiales por medio del control de calidad.

#### **4.1.1. Programa**

La calidad se refiere a los requisitos, propios o asignados, que cumplen con necesidades o expectativas establecidas ya sean implícitas u obligatorias. Es por eso que se debe contar con un programa de aseguramiento de calidad que no es más que acciones sistemáticas planeadas, que se llevan a cabo con el objeto de brindar la confianza adecuada para que un producto cumpla los requisitos de calidad, sustentadas en la satisfacción de las expectativas del cliente.

Los elementos del aseguramiento de calidad son los siguientes:

- Manual de calidad. Su objetivo es proporcionar a la organización procedimientos o métodos que sean óptimos, de uso repetitivo, oficiales, sencillos de utilizar y estables. Además, describe el sistema de calidad a través de las actividades que se realizan para asegurar la calidad de los productos.

- Manual de organización. Constituye un instrumento de apoyo al proporcionar información sobre la estructura orgánica, atribuciones, objetivos y funciones que realizan cada uno de los órganos administrativos que integran la organización.
- Manual de procedimientos. Es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una unidad o departamento.

Es importante considerar las buenas prácticas de manufactura dentro del nuevo laboratorio, ya que controlan y garantizan que los productos sean inocuos, aptos para consumo y uso humano.

#### 4.1.2. Tiempos de implementación

Figura 10. Programa de trabajo

Actividad	Semanas							
	2	4	6	8	10	12	14	16
Elaborar política de calidad	■	■						
Crear base de datos		■	■					
Revisión de las solicitudes, ofertas y contratos			■	■				
Subcontratación de ensayos y calibraciones					■			
Evaluación y calificación de proveedores					■			
Implementación del procedimiento de quejas					■	■		
Monitoreo de acciones correctivas						■		
Control de registros							■	
Auditorías internas							■	
Identificación de necesidades de formación del personal							■	■
Completar la certificación de análisis								■
Construcción de muros del nuevo laboratorio	■	■						
Ubicación de maquinaria		■	■					

Fuente: elaboración propia.

## **4.2. Identificar las causas de los problemas**

La prevención es el objetivo básico de la necesidad de coordinación de todos los departamentos y personas ya que la calidad no es sólo responsabilidad del Departamento de Producción. A través de la utilización de programas y técnicas que van más allá de la estadística simple se podrá determinar los costos de no calidad, la ingeniería de fiabilidad y el programa “cero defectos”.

### **4.2.1. Determinar las actividades críticas**

Esta etapa contempló, con base a los procedimientos de cada análisis descritos en el diagnóstico se estimaron las cantidades necesarias de reactivos, el equipo y cristalería de laboratorio requeridos para la capacidad del laboratorio, así como la distribución del mismo.

Las actividades que se realizaron son las siguientes:

- Se obtuvieron los procedimientos que la empresa sigue para realizar cada uno de los análisis.
- Se realizó en el estudio técnico una lista general de todo lo necesario para la realización de los análisis como por ejemplo: equipo, cristalería, reactivos y utensilios.
- Con base a las cantidades de materiales que se necesitan, se realizaron las cotizaciones respectivas en las principales casas comerciales de suministros de laboratorio existentes en Guatemala.
- Se presentó el costo de cada una de las adquisiciones propuestas.
- Se elaboró un plano que distribuye los espacios para los equipos de análisis dentro del laboratorio. La distribución se hizo con base al orden en el que se realizan, al llevar dos muestras se realiza

primero la medición de torque, porque necesita destapar la bebida, con esa misma muestra ya descarbonatada se realiza la medición de *brix*. Con la segunda muestra se realiza la determinación del volumen de carbonatación, porque se necesita que el envase no se haya abierto desde que salió de la línea de producción. Por último se realizan los análisis de titulación.

#### **4.2.2. Verificación de cumplimiento de especificaciones del equipo**

Un laboratorio debe estar provisto con todos los componentes de los equipos para el muestreo, la medición y el ensayo requeridos para la ejecución correcta de los ensayos o de las calibraciones (incluido el muestreo, la preparación de los objetos a ensayar o a calibrar y el procesamiento y análisis de los datos de ensayo o de calibración). En aquellos casos en los que se necesite utilizar equipos que estén fuera del control permanente del laboratorio, este debe asegurar que se cumplan los requisitos de la Norma, COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025.

#### **4.3. Capacitación de usuarios al sistema**

La implementación de un adecuado sistema de aseguramiento de la calidad de los resultados obtenidos de la aplicación de métodos analíticos de ensayo validados constituye el principal mecanismo para cumplir con los criterios de calidad previamente establecidos y lograr la satisfacción del cliente proporcionando resultados confiables, exactos, útiles y oportunos.

Los analistas de sistemas se involucran con los usuarios por medio de la capacitación. Por otro lado, los usuarios los usuarios han estado involucrados a

lo largo de la etapa de desarrollo del sistema, por lo que ahora el analista debe poseer una valoración adecuada de los usuarios que deben ser capacitados.

Las personas que se motivan y desean ser mejores a través del proceso de capacitación requieren de una herramienta que los apoye a lograr su nueva actitud en la organización con procedimientos rápidos y fáciles, por medio de la implantación de sistemas de información, que le digan a cada integrante de la organización lo que tiene que hacer y cómo hacerlo.

El analista tiene cuatro lineamientos principales:

- Establecimiento de objetivos mensurables. Los objetivos bien definidos son de una gran ayuda para permitir que los capacitados sepan lo que se espera de ellos.
- Uso de métodos de capacitación adecuados. Algunos usuarios aprenden mejor viendo, otros oyendo y otros haciendo. Debido a que, por lo general, no es posible personalizar la capacitación para un individuo, frecuentemente la mejor manera de proceder es con una combinación de los métodos.
- Selección de lugares de capacitación adecuados. Esta debe propiciar un ambiente de trabajo libre de situaciones problemas, que impidan la concentración de los beneficiarios de la capacitación.
- Empleo de materiales de capacitación comprensibles. Los analistas de sistemas deben darse cuenta de la importancia de materiales, de capacitación bien preparados.

La capacitación al sistema se estará dando tres semanas antes de finalizar la construcción y equipamiento del laboratorio de aseguramiento de calidad para una línea de embotellado de bebidas.

El objetivo general de esta capacitación es conocer y comprender la metodología que se realiza para el análisis de los puntos críticos de control, con el fin de mantener el sistema de inocuidad alimentaria y los documentos que acompañan al sistema. La capacitación contará con tres módulos:

- Una herramienta de gestión que asegura la inocuidad. Se tratarán temas como inocuidad alimentaria, introducción a los conceptos de calidad, los beneficios del HACCP en la industria de alimentos, responsabilidad compartida de la cadena, entre otros.
- Requisitos para la inocuidad alimentaria – HACCP. En este módulo se describe a quién le aplica un sistema HACCP, prerequisites para la implementación del HACCP, aplicación de los principios del sistema HACCP.
- Implementación de un sistema HACCP. Se realizará la formación del equipo HACCP. Además se tratará la descripción del producto, determinación del uso previsto y los principios del sistema:
  - Identificación y análisis de los peligros en la industria de alimentos (tipos de peligros, prevención de la contaminación).
  - Metodología del árbol de decisión. Determinación de puntos críticos de control.
  - Monitoreo, límite crítico de control, y acción correctiva de la empresa. El manejo del sistema de monitoreo, límite crítico y acción correctiva orientados al mejoramiento continuo.
  - Establecimiento de procedimientos de verificación, validación y re-evaluación.
  - Establecimiento de documentación y registros.

#### **4.3.1. Manejo de programa informático**

Un programa informático es un conjunto de instrucciones que una vez ejecutadas realizarán una o varias tareas en una computadora.

En un sistema de información como es una organización empresarial, las actividades que se realizan con la información son: recogida, almacenamiento, procesamiento, distribución, presentación y protección.

Todas estas funciones están relacionadas con los datos. Su manejo es fundamental y es aquí donde entran la informática como herramienta para el tratamiento de los datos de manera razonablemente automática, que es una manera más fiable y menos costosa que la manera manual.

#### **4.3.2. Manejo de materiales y equipo**

El manejo de materiales es usar el método correcto para proveer la cantidad correcta del material correcto en el lugar correcto en el momento correcto, en la secuencia correcta, en la posición correcta, en la condición correcta y el costo correcto. Esto denota que el manejo de materiales involucra el almacenamiento y control de materiales.

Un sistema de manejo de materiales es el componente de flujo que provee el movimiento del material y genera una utilidad, pues al tener el material en el momento adecuado y en el lugar adecuado se producen utilidades para la empresa, ya que no se pierde tiempo por retrasos o almacenamiento excesivo. De igual manera es el proveedor de movimiento para asegurar que los materiales sean localizados donde y cuando son requeridos.

El material debe ser entregado sin daños y debe ser utilizado antes de volverse obsoleto. De aquí las consideraciones de calidad deben tomarse en cuenta al diseñar el sistema. El material en movimiento es más peligroso que el estático; la mayoría de accidentes que ocurren dentro de la industria, están relacionados con el movimiento de los materiales.

El manejo del equipo también debe considerarse en la realización de pruebas en el laboratorio, ya que un equipo calibrado, bien cuidado, limpio y ordenado proporciona resultados más veraces y confiables.

#### **4.4. Evaluación del sistema**

Se puede conocer la efectividad del sistema de aseguramiento de calidad mediante la identificación de los indicadores principales de cumplimiento con los objetivos del mismo. En este caso en particular, los indicadores son criterios de medición cualitativa que se utilizará para evaluar el impacto de la implementación del nuevo laboratorio fisicoquímico en el área de embotellado.

##### **4.4.1. Evaluación organizacional**

Los indicadores del cumplimiento de los objetivos son:

- Capacitación del personal
- Relación entre la política y los objetivos de calidad
- Definición de la estructura del sistema de calidad y su documentación
- Nivel de implantación de la documentación
- Mantener la certificación del sistema
- Grado de satisfacción del cliente

Además de realizar el estudio para implementar un laboratorio de análisis fisicoquímico en el área de embotellado, se documentó y normó los procesos de dirección y aseguramiento, así como la interrelación de los mismos; se dotó a la organización de mecanismos de control de sus procesos, para detectar oportunamente desviaciones y no conformidades dentro del sistema; se logró cambiar a una calidad extensiva a toda la organización y se elevó la efectividad de los procesos de dirección, gestión y aseguramiento.

Al concluir la evaluación y seguimiento de las acciones implementadas, la empresa estará en posibilidades de retroalimentar una nueva planeación y oportunidades de mejora.

#### **4.4.2. Impacto organizacional**

Para evaluar el impacto organizacional de la implementación de un proyecto para crear un área de aseguramiento de calidad en una industria de bebidas se considerarán los indicadores que se describen a continuación.

- Satisfacción del cliente: comprende mayor interacción con compradores/clientes y reducción de la cantidad de quejas.
- Motivación del personal: incluye incremento en la calificación del personal, mayor involucramiento y motivación, incremento en las habilidades de los miembros de la organización.
- Proceso productivo: comprende mejoras a través del tiempo, mayor flexibilidad técnica, mejor coordinación de actividades, mejores especificaciones de producto, mayor rendimiento en distribución interna y externa, mayor eficiencia.
- Resultados de la empresa: incluye disminución en costos, incremento en ventas, incremento en participación de mercado, mayor margen de rentabilidad neta.

- Inversión en recursos: comprende alta inversión de costos, mayor burocracia e incremento del trabajo en escritorio.

El impacto organizacional se describirá a partir de los conceptos de eficacia y eficiencia. La eficacia de una acción está dada por el grado en que se cumplieron los objetivos previstos en su diseño. Generalmente se recurre a una forma de planificación como el marco lógico, en la cual se establece la jerarquía de objetivos: general, inmediatos, específicos, metas y actividades. Mientras que la eficiencia analiza el volumen de recursos gastados para alcanzar las metas. Una actividad eficiente hace un uso óptimo de los recursos y, por tanto, tiene el menor costo posible.

Tabla IV. **Relación entre eficiencia y eficacia**

EFICIENCIA	EFICACIA
Rendimiento de los recursos.	Cumplir lo propuesto.
Relación entre cantidad producida y los recursos consumidos.	Nivel de contribución a alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa.
Hacer más con menos.	En la medida que alcance los objetivos propuestos soy eficaz.
El rendimiento de los recursos.	Es la fuerza para poder actuar.
¿Cómo se puede hacer mejor lo que se hace?	¿Qué es lo que se debería estar haciendo?
Medida de productividad.	Medida por la calidad.
Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.	Extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan.

Fuente: [http://www.calidad.com.mx/docs/art\\_38\\_9.pdf](http://www.calidad.com.mx/docs/art_38_9.pdf). Consulta: septiembre de 2016.

La implementación del laboratorio fisicoquímico en el área de embotellado de bebidas mejorará la eficacia y eficiencia, es decir la productividad de sus operaciones pues reduce costos y aumenta la rentabilidad de la empresa.

## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Control de cambios planeados**

Cualquier cambio en la empresa genera resistencia en las personas. A continuación, se encuentra un modelo de proceso de cambio que incluye varias etapas con el fin de que se pueda conducir los cambios de manera sistemática.

#### **5.1.1. Exposición oportuna de resultados**

El modelo que se propone a continuación consta de seis pasos que siguen una secuencia lógica.

- Reconocer la necesidad de cambio
- Diagnóstico de las áreas problemáticas
- Plantear alternativas de cambio (estrategias y técnicas)
- Seleccionar la alternativa (la mejor técnica o estrategia)
- Ejecución
- Evaluación

Es importante identificar los acontecimientos o fuerzas internas o externas que pueden ocasionar la necesidad de un cambio; es igualmente importante poder reconocer cuándo no se necesita cambiar. Una vez tomada la decisión de cambiar, se trata de delimitar las áreas problemáticas para plantear varias alternativas de cambio, identificando diversas técnicas y estrategias que puedan ayudar a modificar las áreas problemáticas dentro de las condiciones limitantes.

Al definir la alternativa seleccionando la estrategia y las técnicas que se pueden aplicar para resolver el problema dentro de las condiciones que limitan la situación, se ejecuta el plan de cambio teniendo en cuenta el momento oportuno, la profundidad y duración del proceso de cambio.

Es en la etapa de evaluación en donde se revisa el proceso y los resultados del cambio. También es importante la evaluación que se efectúa durante el proceso de cambio para hacer los ajustes convenientes.

Algunas veces los procesos de cambio no producen los resultados esperados. Las causas más comunes por las que tienen poco éxito esos procesos son las siguientes:

- Objetivos de cambio insuficientemente definidos.
- Resistencias al cambio no trabajadas, lo que lleva a querer ejecutar los cambios presionando u obligando a las personas.
- Potencial insuficiente para llevar a cabo los cambios, es decir, que no se tenga el número suficiente de personas motivadas y capacitadas para ejecutar los cambios.
- Intervenciones parciales, en las que se pretende que trabajando un solo aspecto en la empresa (la gente, la estructura o la tecnología) lógicamente y automáticamente se logrará aumentar la productividad, eficiencia o eficacia; cualquier intervención debe abordar todos los aspectos.
- Falta de apoyo del empresario o de los altos ejecutivos.
- Ausencia de diagnóstico o diagnóstico inadecuado.
- No desarrollar opciones viables.
- Las expectativas no son realistas.
- No dar seguimiento al esfuerzo de cambio.

### **5.1.2. Reducción de tiempos**

Sin duda alguna, el tiempo utilizado por el proceso es uno de los recursos más valiosos. Tiempos de ciclo largos impiden la entrega a tiempo del producto al cliente e incrementan los costos de almacenamiento; el equipo debe examinar el proceso actual con el fin de restablecer prioridades y eliminar tropiezos. Las maneras más comunes de reducir el tiempo de ciclo son:

- Actividades en serie contra actividades en paralelo. Con frecuencia, las actividades que fueron realizadas en serie pueden ser realizadas en paralelo, reduciendo el tiempo de ciclo por más de un 80 %.
- Cambiar la secuencia de la actividad. El diagrama de flujo es una herramienta de apoyo en esta actividad.
- Reducir las interrupciones. Las actividades críticas deben ser prioridad. Con frecuencia interrupciones con menor importancia las retrasan.
- Mejorar el tiempo. Analizar cómo se utiliza la salida para determinar cómo puede ser reducido el tiempo de ciclo.
- Reducir el movimiento de salida.
- Entre más cerca se encuentre el proceso del cliente es mejor. Ejecutar la actividad en una ubicación no óptima puede causar muchos problemas, desde una mínima inconveniencia hasta la pérdida de clientes y de empleados valiosos.

### **5.2. Medida de los beneficios planeados**

Más allá de la reducción de tiempos, de costos, de inventario y de un aumento en la productividad y en la rentabilidad de la empresa, se busca fomentar el liderazgo en los trabajadores.

Para este fin se debe:

- Identificar las necesidades de todas las partes interesadas incluyendo clientes, personal, proveedores, entre otros.
- Establecer una clara visión del futuro de la organización.
- Establecer objetivos y metas desafiantes.
- Crear y mantener valores compartidos, imparcialidad y modelos éticos de comportamiento en todos los niveles de la organización.
- Crear confianza y eliminar temores.
- Proporcionar al personal los recursos necesarios, la formación y la libertad para actuar con responsabilidad y autoridad.
- Inspirar, animar y reconocer las contribuciones del personal.

#### **5.2.1. Estadísticas**

El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de esta. La participación de los empleados revela los siguientes beneficios:

- Un personal motivado, involucrado y comprometido dentro de la organización.
- Se obtiene la innovación y creatividad en promover los objetivos de la organización.
- Un personal valorado por su trabajo.
- Un personal deseoso de participar y contribuir a la mejora continua.

#### **5.2.2. Resultados**

Para una mejor interpretación del estudio y la implementación de un proyecto para crear un área de aseguramiento calidad en una industria de bebidas, se presenta a continuación un análisis beneficio/costo.

Como cualquier proyecto, la implementación del laboratorio fisicoquímico en el área de embotellado tiene una inversión inicial, la cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla V. **Inversión inicial**

Equipo/cristalería	Cantidad	Precio (Q)
Refractómetro digital	1	10 764,00
Potenciómetro	1	4 048,00
Soporte para electrodo	1	923,45
Torquímetro analógico	1	11 167,65
Determinador de CO <sub>2</sub>	2	12 788,00
Agitador magnético	1	2 412,93
Piseta de 250 ml	2	50,6
Gotero	1	2,3
Beaker de 250 ml	8	239,2
Probeta de 100 ml	2	101,2
Pipeta de 25 ml	1	31,05
Bureta automática de 25 ml	3	362,25
Pipeta volumétrica de 50 ml	1	51,75
Erlenmeyer de 250 ml	1	32,2
Pipeta graduada de 1 ml	1	16,1
Construcción de mesas	2	10 235,00
Lavatrastos e instalación	1	4 025,00
Curvas sanitarias	26.45	12 471,17
<b>TOTAL</b>		<b>69 721,85</b>

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, se incurren en costos cada vez que se realiza un análisis de laboratorio. En los análisis de determinación de grados *Brix*, volumen de carbonatación y medición de torque no se utiliza ningún reactivo por lo que su costo es despreciable.

La siguiente tabla muestra los costos por cada análisis.

Tabla VI. **Costo por análisis**

Tipo de análisis	Costo (Q)
Acidez	9,25
Sales minerales	9,55
Soda cáustica	8,35
<b>TOTAL</b>	<b>27,15</b>

Fuente: elaboración propia.

Se cotizó en un laboratorio externo porque la planta de producción de bebidas carbonatadas desea independizar sus análisis y al hacer esto solo existen dos opciones: realizarlos en laboratorios externos o implementar un laboratorio. Si la elección fuera realizar las pruebas de análisis en un laboratorio externo, el costo sería el siguiente.

Tabla VII. **Costo por análisis en laboratorio externo**

Tipo de análisis	Costo (Q)
Determinación de grados <i>Brix</i>	155,97
Medición de torque	127,36
Volumen de carbonatación	165,98
Acidez titulable	207,98
Sales minerales por titulación	219,94
Concentración de soda cáustica	132,25
<b>TOTAL</b>	<b>1 009,48</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Comparación de costos semanales**

Análisis	Cantidad	Costo en laboratorio externo	Costo en laboratorio implementado	Diferencia (ahorro)
Grados Brix	414	Q 64 573,44	0	Q 64 573,44
Sales minerales	24	Q 5 278,50	Q 229,08	Q 5 049,42
Soda cáustica	18	Q 2 380,50	Q 985,18	Q 2 230,22
Carbonatación	414	Q 68 763,12	0	Q 68 763,12
Torque	276	Q 35 152,05	0	Q 35 152,05
Acidez	138	Q 28 700,90	Q 1 275,95	Q 27 424,95
TOTAL		Q 204 848,51	Q 2 490,21	Q 203 193,20

Fuente: elaboración propia.

La siguiente tabla muestra desde otra perspectiva los costos en que se incurren para poder crear el nuevo laboratorio fisicoquímico.

Tabla IX. **Otros costos para la implementación del laboratorio**

Costo	Descripción	Monto
Construcción	Construcción de las mesas, gabinetes de laboratorio y curvas sanitarias.	Q 22 706,17
Implementación	Compra del equipo, cristalería y lavatrastos con su instalación.	Q 47 015,68
Operación	Análisis de sales minerales, soda cáustica y acidez.	Q 2 490,21
Inversión inicial	Costos de construcción más costos de implementación.	Q 69 721,85
Costos totales	Costos de inversión inicial más costos de operación.	Q 72 211,21

Fuente: elaboración propia.

El análisis B/C es de 2,81 por lo que el proyecto se considera rentable.

### **5.2.3. Ventajas y desventajas**

El salón de embotellado de refrescos carbonatados no cuenta con un laboratorio de análisis fisicoquímicos, lo que ya es un inconveniente. Al implementar un laboratorio en dicho salón se obtendrán tres ventajas:

1. Se disminuirá la distancia recorrida por los operadores para la realización de los análisis, puesto que ya no tendrán que ir al salón de agua pura, o al laboratorio central.
2. El departamento de producción de bebidas carbonatadas será el propietario del laboratorio, lo que permitirá un mejor manejo del mismo porque será utilizado únicamente por el personal del salón de refrescos y para los análisis específicos en planta.
3. Se puede hacer un mayor número de análisis por ser específico para la planta, garantizando que a un mayor nivel de producción, exista siempre confiabilidad en la medición de los parámetros establecidos.

Aunque son pocas, dentro de las desventajas se puede mencionar el fuerte monto de la inversión inicial, la delimitación del área mientras se realiza la construcción y los cuidados especiales que se deben seguir para el correcto funcionamiento del equipo y materiales del laboratorio.

### **5.2.4. Comparativa con situación anterior**

Antes de implementar el laboratorio de análisis fisicoquímicos se realizó un estudio de prefactibilidad por tres razones básicas. La primera se fundamenta en que a través de un diagnóstico o estudio de mercado se identificaron los análisis necesarios a realizar en planta y la periodicidad para determinar la capacidad instalada del laboratorio. La segunda razón se sustenta

en que a través de un estudio técnico se obtuvieron los procedimientos que la empresa utiliza, para determinar qué equipo e instrumentos se necesita adquirir, las especificaciones y la cantidad de los mismos; esto permitió cotizar, al tiempo que se determinaba el espacio del laboratorio. Finalmente, la tercera razón consiste en que a través de un estudio financiero se calculó el costo de inversión inicial, el costo de análisis y con esta información se determinó la razón beneficio costo que dictaminó la viabilidad del proyecto.

No fue necesario realizar un estudio administrativo legal, puesto que solo se reubicará al personal con el que ya se cuenta y no se realizó un estudio ambiental, puesto que, al implementar el laboratorio este se conectaría al sistema de tratamiento de residuos con el que ya cuenta la empresa y en el cual está certificado.

### **5.3. Estrategias de mejora**

El director de proyecto es, junto con el responsable de calidad, quien se encargará de que las entregas cumplan con los estándares requeridos y el resultado final se entregue en condiciones óptimas de calidad.

#### **5.3.1. Ejecución**

Las estrategias que se pretenden utilizar se describen a continuación:

- Aprender de los demás: en lugar de tratar de desarrollar políticas y procedimientos propios partiendo de cero, puede ser interesante inspirarse en los métodos de aseguramiento de la calidad del proyecto aplicados en la organización en proyectos anteriores o por los que implementan otras empresas con buenos resultados.

- Compartir experiencias: suele resultar enriquecedor contar con opiniones de terceros y, para lograrlo, nada mejor que escribir y publicar un estudio de caso de control de calidad, donde se informe acerca del enfoque, el planteamiento y los protocolos implantados.
- Adaptarse a los medios disponibles: no hay que tratar de alcanzar la perfección porque, en la mayoría de los casos no es posible y en el resto es inviable. En todo proyecto los recursos están limitados y estas restricciones acotan las posibilidades en materia de aseguramiento de la calidad. El objetivo es hacerlo lo mejor posible con los recursos que se tienen.
- Mantenerse actualizado en materia de calidad: la normativa de calidad evoluciona lanzando nuevas reglas y desvelando enfoques de gestión más prácticos, más eficaces.
- Ampliar miras: en ocasiones, la aplicación de políticas de aseguramiento de la calidad ofrece mejores resultados cuando el foco no está restringido al proyecto, sino que se aplican de forma transversal a lo largo de toda la organización, rama o departamento.

#### **5.4. Auditorías**

Las mejores prácticas para cumplir con el objetivo del sistema de aseguramiento de calidad incluye documentar las políticas aplicables, contar con los medios necesarios para el aseguramiento de la calidad, disponer de los recursos suficientes para monitorizar la calidad, implementar procedimientos de verificación sistemática y monitorear resultados a través de auditorías internas y/o externas.

#### **5.4.1. Internas**

La actividad de auditoría interna debe adoptar un proceso para supervisar y evaluar la eficacia general del programa de calidad. Este proceso debe incluir revisiones continuas del desempeño de la actividad de auditoría interna, y revisiones periódicas mediante la autoevaluación o la evaluación de otras personas dentro de la organización con conocimiento de las prácticas de auditoría interna y de las normas.

El aseguramiento de calidad, a través de la mejora continua, busca evaluar la eficiencia y eficacia de la función de auditoría interna: expectativas del Comité de Auditoría, Alta Gerencia y del Ejecutivo a cargo de la auditoría. Esto se lleva a cabo por entrevistas con los accionistas o alta dirección, se entienden y comparan sus expectativas, con los resultados que se desean obtener, la evaluación de riesgos, las auditorías que han sido terminadas y reportadas. Luego se identifican oportunidades y se proporcionan ideas novedosas al Ejecutivo a cargo de la Auditoría y a su equipo, para mejorar el desempeño de las actividades de la auditoría y el valor agregado que se ofrece a la organización.

#### **5.4.2. Externas**

Es efectuada por personal externo a la empresa en donde examina y evalúan sus operaciones, para emitir una opinión veraz y técnica del sistema de control que se está desarrollando en esa área.

Entre los aspectos que evalúa esta auditoría están:

- Cumplimiento de la Definición de Auditoría Interna, el Código de Ética y las Normas, incluyendo las acciones correctivas oportunas para solucionar cualquier caso significativo de incumplimiento.

- Adecuación del estatuto, las metas, los objetivos, las políticas y los procedimientos de la actividad de auditoría interna.
- Contribución a los procesos de gobierno, gestión de riesgos y control de la organización.
- Cumplimiento de las leyes, reglamentaciones y normas gubernamentales o del sector económico aplicables.
- Eficacia de las tareas de mejora continua y adopción de mejores prácticas.
- Si la actividad de auditoría interna agrega valor y mejora las operaciones de la organización.

El director ejecutivo de auditoría, debe comunicar los resultados del programa de aseguramiento y mejora de la calidad a la alta dirección para tomar las acciones correspondientes.

## CONCLUSIONES

1. El estudio e implementación para crear un área de aseguramiento de calidad en la planta de producción de una fábrica de bebidas carbonatadas, está compuesto por tres estudios: de mercado, técnico y financiero a través de los cuales se determinó que sí es viable el proyecto.
2. El diseño y distribución del laboratorio dentro de las instalaciones del salón de embotellado cuenta con un área de 12 m<sup>2</sup> en donde el equipo está colocado de manera que apoye al flujo continuo de producción.
3. Los análisis a realizar en la línea de embotellado de vidrio 12 onz son: determinación de grados *Brix*, determinación de sales minerales, concentración de soda cáustica y contenido de CO<sub>2</sub>; en la línea de embotellado de PET 3,0 litros los análisis a realizar son: determinación de grados *Brix*, contenido de CO<sub>2</sub>, medición de torque y concentración de soda cáustica; para la línea de PET 20 onz se deben de realizar los siguientes análisis: grados *Brix*, contenido de CO<sub>2</sub>, medición de torque, análisis de acidez, análisis de sales minerales y concentración de soda cáustica.
4. El costo de inversión del proyecto es de Q 72 212,06 desglosado en la inversión inicial que tiene un valor de Q 69 721,85 y el costo de operación representado por Q 2 490,21 semanales; si la elección fuera realizar un análisis fisicoquímico completo un laboratorio externo el costo sería de Q 1 009,48, por lo tanto el análisis B/C es de 2,81, lo que

favorece a que la implementación del nuevo laboratorio es más rentable que subcontratar.

5. Los lineamientos de operación y utilización del laboratorio están dados por el procedimiento de cada análisis a realizar; las cotizaciones del equipo e instrumentos necesarios para implementar el laboratorio demuestran que se necesita invertir Q 42 990,68 en equipo y cristalería.
6. La reducción de tiempo y distancia por la implementación del nuevo laboratorio de análisis fisicoquímicos en el salón de embotellado muestran un aumento en la productividad de un 15 %.
7. La implementación de un proyecto para crear un área de aseguramiento de calidad se basa en los pilares de la mejora continua, al pretender que las mejoras que se obtengan sean incrementales y sostenibles, que involucren a todo el personal de la empresa y sin incurrir en inversiones intensivas; sin embargo, varía en el hecho de que el planteamiento de los objetivos de mejora y sus correspondientes indicadores de rendimiento, son establecidos por la dirección de mejoramiento.
8. El menor tiempo y distancia de ruta hacia el laboratorio para realizar los análisis fisicoquímicos reduce el número de incidentes en la planta.

## RECOMENDACIONES

1. Promover el desarrollo y la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad y acreditación.
2. Procurar que el flujo de las pruebas de análisis fisicoquímicos sea continuo, a través de la ubicación óptima de las instalaciones.
3. Elaborar un documento que esté dentro del laboratorio que contenga la forma correcta, la periodicidad y el responsable de revisar que los equipos estén calibrados.
4. Considerar todas las propuestas de mejora para ser más competitiva en esta economía cada vez más compleja y exigente.
5. Capacitar al personal encargado de los análisis en la temática de Buenas Prácticas de Laboratorio para que estén sabidos de las especificaciones y reglas por las que se deben de regir.
6. Promover y desarrollar la cooperación y el intercambio de experiencias e información, especialmente de metodologías y buenas prácticas.
7. Realizar al menos tres cotizaciones cuando se requiere comprar un bien, esto permitirá una correcta evaluación de las propuestas.
8. Preocupar siempre del orden, aseo o limpieza del área de trabajo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. *Bebidas carbonatadas* [en línea].  
<<http://documents.mx/documents/bebidas-carbonatadas-55979b1952bde.html>>. [Consulta: 21 junio de 2016].
2. *Control de calidad* [en línea].  
<<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3530/Capitulo4.pdf>>. [Consulta: 17 mayo 2016].
3. *Control y mejora continua de los procesos* [en línea].  
<<http://keisen.com/es/wp-content/uploads/2015/05/Manual-de-Control-y-mejora-continua-de-los-procesos.pdf>>. [Consulta: 7 septiembre 2016].
4. *Distribución en planta* [en línea].  
<<http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>>. [Consulta: 5 julio 2016].
5. FLORES RODRÍGUEZ, Celia Maribel. *Buenas prácticas de manufactura aplicadas en la industria de fabricación de pastas alimenticias*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 23 p.
6. *Instalaciones del laboratorio* [en línea].  
<<http://www.fao.org/docrep/t0845s/t0845s06.htm>>. [Consulta: 9 agosto 2016].

7. *Planea los cambios en tu empresa* [en línea].  
<<http://mexico.smetoolkit.org/mexico/es/content/es/3640/Planea-los-cambios-en-tu-empresa>>. [Consulta: 18 septiembre 2016].
  
8. PORÓN OLCOT, Kimberly Stacy del Milagro. *Normalización de un laboratorio fisicoquímico para el control de calidad en una empresa manufacturera de alimentos*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 55 p.
  
9. ROJAS LUJÁN, Pio Emilio. *Planeamiento de la producción de bebidas gaseosas mediante la simulación* [en línea].  
<[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/rojas\\_l\\_p/cap\\_2.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/rojas_l_p/cap_2.htm)>. [Consulta: 15 mayo 2016].