

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Suroccidente – CUNSUROC-

Ingeniería en Alimentos



Previo a conferirle el título de

**Ingeniero en Alimentos**

En el grado académico de licenciado.

Mazatenango, marzo de 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE**

**Autoridades**

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios   | Rector     |
| Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo | Secretario |

**Consejo directivo CUNSUROC**

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| Lic. José Alberto Chuga Escobar | Presidente |
|---------------------------------|------------|

**Representantes docentes**

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| M.Sc. Alba Ruth Maldonado de Chávez | Secretaria |
| Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril  | Vocal      |

**Representante graduandos CUNSUROC**

|                                            |       |
|--------------------------------------------|-------|
| Licda. Mildred Griselda Hidalgo Mazariegos | Vocal |
|--------------------------------------------|-------|

**Representantes estudiantiles**

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| Br. Cristian Ernesto Castillo Sandoval   | Vocal |
| P.EM. Carlos Enrique Jalel de los Santos | Vocal |

## **AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA**

M.Sc. Luis Gregorio San Juan Estrada  
**Coordinador académico**

M.Sc. Rafael Armando Fonseca Ralda  
**Coordinador de la carrera de Administración de Empresas**

M.Sc. Nery Saquimux Canastuj  
**Coordinador de las carreras de Pedagogía y Administración educativa**

Ph.D. Ralfi Obdulio Pappa Santos  
**Coordinador de la carrera de Trabajo Social**

M.Sc. Gladys Floriselda Calderón Castilla  
**Coordinadora de la carrera de Ingeniería en Alimentos**

M.Sc. Martín Salvador Sánchez Cruz  
**Coordinador de la carrera de Agronomía Tropical**

Lic. José Felipe Martínez Domínguez  
**Coordinador del Área Humanística**

Lic. Eduardo Arturo Escobar Rubio  
**Encargado de la carrera de Ciencias Jurídicas y Sociales**

M.Sc. Celso González  
**Encargado de la carrera de Gestión Ambiental Local**

## **CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA -CUNSUROC-**

Lic. Everardo Napoleón Villatoro Ochoa  
**Encargado de la sección departamental de Retalhuleu**

Licda. Paola Marisol Rabanales  
**Encargada de la carrera de Periodista Profesional**

**TERNA EVALUADORA DE  
TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Ing. Eduardo Tello

Ing. Ángel Solorzano

Inga. Carolina Estrada

**ASESOR PRINCIPAL**

P.Dh. Marco Antonio Del Cid Flores

**ASESOR ADJUNTO**

Ing. Carlos René Gil Pineda

NOTA: “Únicamente el autor es responsable de los planteamientos y opiniones sustentadas en la tesis”

## **ACTO QUE DEDICO**

**A Dios:** Porque si no fuera por Él a este acto de graduación hoy le faltara un graduando. Hoy le faltara un ingeniero en alimentos. Porque me consta lo ha que hecho por mí.

**A Mis padres:** **Eddie y Silvia**  
Que soñaron desde aquel 23 de febrero de 1989 y han soñado durante 23 años con este momento y que por su amor, apoyo y paciencia se lo merecen más que yo.

**A Mis hermanos:** **Jonathan, Katherine, Nan, Pablo, Eddie y Luchi,** porque los más grandes ha sido ejemplo a seguir y los más pequeños inspiración, motivación y práctica de ingeniería.

**A mis abuelitos:** **Papá Raúl, Mamá Tita (Q.P.D.)**  
Que en el tiempo que estuvimos juntos en este mundo y luego desde el más allá, han hecho lo propio para este acto.

**Papá Nan y Mamá Doris**

Por sus sabios consejos para caminar en la vida siempre por el sendero correcto.

**A mis tíos:** **Otto (Q.P.D.), Edgar, Julio Eduardo y Josué.**

**A toda mi familia:** Que han estado siempre pendientes de mí, me han apoyado cuando lo he necesitado y que de una u

otra forma han contribuido a mi realización personal y profesional.

**A mis amigos:**

**de la U,**

Con quienes hemos compartido ya 6 años de vida universitaria, entre apuros, aventuras y ciencia. Por su amistad, apoyo y motivación.

**De la infancia: Tavo, Freddy, Chema, Rigo, María, Isa, Chepe, Fabiola**

Por ser parte importante de mi vida y darme un empujoncito cuando ha sido necesario.

**En general**

Porque vaya que Dios me ha bendecido con muchos amigos y todos han contribuido.

Porque este acto, más que un momento, encierra una historia.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Casa del Saber.

### **A mis maestros y docentes universitarios**

Porque desde kínder hasta la universidad, me han apoyado, exigido y enseñado lo que ha sido necesario para alcanzar este triunfo.

### **A mis asesores**

P.Dh. Marco Antonio Del Cid Flores

Ing. Qco. Carlos René Gil Pineda

Porque me han orientado y apoyado en la recta final de mi carrera.

### **A Sergio Madrazo, P. Neil Contreras y P. Sergio Martinez**

Por su amistad, consejos, apoyo y oraciones que fueron fundamentales para llegar hasta donde he llegado.

**A todas las personas que han contribuido en mi formación profesional.**

## ÍNDICE GENERAL

| CONTENIDO                                                            | No. DE PÁGINA |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| ÍNDICE GENERAL .....                                                 | i             |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                                | vi            |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                               | viii          |
| RESUMEN EJECUTIVO.....                                               | ix            |
|                                                                      |               |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                                | 1             |
| 2. JUSTIFICACIÓN.....                                                | 3             |
| 3. MARCO TEÓRICO                                                     |               |
| 3.1 Estudio de prefactibilidad.....                                  | 6             |
| 3.1.1 Estudio de mercado .....                                       | 7             |
| 3.1.2 Estudio técnico .....                                          | 8             |
| 3.1.3 Estudio ambiental .....                                        | 8             |
| 3.1.4 Estudio administrativo legal .....                             | 9             |
| 3.1.5 Estudio financiero .....                                       | 10            |
| 3.1.6 Razón beneficio/costo.....                                     | 11            |
| 3.2 Bebidas carbonatadas                                             |               |
| 3.2.1 Definición .....                                               | 13            |
| 3.2.2 Breve historia.....                                            | 14            |
| 3.2.3 Proceso de producción .....                                    | 16            |
| 3.2.3.1 Obtención de agua purificada .....                           | 17            |
| 3.2.3.2 Producción de jarabe terminado .....                         | 19            |
| 3.2.3.3 Ingredientes en la elaboración del<br>jarabe terminado ..... | 20            |
| 3.2.3.4 Envasado del producto .....                                  | 22            |
| 3.3 Control de calidad en bebidas carbonatadas.....                  | 25            |
| 3.4 Determinación de grados Brix.....                                | 36            |
| 3.5 Volumen de carbonatación .....                                   | 26            |
| 3.5.1 Aparato perforador.....                                        | 26            |
| 3.5.2 Termómetro .....                                               | 27            |

|       |                                                              |    |
|-------|--------------------------------------------------------------|----|
| 3.6   | Titulación ácido-base .....                                  | 27 |
| 3.7   | Determinación de acidez titulable .....                      | 30 |
| 3.8   | Determinación de la concentración de soda<br>caustica (NaOH) |    |
| 3.8.1 | Soda cáustica .....                                          | 33 |
| 3.9   | Determinación de alcalinidad .....                           | 34 |
| 3.10  | Cristalería y equipo de laboratorio .....                    | 35 |
| 4.    | OBJETIVOS .....                                              | 36 |
| 5.    | RECURSOS .....                                               | 37 |
| 6.    | DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES .....                             | 38 |
| 7.    | ESTUDIO DE MERCADO .....                                     | 42 |
| 7.1   | Análisis a realizar .....                                    | 42 |
| 7.2   | Capacidad actual .....                                       | 43 |
| 7.3   | Capacidad máxima .....                                       | 47 |
| 7.4   | Síntesis del capítulo .....                                  | 51 |
| 8.    | ESTUDIO TÉCNICO .....                                        | 52 |
| 8.1   | Equipo y cristalería .....                                   | 52 |
| 8.2   | Reactivos                                                    |    |
| 8.2.1 | Hidróxido de sodio 0.1 N .....                               | 56 |
| 8.2.2 | Ácido clorhídrico 0.1 N .....                                | 57 |
| 8.2.3 | Ácido sulfúrico 0.02 N .....                                 | 57 |
| 8.2.4 | Agua desmineralizada .....                                   | 57 |
| 8.2.5 | Solución de fenolftaleína .....                              | 57 |
| 8.3   | Calculo de costo por análisis                                |    |
| 8.3.1 | Análisis de acidez .....                                     | 57 |
| 8.3.2 | Análisis de sales minerales .....                            | 57 |
| 8.3.3 | Concentración de soda cáustica .....                         | 58 |
| 8.4   | Utensilios                                                   |    |
| 8.4.1 | Papel toalla .....                                           | 58 |
| 8.4.2 | Jabón para lavar trastos en tarro .....                      | 58 |
| 8.4.3 | Esponja verde para lavar trastos .....                       | 58 |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.5 Construcción.....                                                            | 59 |
| 8.6 Distribución del laboratorio .....                                           | 59 |
| 8.7 Síntesis del capítulo.....                                                   | 61 |
| 9. ESTUDIO FINANCIERO.....                                                       | 62 |
| 9.1 Inversión inicial .....                                                      | 62 |
| 9.2 Costo por análisis .....                                                     | 63 |
| 9.2.1 Determinación de grados Brix.....                                          | 63 |
| 9.2.2 Volumen de carbonatación .....                                             | 63 |
| 9.2.3 Medición de torque .....                                                   | 63 |
| 9.2.4 Acidez titulable.....                                                      | 63 |
| 9.2.5 Determinación de sales minerales<br>por titulación .....                   | 63 |
| 9.2.6 Concentración de soda cáustica.....                                        | 64 |
| 9.3 Razón beneficio/costo.....                                                   | 64 |
| 9.3.1 Beneficios positivos .....                                                 | 64 |
| 9.3.2 Beneficios negativos .....                                                 | 66 |
| 9.3.3 Costos.....                                                                | 66 |
| 9.3.4 Aplicación de fórmula.....                                                 | 67 |
| 9.4 Síntesis del capítulo.....                                                   | 68 |
| 10. CONCLUSIONES .....                                                           | 69 |
| 11. RECOMENDACIONES.....                                                         | 71 |
| 12. BIBLIOGRAFÍA.....                                                            | 72 |
| 13. ANEXOS                                                                       |    |
| 13.1 Diagrama de bloques del proceso para<br>obtener jarabe terminado.....       | 78 |
| 13.2 Diagrama de bloques del proceso de<br>embotellado en envase de vidrio ..... | 79 |
| 13.3 Diagrama de bloques del proceso de<br>embotellado en envase PET .....       | 80 |
| 13.4 Procedimiento operatorio para la<br>determinación de grados Brix .....      | 81 |

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 13.5 Corrección de sólidos solubles para efectuar lecturas a temperaturas diferentes a 20° C.....                 | 82 |
| 13.6 Procedimiento para determinar el volumen de carbonatación .....                                              | 83 |
| 13.7 Volúmenes de dióxido de carbono disueltos en un volumen de agua .....                                        | 85 |
| 13.8 Factores de corrección del volumen de dióxido de carbono debido a la diferencia de presión barométrica ..... | 88 |
| 13.9 Análisis para determinar la concentración de soda cáustica.....                                              | 89 |
| 13.10 Medición del torque de tapa en refrescos .....                                                              | 90 |
| 13.11 Análisis de acidez titulable.....                                                                           | 91 |
| 13.12 Análisis de sales minerales por titulación .....                                                            | 92 |
| 13.13 Cotizaciones de equipo y cristalería                                                                        |    |
| 13.13.1 Refractómetro digital Atago .....                                                                         | 93 |
| 13.13.2 Potenciómetro.....                                                                                        | 93 |
| 13.13.3 Electrodo.....                                                                                            | 94 |
| 13.13.4 Torquímetro analógico .....                                                                               | 94 |
| 13.13.5 Determinador de CO <sub>2</sub> .....                                                                     | 95 |
| 13.13.6 Agitador magnético .....                                                                                  | 96 |
| 13.13.7 Piseta de 250 ml .....                                                                                    | 96 |
| 13.13.8 Gotero .....                                                                                              | 96 |
| 13.13.9 Beaker de vidrio 250 ml .....                                                                             | 97 |
| 13.13.10 Probeta de 100 ml.....                                                                                   | 97 |
| 13.13.11 Pipeta graduada de 25 ml.....                                                                            | 97 |
| 13.13.12 Pipeta volumétrica de 50 ml.....                                                                         | 97 |
| 13.13.13 Bureta automática de 25 ml .....                                                                         | 97 |
| 13.13.14 Matraz Erlenmeyer de 250 ml.....                                                                         | 97 |
| 13.13.15 Pipeta graduada de 1 ml.....                                                                             | 97 |

## 14. APÉNDICE

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 14.1 Boleta de encuesta para la realización del<br>diagnóstico en la primera etapa del estudio..... | 98  |
| 14.2 Tabla para vaciado de información .....                                                        | 99  |
| 14.3 Glosario .....                                                                                 | 100 |

## ÍNDICE DE TABLAS

| CONTENIDO                                                                                           | No. PÁGINA |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Requisitos fisicoquímicos de las bebidas carbonatadas.....                                       | 26         |
| 2. Capacidad actual de producción por línea embotellado .....                                       | 43         |
| 3. Capacidad de análisis que se necesita para la línea de vidrio 355 ml.....                        | 44         |
| 4. Capacidad de análisis que se necesita para la línea de PET 3.0 litros .....                      | 45         |
| 5. Capacidad de análisis que se necesita para la línea de PET 600 mililitros y 2 litros .....       | 46         |
| 6. Capacidad máxima de producción en cada línea de embotellado .....                                | 48         |
| 7. Capacidad máxima de análisis que se necesita para la línea de vidrio 355 mililitros .....        | 49         |
| 8. Capacidad máxima de análisis que se necesita para la línea de PET 3.0 litros .....               | 50         |
| 9. Capacidad máxima de análisis que se necesita para la línea de PET 600 mililitros y 2 litros..... | 50         |
| 10.Total de análisis por día en capacidad máxima.....                                               | 51         |
| 11.Equipo y cristalería para la determinación de grados Brix .....                                  | 52         |
| 12.Equipo y cristalería para la determinación del volumen de carbonatación.....                     | 52         |
| 13.Equipo y cristalería para la medición del torque.....                                            | 52         |
| 14.Equipo y cristalería para el análisis de acidez titulable .....                                  | 53         |

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 15. Equipo y cristalería para el análisis de sales<br>minerales por titulación.....                                   | 53 |
| 16. Equipo y cristalería para determinar la<br>concentración de soda cáustica .....                                   | 54 |
| 17. Cantidad total de equipo y cristalería a cotizar .....                                                            | 55 |
| 18. Total de inversión en compra de equipo y<br>cristalería .....                                                     | 56 |
| 19. Inversión inicial .....                                                                                           | 62 |
| 20. Costo por análisis .....                                                                                          | 64 |
| 21. Total de análisis por día .....                                                                                   | 65 |
| 22. Total de análisis a la semana y costos<br>de realización.....                                                     | 66 |
| 23. Costos de operación por análisis a la semana.....                                                                 | 67 |
| 24. Corrección de sólidos solubles por efectuar<br>lecturas a temperaturas diferentes a 20° C .....                   | 82 |
| 25. Volúmenes de dióxido de carbono disueltos<br>en un volumen de agua. ....                                          | 85 |
| 26. Factores de corrección del volumen de dióxido<br>de carbono debido a la diferencia de presión<br>barométrica..... | 88 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| CONTENIDO                                                                   | No. PÁGINA |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Plano de distribución de equipo para<br>análisis en el laboratorio ..... | 60         |
| 2. Refractómetro digital marca Atago.....                                   | 93         |
| 3. pH-metro de mesa .....                                                   | 94         |
| 4. Electrodo con soporte .....                                              | 94         |
| 5. Torquímetro analógico para tapas .....                                   | 95         |
| 6. Medidor de carbonatación.....                                            | 96         |
| 7. Agitador magnético de laboratorio .....                                  | 96         |

## **RESUMEN EJECUTIVO**

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 consiente, son los principales requisitos para elaborar un producto que cumpla con los más altos estándares de calidad.

Consciente de ello, 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 aún 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 de tres estudios: 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 depende del producto y de la línea de embotellado. Indicó también que la capacidad máxima de producción es de 138 horas en 6. 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 indicó que sí es viable la implementación dando una razón beneficio/costo de 2.81 en la fórmula convencional y 2.87 en la fórmula modificada. Este indicador demuestra claramente que el proyecto no sólo es viable financieramente sino de beneficio para la empresa.

## **1. 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.

Se realizó en el presente proyecto, un estudio de prefactibilidad, el cual a través de los estudios de mercado, técnico y financiero, se recopiló información y se determinó mediante análisis beneficio/costo la viabilidad financiera del proyecto. Para la realización del estudio se utilizaron cuatro semanas de trabajo, tiempo que se dividió en tres etapas.

En la etapa inicial con la realización del estudio de mercado, se aplicó una encuesta al personal responsable de los análisis en las líneas de embotellado del salón de refrescos carbonatados y se determinó que la capacidad máxima del laboratorio debe de ser de 3 análisis de soda cáustica, 4 análisis sales minerales, 23 análisis de acidez, 46 análisis de torque de tapa, 69 mediciones del volumen de carbonatación y 69 análisis de grados Brix.

La etapa intermedia permitió efectuar el estudio técnico. En base a la capacidad actual y máxima, obtenida en el estudio anterior, se cotizó en las diferentes casas comerciales todo el equipo e instrumentación que se debe adquirir y basándose en el tamaño del equipo y la cristalería y en el

orden en que se deben de realizar los análisis se propuso el espacio necesario para el laboratorio dentro de la planta de embotellado de refrescos.

La etapa final y de suma importancia fue el estudio financiero, en el cual se obtuvo como resultado, un costo de inversión inicial de Q.60627.70 y un costo semanal de utilización del laboratorio de Q.2165.40, para finalmente determinar la razón beneficio/costo por fórmula convencional y modificada, dando un valor de 2.81 y 2.87 respectivamente, indicando así viabilidad financiera en la implementación.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

El personal del departamento de Aseguramiento de la 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.

La planta de producción esta 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 refrescos carbonatados. 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 refrescos 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.

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 beneficios específicos:

- Primer beneficio: 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 como actualmente lo hacen, sino que los 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.

- Segundo beneficio: 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. El departamento de producción tendrá el control y la responsabilidad sobre lo contenido y sucedido en el laboratorio, es decir, bajo tal propiedad y responsabilidad se permitirá que el laboratorio cuente con todos los materiales, reactivos, cristalería, equipos y procedimientos necesarios, que permitan instalaciones completas y un análisis de alta calidad.
- Tercer beneficio: debido al crecimiento productivo con el que cuenta el departamento de producción de bebidas carbonatadas, es el momento idóneo para implementar un laboratorio de análisis fisicoquímicos de calidad en planta, en el que se puedan hacer un mayor número de análisis por ser específico para este fin, garantizando que a un mayor nivel de producción, exista siempre confiabilidad en la medición de los parámetros establecidos.

Ante tal necesidad 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. Lo que permitió cotizar, al tiempo que se determinaba el espacio del laboratorio. Y 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 sólo 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.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Estudio de prefactibilidad**

En la actualidad, la implementación de un proyecto está precedida por la evaluación del mismo en el tema de inversión, es por medio de esta evaluación que se valora cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de invertir recursos en un proyecto específico. La evaluación de proyectos consta de tres etapas que son: etapa de preinversión, etapa de ejecución y etapa de operación o funcionamiento. El estudio de prefactibilidad es parte de la etapa de preinversión dentro de la evaluación de proyectos de inversión. Un estudio de prefactibilidad se lleva a cabo antes de realizar un estudio de factibilidad y está constituido generalmente por un estudio de mercado, técnico y financiero. Aunque en esto discrepan algunos autores agregándole también el estudio medio ambiental y el administrativo legal.

El estudio de prefactibilidad es el análisis que un ente con miras de inversión, realiza para tener una primera aproximación y determinar si el proyecto que se propone materializar será un éxito o un fracaso, proponiendo las condiciones bajo las cuales puede ser viable.

Muchas veces existe confusión entre las diferencias, similitudes y aplicación entre un estudio de prefactibilidad y un estudio de factibilidad, ambos estudios tienen características que los hacen diferentes. Solarte Pazos (2001) al respecto dice que: “La prefactibilidad se diferencia de la factibilidad en su nivel de complejidad, ya que en esta fase que es de identificación, el interés radica en hacer una primera aproximación exploratoria sobre aquellos aspectos generales que afectan el proyecto y que influyen directamente en la decisión de desistir o continuar con el proyecto,

por razones evidentes y justificables, sin necesidad de gastar recursos adicionales en estudios más complejos. Por el otro lado se tiene el nivel de factibilidad o estudio en profundidad. Cuando la prefactibilidad da indicios positivos sobre la conveniencia de ejecutar un proyecto, se realiza este estudio. El detalle debe ser más exigente y conducirá a profundizar en aquellos aspectos no desarrollados en la prefactibilidad, así como el diseño detallado del proyecto“. <sup>12.29</sup>

### 3.1.1 Estudio de mercado

En él se indica si se realiza o no un proyecto, convirtiéndose entonces en el precedente para la realización del estudio técnico y financiero. La función de este estudio es propiciar la información que se utiliza para identificar y definir las oportunidades en el mercado competente, así como las amenazas existentes. Se evalúa el mercado para no incurrir en costos innecesarios. Es la base de decisiones; puesto que, no sólo disminuye el riesgo de tomar una decisión sino que encamina la misma.

Por medio de un estudio de mercado se sabe qué cantidad de bienes o servicios estaría dispuesta a adquirir la población a determinados precios, en la aparición de una nueva unidad productiva. Esta estimación se da dentro del marco de la oferta y la demanda en una unidad de tiempo. Cobra importancia porque permite al empresario considerar si con los precios que se manejan se pueden cubrir o no los costos de producción con un margen de utilidad conveniente.

Dentro de sus objetivos está que: define claramente la demanda, da a conocer la oferta actual y potencial, establece

que se puede vender, como se puede vender, además expone los gustos y preferencias de los clientes y delimita la competencia existente.<sup>12.27</sup> Este estudio se convierte en la base de los análisis siguientes.

### 3.1.2 Estudio técnico

Es el estudio en el que se reúne y presenta toda la información relacionada a la infraestructura necesaria, cuantificando el monto de inversión y de los costos de operación. Proporciona una descripción general de la empresa, identifica su punto de localización geográfica y su distribución en el espacio. Evalúa que recursos y conocimientos técnicos son necesarios para la producción o prestación de servicio al que se dedicará la empresa.

Es en esta parte del estudio donde se relaciona la demanda con la capacidad de operación, se describen las características de la mano de obra y de todos los materiales y/o materias primas. Dando una estimación financiera de todos los aspectos involucrados.<sup>12.27</sup>

### 3.1.3 Estudio ambiental

Según el Reglamento sobre Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, se entiende por impacto ambiental, cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Bajo esa especificación se dice que la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es un instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de

procedimientos capaces de garantizar desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración.

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86 del Congreso de la República, establece en su artículo 8 como criterio general para la aplicación de la evaluación de impacto ambiental lo siguiente: para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio natural, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos de la materia y aprobados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.<sup>12.26</sup>

#### **3.1.4 Estudio administrativo legal**

Es un aspecto relevante dentro de la evaluación de inversión de proyectos, ya que una estructura administrativa efectiva aumenta las probabilidades de éxito.

Para hacer el estudio se debe empezar elaborando un organigrama de la empresa, asignar funciones y responsabilidades, dicho estudio debe incluir también una descripción detallada de los costos administrativos acompañada de cifras, el aspecto legal de la empresa, nombrando razón y

objeto social, los permisos que requiere y los trámites de constitución necesarios.

El estudio administrativo permite con toda esa información cuantificar las inversiones y los costos de operación derivados de la administración del proyecto, una vez éste se implemente.

Se conocerá a través de este estudio el dimensionamiento físico de oficinas y su equipamiento; el nivel de los cargos ejecutivos, para calcular el costo de las remuneraciones y los procedimientos administrativos, para calcular los costos indirectos.

El objetivo de éste estudio es el de analizar los aspectos organizacionales del proyecto, los procedimientos administrativos y los costos que se derivan de su implementación.<sup>12.24</sup>

### 3.1.5 Estudio financiero

La finalidad del estudio financiero es decir si es viable o no la realización del proyecto, mediante diversos análisis. En caso sea beneficioso estima en qué grado lo es y de ser no rentable identifica los puntos en los que radica la inconveniencia permitiendo tomar consideraciones y recomendaciones que al implementarlas puedan darle otro enfoque al estudio y este se convierta en rentable; en todo caso se posterga la implementación del mismo o se anula toda posibilidad. Los estudios anteriores son la base del estudio financiero brindando toda la información necesaria para ingresos y costos. Es la etapa final del estudio de prefactibilidad y mide la magnitud de los beneficios y si estos superan o no a los costos.

---

12.24 <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010039/lecciones/Capitulo%20III/admlegal.htm>

Dentro de los criterios que se pueden utilizar para la evaluación financiera se cuenta con: El Valor Actual Neto –VAN-, la Tasa Interna de Retorno –TIR-, Período de Recuperación y la Razón Costo/Beneficio. “El método del Análisis Beneficio/Costo permite establecer un proceso de valoración financiera de los costos evitados como beneficios o de los beneficios no percibidos como costos, ante un medida o proyecto. El beneficio constituye una estimación y no la realidad. Por lo que se hace necesaria la aplicación de criterios de evaluación de inversiones. En todo análisis beneficio/costo es de vital importancia el costo, ya que influye de manera directa en los beneficios.” <sup>12.27</sup>

#### 3.1.6 Razón beneficio/costo

Un método de selección de alternativas muy utilizado en este tipo de proyectos, para analizar la deseabilidad del mismo es la razón beneficio/costo (B/C). Como su nombre lo sugiere, el método de análisis está basado en la razón de los beneficios a los costos asociada con un proyecto particular. Se considera que un proyecto es atractivo cuando los beneficios derivados de su implementación y reducidos por los beneficios negativos esperados exceden sus costos asociados. Por tanto, el primer paso en un análisis B/C es determinar cuáles de los elementos son beneficios positivos, negativos y costos. Se pueden utilizar las siguientes descripciones que deben ser expresadas en términos monetarios.

**Beneficios positivos (B).** Ventajas experimentadas por el propietario.

**Beneficios negativos (BN).** Desventajas para el propietario cuando el proyecto bajo consideración es implementado.

**Costos (C).** Gastos anticipados por construcción, operación, mantenimiento, etc. Menos cualquier valor de salvamento.

Antes de calcular una razón B/C, todos los beneficios positivos, negativos y costos identificados deben convertirse a unidades comunes en quetzales. Las unidades pueden ser un valor presente, valor anual o valor futuro equivalente, pero todos deben estar expresados en las mismas unidades. Una vez todos los valores estén expresados en las mismas unidades, se pueden aplicar cualquiera de las dos versiones siguientes de la razón B/C.

*Razón Beneficio/Costo Convencional*

$$B/C = \frac{\text{beneficios positivos} - \text{beneficios negativos}}{\text{costos}} = \frac{B - B_N}{c}$$

Una razón B/C mayor o igual que 1.0 indica que el proyecto evaluado es económicamente ventajoso.

*Razón Beneficio/Costo Modificada*

$$B/C \text{ modificada} = \frac{\text{beneficios positivos} - \text{beneficios negativos} - \text{costos M\&O}}{\text{inversión inicial}}$$

La razón B/C modificada incluye los costos de mantenimiento y operación (M&O) en el numerador, tratándolos en una forma similar a los beneficios negativos. El denominador, entonces, incluye solamente el costo de inversión inicial. Una vez que todas las cantidades están expresadas en términos monetarios, la razón B/C modificada se calcula como lo indica la fórmula antes descrita.

Obviamente la razón B/C modificada producirá un valor diferente que la razón B/C convencional. Sin embargo, el procedimiento

puede cambiar la magnitud de la razón pero no la decisión de aceptar o rechazar. Ya que si el resultado es mayor o igual a 1.0 se concluye viable el proyecto. Es conveniente aclarar que aunque ambos métodos den resultados diferentes, si en el convencional el proyecto es viable, en el modificado será viable.<sup>12.5</sup>

## **3.2 Bebidas carbonatadas**

### **3.2.1 Definición**

La industria de alimentos en Guatemala cuenta con Reglamentos Técnicos, que no son más que normas del Códex Alimentarius adaptadas a las exigencias industriales, alimenticias y de salud en Centroamérica. Existen Comités Técnicos de Normalización y de Reglamentación Técnica que a través de los entes de Reglamentación Técnica de los Países de la Región Centroamericana son los organismos encargados de realizar el estudio o la adopción de los Reglamentos Técnicos.

El Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:10 titulado “Alimentos y Bebidas. Aditivos Alimentarios” en el apartado No. 7 “Sistema de clasificación de alimentos –SCA-” en el punto 14.1.4.1 dice que la definición de bebidas carbonatadas “comprende todas las bebidas saborizadas a base de agua con adición de anhídrido carbónico y con edulcorantes nutritivos, no nutritivos o intensos y otros aditivos alimentarios permitidos. Incluye a las gaseosas (bebidas a base de agua con adición de anhídrido carbónico, edulcorantes y aromatizantes) y bebidas con gas como “colas”, bebidas refrescantes a base de raíces y ciertos tipos de especias, lima-limón y otros tipos de cítricos, tanto los de tipo dietético o ligero como normal. Estas bebidas pueden ser transparentes o turbias. Incluye las

llamadas bebidas para deportistas con gas que contienen niveles elevados de nutrientes y otros ingredientes. (Cafeína, taurina, carnitina)” <sup>12.19</sup>

Se entiende por bebida gaseosa o carbonatada, “toda bebida no alcohólica, no fermentada, elaborada por disolución de gas carbónico (CO<sub>2</sub>) en agua tratada, lista para el consumo humano directo, con adición o no de edulcorantes naturales, artificiales o ambos, jugos de frutas, concentrados de frutas y aditivos permitidos por la legislación nacional vigente o en su defecto por el Codex Alimentarius.” <sup>12.16</sup>

El contenido de CO<sub>2</sub> se mide en volúmenes de carbonatación. La FDA exige que una bebida carbonatada contenga como mínimo 1 volumen de CO<sub>2</sub> a 760 mm Hg y 60° F o 15.56 ° C. Y si se trata de una bebida tipo “cola” la concentración de cafeína debe ser como máximo del 0.02% <sup>12.12</sup>

### 3.2.2 Breve historia

El origen de las aguas carbonatadas se remonta a finales de la década de 1760 cuando el químico Joseph Priestley (1733 – 1804) estaba a cargo de una parroquia en Leeds, Inglaterra, junto a la que casualmente había una cervecería. Como es bien sabido un subproducto de la fermentación es el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), que Priestley podía así obtener en abundancia para sus experimentos. En 1767 específicamente, este científico recogiendo el gas carbónico (CO<sub>2</sub>) sobre agua, observó que una parte se disolvía y le daba al agua un agradable sabor ácido. Era lo que hoy en día se llama agua de soda. Por tal motivo Priestley es considerado el padre de la moderna industria de refrescos.<sup>12.2</sup> Pero no fue sino hasta 1832

---

<sup>12.19</sup> [http://www.sieca.int/publico/Marco\\_legal/Resoluciones/COMIECO/ANEX04\\_RES\\_142.pdf](http://www.sieca.int/publico/Marco_legal/Resoluciones/COMIECO/ANEX04_RES_142.pdf)

<sup>12.16</sup> <http://www.es.scribd.com/doc/50138302/NTC2740>

cuando John Matthews inventó un aparato para mezclar agua con dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y además agregarle sabor. Es así como la comercialización de bebidas saborizadas con gas se inicia en diferentes sabores, tales como naranja, limón y uva. Los negocios de este tipo se denominaban fuentes de soda y como también se expendían en las farmacias, en 1885 W.B. Morrison un farmacéutico propietario de “Old Corner DrugStore” (La vieja farmacia de la esquina) en Waco, Texas, desarrolló un sabor característico en su fuente de soda.

Morrison llamó a su bebida “Dr. Pepper”, conocida como la más antigua de las gaseosas, que hoy en día aún se comercializa en Estados Unidos.

Un año más tarde, en 1886, John S. Pemberton, también farmacéutico, experimento en su fuente de soda un sabor a base de hierbas y especies como nuez de kola africana y la hoja de coca en la ciudad de Atlanta. A la bebida resultante de este experimento la llamó “Coca Cola”. Pemberton muere a tan solo un año de haber iniciado la comercialización de su Coca Cola. Luego de doce años de la creación de Coca Cola, en 1898 aparece otro farmacéutico, éste de Carolina del Norte, Caleb Bradham, quién buscando un tónico para el dolor de cabeza, le agrega pepsina. Es así como en 1903, queda registrada la marca de esta bebida como “Pepsi”

Este es el relato entonces del nacimiento de una industria que llegó para quedarse, la industria de las bebidas gaseosas o carbonatadas. En ese entonces la mezcla se hacía en el momento del consumo. El reto siguiente era: la distribución de la bebida. Hoy en día se piensa rápidamente en el embotellado,

pero para entonces lograr un sellado hermético que no dejara escapar el gas, era todo un reto. Luego de varios intentos, en 1892, William Painter, inventó la tapa “corcholata” o tipo “corona” que permite cerrar una botella de vidrio. Y como era y es una industria de innovación constante, no tardaron en aparecer luego otras alternativas como el envase de lata y el envase de PET (por sus siglas en inglés: *Polyethylene Terephthalate*, que en español se puede nombrar como tereftalato de polietileno, politereftalato de polietileno, polietilentereftalato o polietileno Tereftalato. En la presente investigación se hará referencia a este tipo de envase por sus siglas en inglés “PET” o por su nombre “Tereftalato de polietileno”)

Luego de eso aparecieron nuevos sabores y se intensificó la competencia entre Pepsi Cola y Coca Cola. Hoy en día existen muchos sabores diferentes a la cola y existen también alrededor del mundo diferentes marcas de bebidas gaseosas, marcas nuevas están innovando y creciendo constantemente.<sup>12.13</sup>

### 3.2.3 Proceso de producción

Para obtener una bebida gaseosa en sus diferentes presentaciones, se debe seguir un proceso que consta de cuatro partes básicas, las cuales son:

- Obtención de agua purificada.
- Producción de jarabe terminado.
- Obtención de producto terminado.
- Envasado del producto.

El proceso inicia con la obtención de agua en los volúmenes necesarios, esta debe pasar por determinados tratamientos que garanticen que cumple con los requisitos de calidad para la

elaboración de las bebidas en cuestión. El agua tratada es enviada a unos tanques donde se le agrega azúcar industrial para obtener el jarabe simple, al jarabe simple se le agregan los aditivos necesarios según la formulación de cada sabor y luego de un tiempo de reposo se tiene el jarabe terminado. Este último es enviado a la sala de embotellado, en donde se le agrega agua purificada y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en volúmenes según fórmula, esto se hace a baja temperatura para facilitar la carbonatación. Cuando el producto presenta los grados Brix necesarios se envía a la máquina llenadora y es así como se envasa el producto, que luego será distribuido a los diferentes puntos de ventas.

Para entrar en detalle se describe cada una de las etapas básicas antes mencionadas.

#### **3.2.3.1 Obtención de agua purificada**

Para la producción industrial, las empresas se abastecen de agua a través de pozos propios. El agua subterránea es enviada a través de tuberías a tanques en donde se le agrega un agente floculante, que se encarga de aglutinar o aglomerar sustancias orgánicas que se encuentran suspendidas en el agua. Para tal efecto el agente más utilizado es el Sulfato de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{SO}_3$ ) que permite la agrupación y consecuente sedimentación de compuestos como el bicarbonato de calcio y de magnesio principalmente.

El sedimento se debe eliminar a través de purgas constantes. El tiempo entre cada purga depende del tamaño de la planta de tratamiento, aunque Rojas Luján recomienda un tiempo de aproximadamente 3 horas.<sup>12.28</sup>

El objetivo de esto es lograr que la alcalinidad sea menos de 50 ppm, que los sólidos totales sean menos de 500 ppm y lograr a su vez que se tenga menos de 0.1 ppm de hierro o magnesio. Los parámetros de calidad antes mencionados son importantes puesto que cuando el agua contiene materia en suspensión, se hace más difícil su carbonatación.

Una vez esté libre de estos compuestos, esta lista para ser tratada con cloro; la cloración o desinfección del agua se logra mediante la adición de hipoclorito de sodio al 5% conocido comúnmente como “cloro”, el cual elimina la mayoría de bacterias, hongos, virus, esporas y algas que estén presentes en el agua. El cloro residual debe de ser menor de 0.5 ppm, es decir 5 mililitros por metro cubico de agua.<sup>12.7</sup> El siguiente paso es a través de filtros de arena y de carbón activado. Los filtros de arena aseguran la eliminación de cualquier partícula que aún estuviera presente, y los filtros de carbón activado eliminan las sustancias de carácter gaseoso que le dan al agua mal olor, color y sabor, tal es el caso del cloro residual. Y por si esto fuera poco el ultimo filtro es el llamado “filtro pulidor” el cual tiene poros de menos de 0.2 micras y que retiene partículas que no hayan podido ser eliminadas con anterioridad.

Hasta este momento se tiene agua lista para el proceso de elaboración de bebidas carbonatadas, pero ahora la mayoría de empresas le agregan dos pasos más que serían: el tratamiento con ozono y el tratamiento con lámparas de luz ultravioleta, para dar una garantía extra de su calidad e inocuidad.<sup>12.4</sup>

---

12.4 <http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Bebidas-carbonatadas>

12.7 [http://www.living-water.org/cloracion\\_o\\_desinfeccion\\_del\\_agua.html](http://www.living-water.org/cloracion_o_desinfeccion_del_agua.html)

### 3.2.3.2 Producción de jarabe terminado

El jarabe terminado es la materia principal en el proceso de las bebidas carbonatadas, por lo tanto su elaboración es un proceso fundamental y delicado. Se debe de elaborar según el sabor de la bebida bajo estándares de calidad y sanidad.

Este proceso es fundamental no sólo por el sabor de la bebida sino también porque sus rendimientos afectan directamente los costos de fabricación, por lo que debe de vigilado meticulosamente.

Este proceso se divide en dos etapas: elaboración de jarabe simple y elaboración de jarabe terminado. En la elaboración del jarabe simple, se emplea agua purificada, cuyo proceso se explicó en el punto anterior. El agua se vierte en un tanque de dilución y se agrega azúcar industrial, debidamente certificada. Las cantidades o proporciones varían según la fórmula de cada sabor de bebida carbonatada. Esta mezcla se ha de agitar hasta obtener una solución uniforme.

La mezcla luego es enviada al área de filtración en donde se le hace pasar por varias capas verticales, cuya función es retener partículas extrañas a la mezcla; el producto de esta etapa se conoce como “jarabe simple”. El jarabe simple se envía a otro tanque para darle un tiempo de reposo y posteriormente mezclarlo con los aditivos necesarios siguiendo la formulación de cada sabor. Los aditivos que se emplean se describen en el siguiente punto. Luego de la mezcla es necesario un segundo reposo, este debe de ser según Rojas Luján de aproximadamente 12 horas para que luego a través de tuberías se envíe al salón de embotellado.<sup>12.28</sup>

### 3.2.3.3 **Ingredientes en la elaboración del jarabe terminado**

El tipo de ingredientes y la cantidad de los mismos va a depender del sabor de la bebida carbonatada, a continuación se describen los ingredientes más utilizados, destacando de antemano que no son los únicos ni pretenden serlo.

- **Saborizantes**

Estos insumos comúnmente no son elaborados en la empresa embotelladora, sino más bien, se compran a quienes que se dedican exclusivamente a la producción de saborizantes. Los saborizantes son extractos que pueden ser de tres tipos: los extractos alcohólicos, las emulsiones de soluciones alcohólicas y los extractos de jugos de frutas.

La lixiviación de drogas secas con soluciones alcohólicas se utiliza comúnmente para la obtención de extractos alcohólicos, pero también se pueden obtener mediante una separación líquido – líquido, lavando aceites esenciales con mezclas de agua y alcohol y dejando que se separe el aceite.

La elaboración de los emulsionantes de soluciones alcohólicas, sigue un proceso distinto y es que se prepara siempre con aceites esenciales, pero además se utiliza goma arábica y jarabe concentrado de azúcar o glicerina; toda la mezcla debe de someterse a homogenización.

Los mejoradores de sabor y aroma son utilizados también en este tipo de bebidas, el ejemplo típico es el uso de cafeína en refrescos tipo “cola” que se utiliza en proporciones de 7 a 23 mg por cada 100 cc. Esta sustancia es utilizada por su efecto estimulante. Existe una gran variedad de saborizantes y cada

día las industrias crean nuevos sabores, para poder mantener el agrado de sus clientes.

- **Ácidos**

Los ácidos se utilizan por dos razones principales: para modificar la dulzura del azúcar y como preservante. Los tres ácidos utilizados con frecuencia son: el ácido cítrico, el ácido fosfórico y el ácido tartárico. Todos deben de ser grado alimenticio y estar debidamente certificados. El ácido cítrico se extrae comúnmente de cítricos como el limón, aunque hoy en día se utiliza también la obtención a partir de melaza de caña de azúcar y *Aspergillus niger*, mediante un proceso de fermentación. El ácido fosfórico es el acidulante más económico, puesto que combina su bajo costo con su potente poder acidulante. Se utiliza en refrescos tipo “cola”. El ácido tartárico se obtiene como subproducto en la elaboración del vino.

- **Colorantes**

De los colorantes sintéticos utilizados en alimentos, seis son los que normalmente se utilizan en refrescos: amarillo FD&C #5, llamado tartracina con código E-102; Amarillo FD&C #6, amarillo sunset con código E-110; rojo FD&C # 2, amaranto con código E-123, rojo FD&C # 40, rojo allura con código E-129, azul FD&C #1, azul brillante FCF con código E-133, el verde FD&C # 3.

Otro colorante muy utilizado es el caramelo, este no es sintético ya que se obtiene quemando azúcar de maíz con una sal amónica como catalizador. Se añade a los refrescos tipo “cola”.<sup>12.12</sup>

- **Edulcorantes**

El edulcorante natural usado universalmente es el azúcar de caña (sacarosa), que debe de ser blanca y refinada, además debe de estar certificada, garantizando que cumple con los parámetros de calidad, purificación y esterilización, para que garantice un producto de alta calidad. El contenido de sacarosa en las gaseosas se encuentra entre 5% y 14% en relación a su peso.

Para los refrescos denominados “light” se usan: el aspartamo, el acesulfame K que es 200 veces más dulce que el azúcar y el ciclamato. Estos edulcorantes son sintéticos, y algunos están relacionados con polémicas por efectos dañinos derivados de su alto consumo.<sup>12.9</sup>

- **Preservantes**

Son las sustancias que evitan el crecimiento de microorganismos en la bebida y que le permiten un mayor tiempo de vida de anaquel. En las bebidas gaseosas el ácido utilizado es ya en si un preservante, además la adición de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que se hará en el embotellado actúa también como preservante, pero a pesar de ello muchas empresas agregan pequeñas cantidades de otros preservantes para dar una garantía extra de inocuidad en sus bebidas, por ello agregan algunos de los siguientes: ácido benzoico, ácido sórbico, benzoato de sodio ( $\text{NaC}_6\text{H}_5\text{CO}_2$ ) o sorbato de potasio ( $\text{C}_6\text{H}_7\text{KO}_2$ ).<sup>12.13</sup>

### 3.2.3.4 **Envasado del producto**

El jarabe terminado es enviado mediante tuberías de acero inoxidable al área de embotellado. El jarabe llega a la máquina

---

12.9 COGUANOR NGO 34 154. Bebidas Gaseosas. Aguas Gaseosas con y sin sabor.

12.13 <http://es.scribd.com/doc/37296819/Elaboracion-de-Bebidas-as>

mezcladora, la cual toma un volumen determinado de jarabe terminado frio, 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 PET (Tereftalato de polietileno) o envases plásticos como se le conoce comúnmente, deben de ser colocados en una máquina posicionadora, la cual 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.

En el caso de los envases de vidrio retornables, estos vienen en cajas de 24 unidades normalmente, una máquina se encarga de colocar las cajas en una banda transportadora, que las envía a la desempaadora, la cual saca los envases de las cajas y envía los envases a la lavadora de botellas y las cajas a la lavadora de cajillas. Los envases pasan por un lavado con agua caliente y soda caustica (concentración de 2.0 a 2.5 %) a una temperatura de 85° C en promedio y una exposición de 20 a 40 minutos, para que desprendan toda la suciedad que pudieran contener por dentro y por fuera. Los envases limpios pasan por una máquina inspectora. El inspector a través de lentes especiales de alta precisión detecta el estado de la boquilla de la botella para determinar si se encuentra en buen estado o si se encuentra quebrada, si la boquilla esta defectuosa la máquina la descarta y la quiebra para asegurar que nunca se volverá a usar. Este inspector también chequea el fondo de la botella para determinar si no contiene algún material en el interior.

Cuando las botellas han pasado la prueba, se les coloca el código de producción y la fecha de caducidad y están listas para su llenado. La máquina llenadora, agrega el volumen de producto y la tapa tipo corona. Los envases llenos pasan por otro inspector, que verifica que estén bien cerrados y que tengan el nivel adecuado de producto.

Para finalizar con el proceso, una máquina forma grupos de 24 unidades de botellas y las introduce en las cajillas que ya han sido lavadas. Éstas se mueven a través de un transportador hasta llegar a una máquina que las coloca sobre paletas de madera o de plástico y luego se envían a bodega de producto terminado.

### **3.3Control de calidad en bebidas carbonatadas**

Durante la elaboración de bebidas carbonatadas, es necesario un estricto control de parámetros que indican la calidad del producto. Tales mediciones las realizan personal del departamento de control de calidad de la industria. Sin embargo, como una medida siempre de calidad, es necesario realizar análisis paralelos por el personal de producción para contar con registros que garanticen que el trabajo se está realizando conforme lo estipulado.

Los controles que con regularidad hace el personal de embotellado son: determinación del contenido de sacarosa en la bebida, mediante el análisis de grados Brix. Análisis de acidez, por el método de titulación. En el caso de bebidas tipo mineral, se hace en lugar del análisis de acidez, el análisis de alcalinidad, siempre por titulación y la determinación del volumen de carbonatación. Para los tanques de lavado tanto de tuberías como de envases se realizan análisis para determinar la concentración de soda cáustica.

**Tabla No. 1**

**Requisitos Fisicoquímicos de las bebidas carbonatadas.**

| Parámetro                                                              | Valor  |        |
|------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
|                                                                        | Mínimo | Máximo |
| Grados Brix (sólidos solubles)                                         | -----  | 15.0   |
| Volumen de carbonatación                                               | 1.0    | 5.0    |
| pH                                                                     | 2.3    | 3.5    |
| Acidez titulable expresada como ácido cítrico en % en fracción en masa | -----  | 0.5 %  |

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/50138302/NTC2740>. 2011

A continuación se entra en detalle sobre lo que implica cada uno de estos análisis. En el caso de los análisis de titulación es necesario hacer mención en primera instancia del método como tal y luego la aplicación específica.

### **3.4 Determinación de grados Brix**

Los grados Brix muestran el porcentaje de sólidos disueltos en un producto azucarado. Es decir se mide la densidad del azúcar. Para poder determinar la concentración de la misma, se utiliza con frecuencia el método refractométrico, el cual se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos de luz en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación. Ver anexo No. 13.4 en la página No. 81.

### **3.5 Volumen de carbonatación**

Es el volumen de CO<sub>2</sub> que absorbe el agua a presión atmosférica normal (101.325 kPa = 760 mm Hg) y a la temperatura de 15.56° C. Ver anexo No. 13.6 en la página No. 83.

Se utilizan los siguientes aparatos:

#### **3.5.1 Aparato perforador**

Consiste en un dispositivo que puede unirse y asegurarse firmemente a la tapa de la botella o sostenerse contra la parte

alta de la lata. Se hace un cierre a prueba de aire con una junta de caucho blando a través de la cual se pasa una aguja tubular, de acero endurecido, con agujeros laterales, y se conecta a un manómetro de precisión y a una válvula de salida de gas. Puede usarse el mismo aparato para botellas y para latas, aunque en algunos tipos se requiere un adaptador, cuando se usa con latas.

### 3.5.2 Termómetro

Con graduaciones a cada 0.1° C.

Los controles de Brix y carbonatación, son muy importantes, por esto se debe calibrar y comprobar el buen funcionamiento de los equipos utilizados en su medición.

## 3.6 Titulación ácido-base

Cuando se habla de titulación se hace referencia a un 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.

“Las titulaciones por neutralización o ácido-base, son las más antiguas y se emplean ampliamente para determinar la concentración de analitos que son ácidos o bases. El agua es el disolvente común en este tipo de problemas. Antes de 1800 las valoraciones se hacían usando ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y ácido nítrico como agentes valorantes ácidos y carbonato de potasio como agente valorante básico. Los puntos finales se determinaban utilizando indicadores como el tornasol que es rojo en soluciones ácidas y es azul en soluciones básicas; u observando la

efervescencia del  $\text{CO}_2$  al neutralizar el carbonato. La exactitud de la titulación estaba limitada por la utilidad del indicador y por la falta de una base fuerte que sirviera como valorante para el análisis de ácidos débiles.

La utilidad de la titulación ácido-base mejoró cuando se introdujo el NaOH en 1846, además se dieron avances en la síntesis de colorantes orgánicos que permitieron el desarrollo de los indicadores nuevos, como la fenolftaleína, que fue sintetizada por BAYER en 1877. El desarrollo de la teoría del equilibrio a finales del siglo XIX permitió comprender el conocimiento teórico de la química ácido-base y a su vez de la volumetría. La escala de pH se estableció en 1909 por Sorensen y fue un medio obligado para comparar los indicadores visuales y en 1914 con la determinación de las constantes de disociación ácido-base, hicieron posible los cálculos de las curvas de valoración teóricas; así existió un método para poder seleccionar indicadores visuales, lo que aumento la utilidad de este tipo de valoraciones.”<sup>12.30</sup>

La titulación ácido-base, consiste en reacciones de neutralización entre los iones. La neutralización se da al estar en contacto un ácido con una base obteniéndose una sal y agua como productos. La estequiometria juega un papel importante en este tema, especialmente cuando se habla de normalidad, que está definida como el número de equivalentes de soluto por litros de solución.

La normalidad es útil porque “un equivalente de un ácido neutraliza completa y precisamente un equivalente de una base, puesto que un mol  $\text{H}^+$  reaccionará con un mol de  $\text{OH}^-$ .”<sup>12.30</sup> Se entiende mejor al decir que si se mezclan volúmenes iguales de soluciones que tienen la misma normalidad, se dará una reacción completa entre sus solutos. Un litro de ácido 1 N neutralizará completamente un

litro de base 1 N porque un equivalente de ácido reaccionara con un equivalente de base.

Lo anterior se resume en la siguiente expresión matemática:

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

Esta igualdad se utiliza cuando se quiere saber la cantidad de ácido por ejemplo que posee una disolución a partir de una cantidad de base conocida, o viceversa. A esto es a lo que se le llama titulación por método volumétrico, volumetría ácido-base o reacción de neutralización.

Cuando se utiliza el pH para determinar la neutralización, hay que recordar que el pH en el punto de equivalencia, es diferente según el ácido o base que se esté neutralizando, si este es fuerte o es débil. Es por la misma razón, por la que si se utiliza un indicador, se debe de tener precaución puesto que no son igual de útiles para todas las reacciones.

Si la reacción de neutralización se da entre un ácido fuerte y una base fuerte, por ejemplo ácido clorhídrico (HCl) e hidróxido de sodio (NaOH) respectivamente, el pH en el punto de equivalencia es 7. En este punto todos los iones hidronio han sido neutralizados por los iones hidroxilo y resultan en H<sub>2</sub>O.

El resto de los iones no reaccionan con el agua ya que el ión cloruro (Cl<sup>-</sup>) por proceder de un ácido fuerte, es una base débil frente al agua y no se hidroliza. El ión sodio (Na<sup>+</sup>) de igual forma por proceder de una base fuerte, es una ácido muy débil frente al agua y no se hidroliza. Por lo que al quedar disueltos forman una sal, en este caso: cloruro de sodio (NaCl).

Caso contrario si la neutralización se da entre un ácido débil y una base débil, el anión del ácido y el catión de la base, sufren una hidrólisis, por lo que el pH es menor que 7 si es más débil la base; o es mayor que 7 si es más débil el ácido.

Ahora bien si se tiene una neutralización entre un ácido fuerte y una base débil. El catión de la base sufre una hidrólisis, dando como resultado iones hidronio, por lo que el pH es menor que 7, tal es el caso de los análisis de alcalinidad en bebidas carbonatadas. Y por último en estos casos, si se tiene una neutralización entre una base fuerte y un ácido débil. El anión del ácido sufre una hidrólisis produciéndose iones hidroxilo, por lo que el pH es mayor que 7. Tal es el caso de los análisis de acidez en bebidas carbonatadas.

### **3.7 Determinación de acidez titulable**

La acidez titulable, mide la cantidad de álcali (ml NaOH 0.1 N) necesario para neutralizar los ácidos libres en 1 gramo de muestra. Se puede expresar en porcentaje de ácido cítrico, o como gramos de ácido cítrico por litro de solución.

Los fundamentos teóricos de esta titulación se describen en la sección anterior, recordando que es la valoración de un ácido débil, en este caso ácido cítrico, con la utilización de un titulante fuerte, en este caso hidróxido de sodio, se utiliza una base fuerte, porque de esta forma reacciona completamente con el analito. Por lo que para hacerlo con la ayuda de un potenciómetro, se debe de obtener un pH mayor de 7 en el punto de equivalencia. El pH va a depender de la ionización del ácido, ya que en la medida en que el anión del ácido se hidrolice, en esa medida aumentara el pH.

El aumento de pH en las etapas iniciales es mayor y en la proximidad del punto de equivalencia es menos drástico.

La norma COGUANOR NGO 34 154 que contiene las especificaciones que deben de cumplirse en la elaboración de bebidas carbonatadas, indica que el máximo permisible de acidez es del 0.5, expresado este valor en gramos de ácido cítrico anhidro por cada 100 cm<sup>3</sup> de muestra.<sup>12.9</sup>

Tal norma remite a la norma NGO 34 003 h14 (ICAITI 34 003 h14 por no existir la norma NGO en cuestión) la cual contempla las especificaciones para la determinación de acidez.

La norma ICAITI 34 003 h14 es para la determinación de acidez en productos elaborados a partir de frutas y vegetales, pero según las normas COGUANOR, también se aplica para bebidas carbonatadas.<sup>12.20</sup>

El procedimiento contemplado en la norma es el siguiente.

1. Medir 10 cm<sup>3</sup> de la muestra.
2. La muestra se transfiere a un erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup> y se diluye aproximadamente a 250 cm<sup>3</sup> con agua destilada.
3. Se titula con solución 0.1 N de hidróxido de sodio, usando 0.3 cm<sup>3</sup> de la solución indicadora de fenolftaleína por cada 100 cm<sup>3</sup> de la solución que se va a titular y se anota el volumen gastado de álcali.

Para la obtención de los resultados, la norma propone la siguiente fórmula:

$$A_c = \frac{100 * V_1 * N * me}{V}$$

En la que:

A<sub>c</sub> = Acidez titlable, en gramos por 100 cm<sup>3</sup>

V = Volumen de la muestra, en centímetros cúbicos

---

12.9 COGUANOR NGO 34 154.

12.20 Norma Centroamericana ICAITI 34 000 h14.

$V_1$  = Volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en centímetros cúbicos.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

me = Mili equivalente del ácido en términos del cual se expresa la acidez, sabiendo que: 1 cm<sup>3</sup> de la solución 1 N de álcali equivale a:

0.06005 g d ácido acético

0.06404 g d ácido cítrico anhidro

0.06704 g de ácido málico

0.07505 g de ácido tartárico

Como la acidez en bebidas carbonatadas se expresa en gramos de ácido cítrico anhidro para el caso de bebidas diferentes a las de tipo cola, se utiliza el factor 0.06404 g.

El procedimiento descrito en la norma es muy general, sin embargo todo procedimiento que sea consistente con la fórmula presentada, aún y cuando las concentraciones utilizadas sean distintas, es válido. Además hay que recordar que para el caso específico de bebidas con gas, es necesario antes de tomar la muestra, eliminar el gas de la misma, para que la lectura sea más precisa. Ya que si tiene gas, el dato obtenido será erróneo, puesto que parte del volumen medido será gas y no líquido de dilución.

En la actualidad en las industrias, ya no se utiliza un colorante como indicador, sino más bien se ha calculado el pH al que se da el viraje del color en caso se tuviera el indicador, y con este dato, se utiliza un potenciómetro, para que al momento de llegar al pH del punto de equivalencia se haga la lectura del álcali consumido. Esto es menos costoso y más preciso.

### **3.8 Determinación de la concentración de soda caustica (NaOH)**

#### **3.8.1 Soda cáustica**

Nombre que se le da al hidróxido de sodio. Es un producto muy 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, llegando a explotar con facilidad cuando reacciona con el 1,2-dicloroetileto y con tricloroetileno por ejemplo, porque forma monocloroacetileno y dicloroacetileno.

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.

Sobre la piel, soluciones de 25 a 50% de hidróxido de sodio, causan una sensación de irritación en cerca de 3 minutos; con soluciones al 4% la irritación no se manifiesta hasta varias horas después.<sup>12.1</sup>

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.

### **3.9 Determinación de alcalinidad**

Esta determinación se hace en bebidas tipo mineral o soda, que no son más que bebidas carbonatadas obtenidas por disolución de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) 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.<sup>12.9</sup>

La alcalinidad de una muestra de agua es su capacidad para reaccionar o neutralizar iones hidronio (H<sup>+</sup>) hasta un valor de pH igual a 4.5. La alcalinidad es causada principalmente por bicarbonatos y carbonatos presentes en la bebida. Representa la suma de las bases que pueden ser tituladas.<sup>12.1</sup>

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.<sup>12.15</sup>

---

12.1 Arana Bilbao, M. 2007. Fichas de sustancias químicas.

12.9 COGUANOR NGO 34 154. Bebidas Gaseosas.

12.15 Goyenola, G. 2007. Guía para la utilización de las vasijas viajeras.

La alcalinidad se halla asociada al sistema carbonato, esto es, a los carbonatos, bicarbonatos y ácido carbónico presentes. Por esta razón la alcalinidad suele tomarse como un indicativo de la concentración de estas sustancias, sin que ello quiera decir que, para todos los casos, la alcalinidad se deba exclusivamente al sistema carbonato.

Debido a que el ión bicarbonato tiene características anfóteras (actúa como ácido y como base), una de las principales consecuencias de la existencia del sistema carbonato consiste en que éste le imparte a la bebida una ligera capacidad buffer.

La alcalinidad suele expresarse como la concentración equivalente de iones hidroxilo, en mg/L o como la cantidad equivalente de  $\text{CaCO}_3$ , en mg/L.

El agente titulante puede ser HCl o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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.<sup>12.3</sup>

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. En caso de contacto con la piel o los ojos lávese prontamente con agua en abundancia y acúdase de inmediato al médico.

### **3.10 Cristalería y equipo a utilizar en el laboratorio**

Para el laboratorio de análisis químicos de titulación, la cristalería indispensable, está compuesta por: vasos de precipitado o beakers, probetas, buretas, pipetas y pissetas. El equipo básico debe incluir: pHmetro o potenciómetro y agitador magnético.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 General**

Realizar un estudio de prefactibilidad para la implementación de un laboratorio de análisis fisicoquímicos en la planta de producción de una fábrica de bebidas carbonatadas en la ciudad de Guatemala.

### **4.2 Específicos**

- 4.2.1 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.
- 4.2.2 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.
- 4.2.3 Establecer el costo de inversión, el costo de utilización del laboratorio y la viabilidad financiera del proyecto mediante un análisis beneficio/costo.
- 4.2.4 Proponer el diseño y distribución del laboratorio dentro de las instalaciones del salón de embotellado.

## **5. RECURSOS**

### **5.1Humanos**

- 5.1.1 Estudiante: T.U. Eddie Rodolfo Maldonado Cardona.
- 5.1.2 Asesor principal: Ph. D. Marco Antonio del Cid Flores.
- 5.1.3 Asesor adjunto: Ing. Qco. Carlos René Gil Pineda.
- 5.1.4 Operadores de las máquinas mezcladoras de producto.  
Encargados de los análisis del producto.
- 5.1.5 Personal del departamento de Ingeniería.
- 5.1.6 Personal de ventas de las casas comercializadoras.

### **5.2Institucionales**

- 5.2.1 Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR-
- 5.2.2 Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-
- 5.2.3 Centro Universitario del Suroccidente –CUNSUROCC-
- 5.2.4 Fábrica de bebidas carbonatadas de la ciudad de Guatemala.

### **5.3Financieros**

A disposición de la empresa.

### **5.4Físicos**

- 5.4.1 Computadora.
- 5.4.2 Internet.
- 5.4.3 Teléfono.
- 5.4.4 Impresora.
- 5.4.5 Energía eléctrica.

### **5.5Naturales**

- 5.5.1 Agua tratada.

## **6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

Para la realización del estudio de prefactibilidad en la implementación de un laboratorio de análisis fisicoquímicos en la planta de producción de bebidas carbonatadas se dividieron las actividades en tres etapas:

La etapa inicial consistió en realizar un diagnóstico o estudio de mercado que permitió no sólo identificar los análisis que se necesitan realizar en el laboratorio por parte de cada línea de embotellado sino también la cantidad que se hacen actualmente. Con esto se hizo un estimado de la capacidad que debe tener el laboratorio para cubrir la demanda presente y la proyección para cubrir la capacidad máxima de análisis que se necesitan en la planta de producción.

La segunda etapa contempló en base a los resultados en el estudio anterior, obtenidos los procedimientos de cada análisis 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. Todo se acompañó de costos.

La tercera y última etapa consistió en realizar un análisis de beneficio/costo, en el cual se obtuvo el valor de inversión inicial y el costo por análisis y con ello se determinó la viabilidad financiera del proyecto. Todo esto se explica en detalle a continuación.

### **6.1 Etapa inicial**

6.1.1 Se encuestó a los operadores de la máquina mezcladora de cada línea de embotellado de refrescos carbonatados. La boleta utilizada se muestra en el apéndice No. 14.1 en la página No. 106. Por medio de la boleta se obtuvo que tipo de análisis se necesita realizar por línea de embotellado de refrescos carbonatados, la periodicidad de cada uno y la capacidad actual

de producción. La capacidad actual de producción se presenta en horas de producción diarias por días a la semana. Por ejemplo, si se tiene una producción de ocho horas diarias y sólo se produce de lunes a viernes, se dice que la capacidad actual de producción es de ocho horas diarias por cinco días a la semana. Por lo tanto la capacidad máxima de producción es de veintitrés horas al día, por seis días a la semana. Esto debido a que por cada veintitrés horas de producción se tiene que hacer limpieza y mantenimiento del equipo durante una hora y el séptimo día es obligatorio realizar la sanitización de procedimiento prolongado y la lubricación del equipo.

- 6.1.2 Toda la información de las boletas se presenta en una tabla de tal manera que está última resume por análisis la cantidad que se hacen a la semana y además indica cuál es la capacidad actual de producción. La tabla propuesta es la que se presenta en el apéndice No. 14.2 de la página No. 107.
- 6.1.3 Conociendo la capacidad actual de producción y la capacidad máxima de producción, se obtuvo la capacidad actual de análisis en el laboratorio y la capacidad máxima de análisis en el laboratorio. Por ejemplo: si un análisis determinado se realiza cada hora y solo se está trabajando ocho horas diarias de producción, se obtiene que la capacidad actual en el laboratorio es de ocho análisis por día. Por lo tanto sabiendo que en la capacidad máxima de producción se trabajan veintitrés horas al día, se obtuvo una capacidad máxima de veintitrés análisis por día.
- 6.1.4 De la forma antes descrita se obtuvo la capacidad actual y máxima de análisis en el laboratorio.

## **6.2 Etapa intermedia**

- 6.2.1 Se obtuvieron los procedimientos que la empresa sigue para realizar cada uno de los análisis identificados en la etapa anterior. Los procedimientos se encuentran en la sección de anexos.
- 6.2.2 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.
- 6.2.3 En 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.
- 6.2.4 Se presentó el costo de cada una de las adquisiciones propuestas en el punto anterior.
- 6.2.5 Se elaboró un plano que distribuye los espacios para los equipos de análisis dentro del laboratorio. La distribución se hizo en 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.

### **6.3 Etapa final**

6.3.1 En base a la cantidad de análisis a realizar y los costos que ello implica, se obtuvo el costo de inversión inicial.

6.3.2 Se obtuvo también el costo por análisis a realizar en el laboratorio. Para ello se sabe qué cantidad de reactivo se necesita en una determinación y el costo de ese reactivo, por un simple análisis dimensional se obtuvo el costo de realizar esa determinación fisicoquímica.

6.3.3 Se realizó una evaluación mediante la relación beneficio/Costo, utilizando las fórmulas propuestas en la sección del marco teórico que trata el tema en específico.

6.3.4 En base al resultado de la evaluación anterior, se concluyó que si es viable financieramente la implementación del laboratorio.

## **7. ESTUDIO DE MERCADO**

El salón de embotellado de refrescos, en donde se desea instalar un laboratorio de análisis fisicoquímicos, cuenta con tres líneas de embotellado: una de ellas es para bebidas carbonatadas en presentación de envase de vidrio de 12 onzas fluidas (355 mililitros), otra para la producción en envase PET en presentaciones familiares (3.0 y 3.3 litros) y una última, para el embotellado en envase PET 20 onzas fluidas (600 mililitros) y 2 litros. En las tres líneas se producen diferentes sabores de bebidas. Todas cuentan con una máquina mezcladora que recibe de tres tuberías distintas: agua, jarabe terminado y dióxido de carbono, las mezcla y obtiene el producto terminado que envía a la máquina llenadora. Es en la máquina mezcladora donde se puede variar la dosificación de cualquiera de esos flujos para modificar los parámetros fisicoquímicos característicos de dichas bebidas, los que son analizados por los operadores de estas mismas máquinas en el producto terminado.

Para ello el operador toma una muestra al azar del producto terminado que sale en las bandas transportadoras y luego de descarbonatarlo, le realiza los análisis pertinentes según sea el producto y la línea de embotellado de refrescos carbonatados.

### **7.1 Análisis a realizar**

En el laboratorio que se desea instalar, según la encuesta realizada, se deben de realizar los siguientes análisis:

- 7.1.1 Determinación de grados Brix.
- 7.1.2 Determinación de volumen de carbonatación.
- 7.1.3 Medición de torque.
- 7.1.4 Análisis de acidez.
- 7.1.5 Análisis de sales minerales (alcalinidad).
- 7.1.6 Determinación de la concentración de soda cáustica.

## 7.2 Capacidad actual

Al hablar de capacidad actual se tienen dos categorías: la primera es sobre la capacidad actual de producción en cada línea de embotellado y la segunda es sobre la capacidad actual de análisis que debe de tener el laboratorio para empezar a funcionar. A continuación se presenta en la Tabla No. 2 el resumen obtenido de las encuestas sobre la producción que se tiene en la actualidad por línea de embotellado.

**Tabla No. 2**

**Capacidad actual de producción por línea de embotellado**

| <b>Línea de embotellado</b> | <b>Capacidad de producción<br/>(horas/semana)</b> |
|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| Vidrio 12 onzas             | 36                                                |
| PET 3.0 litros              | 120                                               |
| PET 20 onzas y 2 litros     | 48                                                |

Fuente: elaboración propia. 2011.

La Tabla No. 3 muestra en base a los datos obtenidos en la encuesta, la capacidad actual de análisis que debe de tener el laboratorio para cubrir la demanda. La columna de tipo de análisis y la columna de periodicidad se obtienen directamente de la encuesta, mientras que la columna de capacidad actual de producción y capacidad de análisis se calcula como se explicó en la sección de descripción de actividades. La capacidad de análisis se presenta por día debido a que permite tener una idea más clara de cuantos análisis se deben de realizar por día en el laboratorio y de esa forma expresar su capacidad actual.

**Tabla No. 3**  
**Capacidad de análisis que se necesita para la línea de**  
**embotellado de vidrio 12 onzas (355 mililitros)**

| <b>Tipo de análisis</b>          | <b>Periodicidad</b> | <b>Capacidad actual de producción</b> | <b>Capacidad actual de análisis</b> |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Grados Brix                      | 1 vez/hora          | 36 horas/semana                       | 9 análisis/día                      |
| Determinación de sales minerales | 1 vez/hora          | 2 horas/semana                        | 2 análisis/día                      |
| Concentración de soda cáustica   | 1 vez/día           | ----                                  | 1 análisis/día                      |
| Contenido de CO <sub>2</sub>     | 1 vez/hora          | 36 horas/semana                       | 9 análisis/día                      |

Fuente: elaboración propia. 2011.

En la Tabla anterior se observa que para la concentración de soda cáustica, no se tiene algún valor en la casilla de capacidad actual de producción, esto se debe a que el análisis se realiza una vez al día, antes de iniciar la producción, indistintamente de las horas de producción que se tengan ese día en la línea de embotellado. Por esa misma razón en la casilla de periodicidad se tiene un análisis por día.

La capacidad de producción se obtiene conociendo que la línea está trabajando 9 horas al día durante 4 días a la semana. Dentro de esta capacidad de producción se incluye la producción de aguas tipo mineral, por lo que en la determinación de grados Brix y contenido de CO<sub>2</sub> ya está contemplado.

Para la determinación de sales minerales por ser un análisis solo para aguas gaseosas tipo mineral y por tener una producción baja de aproximadamente dos horas a la semana es que se realizan solo dos análisis en el día, el único día de producción.

Al multiplicar las horas de producción al día por la periodicidad del análisis se obtienen la capacidad de análisis por día. La capacidad

actual se presenta en análisis por día para poder tener una idea más clara de cuantos análisis se deben realizar en el laboratorio y que este tenga la capacidad adecuada.

La Tabla No. 4 resume la capacidad actual que debe de tener el laboratorio para cubrir la demanda de análisis de la línea de embotellado en envase PET 3.0 litros.

**Tabla No. 4**  
**Capacidad de análisis que se necesita para la línea de PET 3.0**  
**litros**

| <b>Tipo de análisis</b>        | <b>Periodicidad</b> | <b>Capacidad actual de producción</b> | <b>Capacidad actual de análisis</b> |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Grados Brix                    | 1 vez/hora          | 120 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Contenido de CO <sub>2</sub>   | 1 vez/hora          | 120 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Medición de torque             | 1 vez/hora          | 120 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Concentración de soda cáustica | 1 vez/semana        | ---                                   | 1 análisis/día                      |

Fuente: elaboración propia. 2011.

En el caso de la concentración de soda cáustica, dicho análisis se realiza en los tanques que se utilizan para la limpieza y desinfección de las tuberías por las que circula el producto en la línea de embotellado. Por lo tanto, es independiente de la capacidad de producción y por ello no tiene valor alguno en la casilla correspondiente.

La capacidad actual de análisis se expresa en cantidad de análisis por día y se obtiene multiplicando la periodicidad del análisis por las horas de producción en el día. La línea tiene una producción de 23 horas por día de lunes a viernes y 5 horas el día sábado por lo tanto se tiene un total de 23 análisis de cada tipo. Se expresa de esa

manera para tener una idea más clara de cuantos análisis por día se necesitan realizar en el laboratorio para cubrir la demanda de la línea número dos.

La Tabla No. 5 muestra la capacidad actual que se tiene en la línea de embotellado en envase PET 20 onzas y 2 litros, los análisis se realizan dependiendo del tipo de sabor y tipo de presentación, pero la tabla resume la necesidad de análisis en general de toda la línea.

**Tabla No. 5**  
**Capacidad de análisis que se necesita para la línea de PET 20 onzas (600 mililitros) y 2 litros**

| <b>Tipo de análisis</b>        | <b>Periodicidad</b> | <b>Capacidad actual de producción</b> | <b>Capacidad actual de análisis</b> |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Grados Brix                    | 1 vez/hora          | 48 horas/semana                       | 12 análisis/día                     |
| Contenido de CO <sub>2</sub>   | 1 vez/hora          | 48 horas/semana                       | 12 análisis/día                     |
| Medición de torque             | 1 vez/hora          | 48 horas/semana                       | 12 análisis/día                     |
| Análisis de acidez             | 1 vez/hora          | 30 horas/semana                       | 12 análisis/día                     |
| Análisis de sales minerales    | 1 vez/hora          | 2 horas/semana                        | 2 análisis/día                      |
| Concentración de soda cáustica | 1 vez/semana        | ---                                   | 1 análisis/día                      |

Fuente: elaboración propia. 2011.

Al igual que las Tablas de las dos líneas anteriores muestra el tipo de análisis y la periodicidad de cada uno, datos obtenidos directamente de la encuesta realizada.

La capacidad actual de producción es de 12 horas al día, de lunes a jueves, dentro de la capacidad de dicha capacidad se incluye la producción de las bebidas que necesitan análisis de acidez, es decir de las 48 horas de producción que necesitan determinación

de grados Brix, ya se incluyen 30 horas de producción de bebidas que necesitan análisis de acidez.

El análisis de acidez no se realiza en todas las bebidas, por lo que la capacidad de producción se toma en base a las bebidas en las que aplica, eso hace que se requiera de menos análisis a la semana. Para la concentración de soda cáustica se aplica el mismo razonamiento que en los tanques de limpieza y desinfección de la línea de presentaciones familiares que se explica en la página anterior.

La capacidad actual de análisis es de 12 análisis por día en la mayoría de análisis debido a que se multiplica la periodicidad del análisis con las horas de producción en el día, esto permite tener una mejor claridad de cuantos análisis se deben de realizar en el laboratorio por día de trabajo.

### **7.3 Capacidad máxima**

La capacidad máxima de producción se determina por las horas máximas de producción que en la semana puede tener cada línea de embotellado. Cada línea de embotellado puede trabajar 23 horas al día, dejando la hora restante para realizar una limpieza corta y hacer descansar al equipo un instante, y sólo puede trabajar 6 de los 7 días de la semana, debido a que es obligatorio darle limpieza y lubricación (mantenimiento) a toda la línea de embotellado. Esto evita desperfectos que propicien un tiempo de paro no programado.

**Tabla No. 6**  
**Capacidad máxima de producción en cada línea de embotellado**

| <b>Línea de embotellado</b> | <b>Capacidad máxima de producción (horas/semana)</b> |
|-----------------------------|------------------------------------------------------|
| Vidrio 12 onzas             | 138                                                  |
| PET 3.5 litros              | 138                                                  |
| PET 20 onzas y 2 litros     | 138                                                  |

Fuente: elaboración propia. 2011.

La Tabla anterior muestra los valores máximos posibles de producción y permite, al comparar con la Tabla No. 2, obtener un porcentaje al dividir las horas actuales de producción dentro de las horas máximas posibles de producción y multiplicarlo por 100. La línea de embotellado en vidrio está trabajando a un 26% de capacidad, la línea de PET 3.0 litros está trabajando a un 87% de su capacidad y la última a un 35%. Los porcentajes anteriores demuestran que la planta de embotellado de refrescos carbonatados está capacitada para producir más de lo que lo está haciendo actualmente.

Haciendo uso de las Tablas anteriores (de la 2 a la 6) se estima la capacidad máxima de análisis que debe de tener el laboratorio.

**Tabla No. 7**  
**Capacidad máxima de análisis que se necesita para la línea**  
**envase de vidrio 12 onzas (355 mililitros)**

| <b>Tipo de análisis</b>          | <b>Periodicidad</b> | <b>Capacidad máxima de producción</b> | <b>Capacidad máxima de análisis</b> |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Grados Brix                      | 1 vez/hora          | 138 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Determinación de sales minerales | 1 vez/hora          | 12 horas/semana                       | 2 análisis/día                      |
| Concentración de soda cáustica   | 1 vez/día           | ----                                  | 1 análisis/día                      |
| Contenido de CO <sub>2</sub>     | 1 vez/hora          | 138 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |

Fuente: elaboración propia. 2011.

En la línea de envase de vidrio no se realizan análisis de acidez por el tipo de producto y no se realiza medición de torque porque no es de tapa rosca.

La determinación de sales minerales se realiza únicamente en bebidas tipo mineral y la producción actual es de 2 horas a la semana, proyectando una producción máxima de ese producto a 2 horas diarias por 6 días a la semana. La concentración de soda cáustica sigue igual debido a que se realiza una vez al día indistintamente de la cantidad de producción que se tenga.

Todos los datos de capacidad máxima de análisis que se presentan en la Tabla No. 7 son por día. Todos se multiplican por 6 días a la semana que es la capacidad máxima de producción en días.

**Tabla No. 8**  
**Capacidad máxima de análisis que se necesita para la línea de**  
**PET 3.0 litros**

| <b>Tipo de análisis</b>        | <b>Periodicidad</b> | <b>Capacidad actual de producción</b> | <b>Capacidad máxima de análisis</b> |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Grados Brix                    | 1 vez/hora          | 138 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Contenido de CO <sub>2</sub>   | 1 vez/hora          | 138 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Medición de torque             | 1 vez/hora          | 138 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Concentración de soda cáustica | 1 vez/semana        | ---                                   | 1 análisis/día                      |

Fuente: elaboración propia. 2011.

La concentración de soda cáustica no varía tal y como se explicó anteriormente.

**Tabla No. 9**  
**Capacidad máxima de análisis que se necesita para la línea de**  
**PET 600 mililitros y 2 litros**

| <b>Tipo de análisis</b>        | <b>Periodicidad</b> | <b>Capacidad actual de producción</b> | <b>Capacidad máxima de análisis</b> |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Grados Brix                    | 1 vez/hora          | 138 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Contenido de CO <sub>2</sub>   | 1 vez/hora          | 138 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Medición de torque             | 1 vez/hora          | 138 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Análisis de acidez             | 1 vez/hora          | 138 horas/semana                      | 23 análisis/día                     |
| Análisis de sales minerales    | 1 vez/hora          | 12 horas/semana                       | 2 análisis/día                      |
| Concentración de soda cáustica | 1 vez/semana        | ---                                   | 1 análisis/día                      |

Fuente: elaboración propia. 2011.

En la Tabla No. 9 se tomó el mismo criterio de la Tabla No. 7. Y para el caso del análisis de sales minerales se toma como capacidad máxima una producción de 2 horas diarias durante 6 días.

**Tabla No. 10**  
**Resumen de análisis por día en capacidad máxima para cada**  
**línea de embotellado de bebidas carbonatadas.**

| Análisis        | Línea 1 | Línea 2 | Línea 3 | Total |
|-----------------|---------|---------|---------|-------|
| Brix            | 23      | 23      | 23      | 69    |
| Sales minerales | 2       | 0       | 2       | 4     |
| Soda cáustica   | 1       | 1       | 1       | 3     |
| Carbonatación   | 23      | 23      | 23      | 69    |
| Torque          | 0       | 23      | 23      | 46    |
| Acidez          | 0       | 0       | 23      | 23    |

Fuente: elaboración propia. 2011.

#### **7.4 Síntesis del capítulo**

Actualmente la planta de producción está operando en su primera línea a una capacidad del 26%. La segunda línea a una capacidad del 87% y la última a una capacidad del 35%. La capacidad máxima de producción es de 138 horas en 6 días de producción. Tomando en cuenta las tres líneas de embotellado, el laboratorio debe tener al día, una capacidad máxima de 69 análisis de grados Brix, 4 análisis de sales minerales, 3 análisis de soda cáustica, 69 análisis de carbonatación, 46 mediciones de torque y 23 análisis de acidez.

## 8. ESTUDIO TÉCNICO

En base a la sección 8.1 del estudio de mercado, son 6 determinaciones las que se realizarán en el laboratorio, los instructivos para realizarlos se presentan en la sección de anexos.

### 8.1 Equipo y cristalería

Se presenta a continuación en base a los instructivos, un listado de todo el equipo y la cristalería que se necesita para realizar un análisis de cada tipo.

**Tabla No. 11**

**Equipo y cristalería para la determinación de grados Brix.**

| <b>Equipo/Cristalería</b>        | <b>Cantidad</b> |
|----------------------------------|-----------------|
| Refractómetro digital 0 – 32° Bx | 1               |
| Piseta de 250 ml                 | 1               |
| Gotero                           | 1               |

Fuente: Procedimiento para determinación de grados Brix.

**Tabla No. 12**

**Equipo y cristalería para la determinación del volumen de carbonatación**

| <b>Equipo/Cristalería</b>       | <b>Cantidad</b> |
|---------------------------------|-----------------|
| Determinador de CO <sub>2</sub> | 1               |

Fuente: Procedimiento para determinación del volumen de carbonatación.

**Tabla No. 13**

**Equipo y cristalería para la medición del torque de tapas**

| <b>Equipo/Cristalería</b> | <b>Cantidad</b> |
|---------------------------|-----------------|
| Torquímetro analógico     | 1               |

Fuente: Procedimiento para la medición del torque de tapas.

**Tabla No. 14**

**Equipo y cristalería para el análisis de acidez titulable**

| <b>Equipo/Cristalería</b>      | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|-----------------|
| Potenciómetro (medidor de pH)  | 1               |
| Soporte para electrodo         | 1               |
| Agitador magnético             | 1               |
| Barra magnética para agitación | 1               |
| Beaker de 250 ml               | 3               |
| Probeta de 100 ml              | 1               |
| Pipeta de 25 ml                | 1               |
| Piseta de 250 ml               | 1               |
| Bureta automática de 25 ml     | 1               |

Fuente: Procedimiento para el análisis de acidez titulable.

**Tabla No. 15**

**Equipo y cristalería para el análisis de sales minerales por  
titulación**

| <b>Equipo/Cristalería</b>      | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|-----------------|
| Potenciómetro (medidor de pH)  | 1               |
| Soporte para electrodo         | 1               |
| Agitador magnético             | 1               |
| Barra magnética para agitación | 1               |
| Beaker de 250 ml               | 3               |
| Probeta de 100 ml              | 1               |
| Pipeta volumétrica de 50 ml    | 1               |
| Piseta de 250 ml               | 1               |
| Bureta automática de 25 ml     | 1               |

Fuente: Procedimiento para el análisis de sales minerales por titulación

**Tabla No. 16**  
**Equipo y Cristalería para determinar la concentración de soda**  
**cáustica por titulación**

| <b>Equipo/Cristalería</b>      | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|-----------------|
| Agitador magnético             | 1               |
| Barra magnética para agitación | 1               |
| Beaker de 250 ml               | 2               |
| Erlenmeyer de 250 ml           | 1               |
| Pipeta de 1 ml                 | 1               |
| Piseta de 250 ml               | 1               |
| Bureta automática de 25 ml     | 1               |

Fuente: Procedimiento para la concentración de soda cáustica por titulación.

Las Tablas anteriores muestran las unidades de equipo y cristalería necesarios para realizar un análisis de cada tipo. Todo lo que se necesita adquirir en cristalería y equipo se resumen en la Tabla No. 17 de la siguiente página.

**Tabla No. 17**  
**Cantidad total de equipo y cristalería a cotizar**

| <b>Equipo/Cristalería</b>        | <b>Cantidad</b> |
|----------------------------------|-----------------|
| Refractómetro digital 0 – 32° Bx | 1               |
| Potenciómetro (medidor de pH)    | 1               |
| Soporte para electrodo           | 1               |
| Torquímetro analógico            | 1               |
| Determinador de CO <sub>2</sub>  | 2               |
| Agitador magnético               | 1               |
| Piseta de 250 ml                 | 2               |
| Gotero                           | 1               |
| Barra magnética para agitación   | 3               |
| Beaker de 250 ml                 | 8               |
| Probeta de 100 ml                | 2               |
| Pipeta de 25 ml                  | 1               |
| Bureta automática de 25 ml       | 3               |
| Pipeta volumétrica de 50 ml      | 1               |
| Erlenmeyer de 250 ml             | 1               |
| Pipeta graduada de 1 ml          | 1               |

Fuente: elaboración propia, 2011.

En base a las Tablas 11 a la 17, se realizaron las cotizaciones del equipo y cristalería y las especificaciones se presentan en la sección de anexos, en la Tabla No. 18 de la siguiente página se presentan los precios obtenidos.

**Tabla No. 18****Total de inversión en compra de equipo y cristalería**

| <b>Equipo/Cristalería</b>        | <b>Cantidad</b> | <b>Precio total en quetzales</b> |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| Refractómetro digital 0 – 32° Bx | 1               | 9,360.00                         |
| Potenciómetro (medidor de pH)    | 1               | 3,520.00                         |
| Soporte para electrodo           | 1               | 803.00                           |
| Torquímetro analógico            | 1               | 9,711.00                         |
| Determinador de CO <sub>2</sub>  | 2               | 11,120.00                        |
| Agitador magnético               | 1               | 2,098.20                         |
| Piseta de 250 ml                 | 2               | 44.00                            |
| Gotero                           | 1               | 2.00                             |
| Beaker de 250 ml                 | 8               | 208.00                           |
| Probeta de 100 ml                | 2               | 88.00                            |
| Pipeta de 25 ml                  | 1               | 27.00                            |
| Bureta automática de 25 ml       | 3               | 315.00                           |
| Pipeta volumétrica de 50 ml      | 1               | 45.00                            |
| Erlenmeyer de 250 ml             | 1               | 28.00                            |
| Pipeta graduada de 1 ml          | 1               | 14.00                            |
| <b>TOTAL</b>                     |                 | <b>37,383.20</b>                 |

Fuente: elaboración propia en base a cotizaciones. 2011.

**8.2 Reactivos**

Los reactivos que se utilizan son los siguientes:

**8.2.1 Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N**

- Precio: Q.319.10 c/litro

#### 8.2.2 **Ácido clorhídrico (HCl) 0.1 N**

- Precio: Q.503.90 c/litro

#### 8.2.3 **Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0.02 N**

- Precio: Q.330.60 c/litro

#### 8.2.4 **Agua desmineralizada**

- Precio: Q.14.50 c/garrafón (18.9 litros)

#### 8.2.5 **Solución de fenolftaleína**

- Precio: Q.889.67 c/100 ml

### 8.3 **Calculo de costo por análisis**

#### 8.3.1 **Análisis de acidez**

Cuando se realiza análisis de acidez tituable, se utilizan aproximadamente 17 ml de NaOH por cada corrida, se coloca como cantidad máxima por análisis un volumen de 25 ml de NaOH. Como son 138 análisis a la semana, se necesitan 3450 ml a la semana y al mes se necesitan 13.8 litros lo que equivale a Q.4,403.58. El precio del reactivo utilizado por análisis es de Q.7.98

Se utilizan 75 ml de agua desmineralizada, cantidad que tiene un costo de Q.0.06

#### 8.3.2 **Análisis de sales minerales**

Para el análisis de sales minerales por titulación se coloca una cantidad máxima a utilizar de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25 ml por corrida. Son 96 corridas al mes, la cantidad requerida de reactivo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02 N es

de 2.4 litros lo que equivale a Q.793.40. El precio del reactivo utilizado por análisis es de Q.8.26

La cantidad de agua desmineralizada es de 50 ml por análisis, cantidad que tiene un costo de Q.0.04

### **8.3.3 Concentración de soda cáustica**

Al determinar la concentración de soda cáustica se utiliza un máximo de 10 ml de HCl 0.1 N. Son 32 análisis al mes, se necesitan 320 ml lo que equivale a Q.161.25. El precio del reactivo utilizado por análisis es de Q.5.04.

En este análisis se utiliza fenolftaleína. Tres gotas por análisis, la cantidad máxima que se puede gastar por análisis es de cinco gotas. Para 32 análisis al mes, se necesitan 8.0 ml del indicador al mes, lo que equivale a Q.8.90. El precio del indicador utilizado por análisis es de Q.2.22.

## **8.4Utensilios**

### **8.4.1 Papel toalla.**

Precio: Q.20.75 c/rollo

### **8.4.2 Jabón para lavar trastos en tarro.**

Precio: Q.8.00 c/u

### **8.4.3 Esponja verde para lavar trastos.**

Precio: Q.10.00 el paquete de 3 unidades

La limpieza del área la realizará el personal de limpieza de la planta y con los utensilios que ellos ya utilizan.

Además se comprará un lavatrastos industrial que está valorado incluyendo instalación, en Q.3,500.00

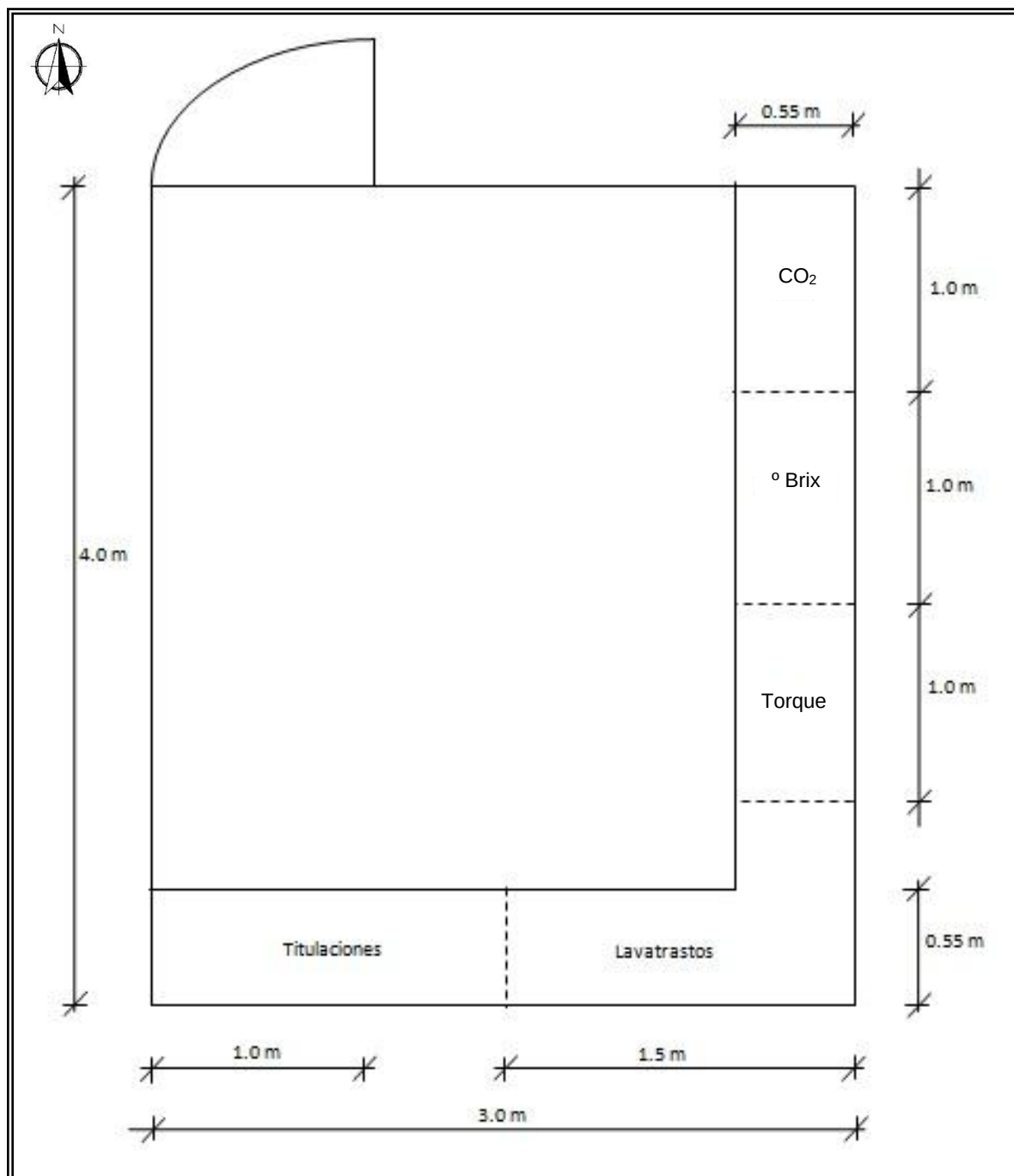
### **8.5 Construcción**

En la planta actualmente se tiene destinada un área para laboratorio de 4 metros de ancho por 3 metro de largo, 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 epoxico anti – ácidos, anti – álcalis y lavable certificado por FDA. El valor total es de Q.10,844.5 de 26.45 metros lineales que incluyen 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

### **8.6 Distribución del laboratorio**

En la figura No. 12 de la siguiente página se muestra la distribución que se tendrá dentro del laboratorio. La distribución se hizo en base al orden en que las muestras se someten a los análisis. Cuando se hacen análisis se llevan dos muestras del producto ya terminado, un envase se utiliza para determinar el volumen de carbonatación, luego para medición de Brix y por último para medición de acidez o sales minerales según sea el caso en que aplique. La segunda muestra se utiliza para medición de torque.



Fuente: elaboración propia. 2011

**Figura No. 1**  
**Plano de distribución de equipo para análisis en el laboratorio**  
**a implementar**

### **8.7 Síntesis del capítulo**

El equipo y cristalería que se necesita adquirir tiene un costo de Q.37,383.20. Los reactivos tienen un costo inicial de Q.2,057.77 incluida el agua desmineralizada. La construcción de las mesas y gabinetes tienen un costo de Q.8,900.00. El lavatrastos con su instalación tiene un costo de Q.3,500.00. Las curvas sanitarias están valoradas en Q.10,844.5. La empresa tiene actualmente una habitación de 12 m<sup>2</sup> que será acondicionada para implementar en ella el laboratorio, por lo tanto no se tendrán gastos por construcción. Solo se invertirá en acondicionamiento.

## 9. ESTUDIO FINANCIERO

En esta última etapa se utiliza la información obtenida en el estudio técnico para determinar la inversión inicial y el costo de utilización por análisis. Además se calcula la razón beneficio costo, utilizando las fórmulas descritas en la sección del marco teórico.

### 9.1 Inversión inicial

La inversión inicial encierra todas las salidas de dinero que son necesarias hacer en un principio para implementar el laboratorio, se cuentan acá, los gastos de construcción, de compra de equipo, cristalería y utensilios.

La inversión inicial se desglosa en la siguiente tabla:

**Tabla No. 19**  
**Inversión inicial**

| <b>Equipo/Cristalería</b>        | <b>Cantidad</b> | <b>Precio total en<br/>quetzales</b> |
|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| Refractómetro digital 0 – 32° Bx | 1               | 9,360.00                             |
| Potenciómetro (medidor de pH)    | 1               | 3,520.00                             |
| Soporte para electrodo           | 1               | 803.00                               |
| Torquímetro analógico            | 1               | 9,711.00                             |
| Determinador de CO <sub>2</sub>  | 2               | 11,120.00                            |
| Agitador magnético               | 1               | 2,098.20                             |
| Piseta de 250 ml                 | 2               | 44.00                                |
| Gotero                           | 1               | 2.00                                 |
| Beaker de 250 ml                 | 8               | 208.00                               |
| Probeta de 100 ml                | 2               | 88.00                                |
| Pipeta de 25 ml                  | 1               | 27.00                                |
| Bureta automática de 25 ml       | 3               | 315.00                               |
| Pipeta volumétrica de 50 ml      | 1               | 45.00                                |
| Erlenmeyer de 250 ml             | 1               | 28.00                                |
| Pipeta graduada de 1 ml          | 1               | 14.00                                |
| Construcción de mesas            | 2               | 8,900.00                             |
| Lavatrastos e instalación        | 1               | 3,500.00                             |
| Curvas sanitarias                | 26.45           | 10,844.50                            |
| <b>TOTAL</b>                     |                 | <b>60,627.70</b>                     |

Fuente: elaboración propia. 2011.

## **9.2 Costo por análisis**

El costo por análisis esta dado por los gastos que se realizan para poder realizar el mismo, dentro de ésta categoría no se toman en cuenta los gastos de inversión inicial. Por tal razón aquí se considera únicamente el costo de utilizar la cantidad de reactivo que se necesita en cada análisis.

### **9.2.1 Determinación de grados Brix**

No se utiliza ningún reactivo. El costo por análisis es despreciable.

### **9.2.2 Volumen de carbonatación**

No se utiliza ningún reactivo. El costo por análisis es despreciable.

### **9.2.3 Medición de torque**

No se utiliza ningún reactivo. El costo por análisis es despreciable.

### **9.2.4 Acidez titulable**

El costo del NaOH 0.1 N utilizado es de Q.7.98 y el agua tiene costo de Q.0.06 por análisis. El total es Q.8.04 por análisis.

### **9.2.5 Determinación de sales minerales por titulación**

El costo del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02 N utilizado es de Q.8.26 y el agua tiene un costo de Q.0.04 por análisis. El total es Q.8.30 por análisis.

### 9.2.6 Concentración de soda cáustica

El costo del HCl 0.1 N utilizado es de Q.5.04 por análisis y el costo de la fenolftaleína es de Q.2.22 por análisis, dando un total de Q.7.26.

**Tabla No. 20**  
**Costo por análisis**

| Tipo de análisis | Costo por análisis (Q.) |
|------------------|-------------------------|
| Acidez           | 8.04                    |
| Sales minerales  | 8.30                    |
| Soda cáustica    | 7.26                    |

Fuente: elaboración propia. 2011.

### 9.3 Razón beneficio/costo

Para realizar esta determinación, se debe dejar claro cuáles son los beneficios obtenidos de la implementación, cuáles son los beneficios negativos y cuáles son los costos, tanto de inversión como de mantenimiento y operación.

#### 9.3.1 Beneficios positivos

En esta categoría entran las ventajas experimentadas. Para determinarlas se cotizó la realización de los análisis mencionados en el estudio de mercado en un laboratorio externo y se obtuvieron los siguientes precios:

- Grados Brix: Q.135.63
- Torque: Q.110.75
- Volumen de carbonatación: Q144.43
- Acidez titulable: Q.180.85
- Sales minerales por titulación: Q.191.25
- Concentración de soda cáustica por titulación: Q.115.00

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.

En la Tabla No. 21 se encuentra el total de análisis a realizar en el día. La Tabla No. 22 muestra el total de análisis a realizar en la semana. En base a ello se muestra el costo de realizar esa cantidad de análisis en un laboratorio externo y de realizarlos en el laboratorio a implementar. Estos dos costos se restan y el resultado se convierte en el ahorro que implica la implementación y que se toma como beneficio positivo.

**Tabla No. 21**  
**Total de análisis al día**

| <b>Análisis</b> | <b>Línea 1</b> | <b>Línea 2</b> | <b>Línea 3</b> | <b>Total</b> |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Brix            | 23             | 23             | 23             | 69           |
| Sales minerales | 2              | 0              | 2              | 4            |
| Soda cáustica   | 1              | 1              | 1              | 3            |
| Carbonatación   | 23             | 23             | 23             | 69           |
| Torque          | 0              | 23             | 23             | 46           |
| Acidez          | 0              | 0              | 23             | 23           |

Fuente: elaboración propia. 2011.

**Tabla No. 22****Total de análisis a la semana y costos de realización**

| Análisis                   | Total a la semana | Costos semanales en laboratorio externo (Q.) | Costos semanales en laboratorio implementado (Q.) | Ahorro (Q.) |
|----------------------------|-------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------|
| Brix                       | 414               | 56,150.82                                    | 0                                                 | 56,150.82   |
| Sales minerales            | 24                | 4,590.00                                     | 199.20                                            | 4,390.80    |
| Soda cáustica              | 18                | 2,070.00                                     | 130.68                                            | 1,939.32    |
| Carbonatación              | 414               | 59,794.02                                    | 0                                                 | 59,794.02   |
| Torque                     | 276               | 30,567.00                                    | 0                                                 | 30,567.00   |
| Acidez                     | 138               | 24,957.30                                    | 1,109.52                                          | 23,847.78   |
| TOTAL BENEFICIOS POSITIVOS |                   |                                              |                                                   | 176,688.94  |

Fuente: elaboración propia. 2011.

**9.3.2 Beneficios negativos**

Dentro de las desventajas no se encontró alguna razón monetaria, por lo tanto en donde se piden beneficios negativos se colocó cero.

**9.3.3 Costos**

- Costos de construcción: Q.19,744.5  
Incluyen únicamente la construcción de las mesas, gabinetes de laboratorio y curvas sanitarias.
- Costos de implementación: Q.40,883.20  
Incluyen la compra del equipo, cristalería y lavatrastos con su instalación.
- Costos de Operación, se desglosa en la Tabla No. 23 de la página siguiente.

**Tabla No. 23**

**Costos de operación por análisis a la semana**

| <b>Análisis</b>                  | <b>Total a la semana</b> | <b>Costos de operación a la semana (Q.)</b> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Brix                             | 414                      | 0                                           |
| Sales minerales                  | 24                       | 199.2                                       |
| Soda cáustica                    | 118                      | 856.68                                      |
| Carbonatación                    | 414                      | 0                                           |
| Torque                           | 276                      | 0                                           |
| Acidez                           | 138                      | 1,109.52                                    |
| <b>TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN</b> |                          | <b>2,165.40</b>                             |

Fuente: elaboración propia. 2011.

- Costos de inversión inicial: Costos de construcción + costos de implementación: Q.60,627.7
- Costos totales. Costos de inversión inicial + costos de operación: Q.62,793.10

**9.3.4 Aplicación de fórmula**

Una vez obtenidos los datos necesarios se introducen en la fórmula de la siguiente página:

$$B/C = \frac{\text{beneficios positivos} - \text{beneficios negativos}}{\text{Costos}} = \frac{B - BN}{c}$$

Y se obtiene:

$$B/C = \frac{176,688.94 - 0}{62,793.1} = \underline{\underline{2.81}}$$

De igual forma se aplica la fórmula de razón beneficio/costo modificada, como sigue:

$$\text{B/C modificada} = \frac{\text{beneficios positivos} - \text{beneficios negativos} - \text{costos M\&O}}{\text{Inversión inicial}}$$

Y se obtiene:

$$\text{B/C modificada} = \frac{176,688.94 - 0 - 2,165.40}{60,627.7} = \underline{\underline{2.87}}$$

Al aplicar cada una de las fórmulas se obtuvieron resultados distintos, pero ambos mayores que uno, esto indica que la implementación del laboratorio es de gran beneficio para la planta de producción. Ambos valores dieron mayor que uno tal y como lo indica la literatura.

#### **9.4 Síntesis del capítulo**

La razón beneficio costo convencional es de 2.81 y la modificada es de 2.87. Ambos casos demuestran claramente que el proyecto es viable y de gran beneficio económico para la empresa.

## **10.CONCLUSIONES**

- 10.1** El estudio de prefractibilidad realizado en la fábrica de bebidas carbonatadas de la ciudad de Guatemala, está compuesto de tres estudios que son: estudio de mercado, técnico y financiero, a través de los cuales se determinó que sí es viable la implementación de un laboratorio de análisis fisicoquímicos en dicha planta de producción.
- 10.2** 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.
- 10.3** La capacidad máxima del laboratorio por día debe ser 69 análisis de grados brix, 4 análisis de sales minerales, 69 determinaciones de volumen de carbonatación, 46 mediciones de torque, 23 análisis de acidez y en el caso de la soda cáustica, 8 análisis por semana.
- 10.4** Los lineamientos de operación y utilización del laboratorio están dados por el procedimiento de cada análisis a realizar, dichos procedimientos se encuentran en la sección de anexos. Ver anexo 13.4 en la página No. 81 hasta el anexo 13.12 en la página No. 92. Las cotizaciones del equipo e instrumentos necesarios para implementar el laboratorio demuestran que se

necesita invertir Q.37,383.20 en equipo y cristalería y los reactivos tienen un costo de Q.2,057.77.

**10.5** El costo de inversión inicial es de Q.60,627.7 y contempla el costo de construcción y el costo de compra de equipo y cristalería. El costo de utilización de laboratorio es de Q.2,165.4 semanales.

**10.6** La habitación que será utilizada para el laboratorio mide 4 metros de frente por 3 metros de largo, cuenta con energía eléctrica y paredes lisas.

**10.7** El proyecto sí es viable financieramente y de beneficio para la planta de producción de refrescos ya que se obtuvo un valor de razón beneficio costo con la fórmula convencional de 2.81 y un valor de 2.87 con la fórmula modificada, ambas demuestran su viabilidad y su gran beneficio por ser valores muy superiores a 1.

## **11.RECOMENDACIONES**

- 11.1** Elaborar un documento para el personal que utilice el laboratorio y que contenga la forma correcta, la periodicidad y el responsable de revisar que los equipos estén calibrados.
  
- 11.2** Capacitar al personal encargado de los análisis en la temática de Buenas Prácticas de Laboratorio, que contenga en detalle todas las especificaciones y reglas que deben regir un laboratorio de análisis fisicoquímicos en la industria de bebidas.

## 12.BIBLIOGRAFÍA

- 12.1** Arana Bilbao, M. 2007. Fichas de sustancias químicas. Hidróxido de sodio. (en línea) cl. Consultado el martes 05-07-11. Disponible en:  
[http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/esco/INGENIERIA\\_PREVENCION/Ficha\\_quimica\\_hidroxido\\_de\\_sodio.pdf](http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/esco/INGENIERIA_PREVENCION/Ficha_quimica_hidroxido_de_sodio.pdf)
- 12.2** Asimov, I. 2007. Breve historia de la química. Los gases. (en línea) consultado el 11-06-11. Disponible en:  
<http://www.librosmaravillosos.com/brevehistoriaquimica/capitulo04.html>
- 12.3** Aspectos teóricos. 2006. Capítulo 10 Alcalinidad. (en línea) co. Consultado el viernes 17-06-11. Disponible en:  
[http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/fluoreciencia/capitulos\\_fluoreciencia/calaguas\\_cap10.pdf](http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/calaguas_cap10.pdf)
- 12.4** Bebidas Carbonatadas. 2009. Métodos de fabricación. (en línea) Guatemala, gt. Consultado el 13-06-11. Disponible en  
<http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Bebidas-carbonatadas>
- 12.5** Blank, L.T. y Tarquín, A.J. 1999. Ingeniería Económica. Trad. G.R. Medina. Cuarta edición. co. Editorial McGraw-Hill. 750 p. Consultado el jueves 06-10-11
- 12.6** Bureta. 2010. FULLQUIMICA, información sobre el mundo de la química. (en línea) Consultado el 21-06-11. Disponible en:  
<http://www.fullquimica.com/2010/10/bureta.html>

- 12.7** Cloración-Desinfección-del-agua. 2008. Procesos de purificación. (en línea) mx. Consultado 12-06-11. Disponible en: [http://www.living-water.org/cloracion o desinfeccion del agua.htm](http://www.living-water.org/cloracion_o_desinfeccion_del_agua.htm)
- 12.8** COGUANOR NGO 34 003. Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Determinación de los sólidos solubles. 1982. gt. Consultada el 07-07-11.
- 12.9** COGUANOR NGO 34 154. Bebidas Gaseosas. Aguas Gaseosas con y sin sabor. Especificaciones. 1985. gt. Consultada el 16-06-11.
- 12.10** COGUANOR NGO 34 155. Bebidas carbonatadas. Determinación del volumen de dióxido de carbono (anhídrido carbónico). 1986. gt. Consultada el 07-07-11.
- 12.11** Fabricación e ingredientes de bebidas gaseosas. 2009. Edulcorantes. (en línea) cl. Consultado el 13-06-11. Disponible en: [http://www.anber.cl/inicio/variedad\\_prod\\_gaseosas.php](http://www.anber.cl/inicio/variedad_prod_gaseosas.php)
- 12.12** Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. 2009. Importancia de la microbiología sanitaria en una embotelladora de refrescos. (en línea). Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM-. mx. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/22440155/eq-2-bebidas-gaseosas-microbiologia>

- 12.13** Facultad de Ingeniería Química. 2010. Tecnología de los Alimentos. Elaboración de bebidas carbonatadas: “bebidas gaseosas”. pe. Universidad Nacional de Callao. Consultado el 12-06-11. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/37296819/Elaboracion-de-Bebidas-as>
- 12.14** González Mañas, JM. 2008. Curso de biomoléculas. pH-metro. (en línea) es. Consultado el 23-06-11. Disponible en <http://www.ehu.es/biomoleculas/ph/medida.htm#m2>
- 12.15** Goyenola, G. 2007. Guía para la utilización de las vasijas viajeras. (en línea). RED MAPSA. Consultado el 17-06-11. Disponible en: [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/alcalinidad.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/alcalinidad.pdf)
- 12.16** ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas, Técnicas y Certificación). 2009. (en línea). Bebidas no alcohólicas. Bebidas gaseosas o carbonatadas. co. Consultado el 11-06-11. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/50138302/NTC2740>
- 12.17** Instrumentos de laboratorio. 2009. Museo histórico de enfermería. (en línea). Consultado el 23-06-11. Disponible en [http://www.museohistoricodeenfermeria.org/lista\\_colecciones.php?cat=3&scat1=5&scat2=67&scat3=0](http://www.museohistoricodeenfermeria.org/lista_colecciones.php?cat=3&scat1=5&scat2=67&scat3=0)
- 12.18** Manual de electrodos de pH. 2009. Thermo Scientific. (en línea). Consultado 24-06-11. Disponible en: [http://www.thermo.com/eThermo/CMA/PDFs/Various/File\\_52683.pdf](http://www.thermo.com/eThermo/CMA/PDFs/Various/File_52683.pdf)

- 12.19** MINECO (Ministerio de Economía, GT)/ CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, SV)/ MIFIC (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, NI)/ SIC (Secretaría de Industria y Comercio, HN)/ MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio, CR). 2005. REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO, RT.67.04.54:10. Alimentos y Bebidas. Aditivos Alimentarios. (en línea) gt. Consultado el 10-06-11. Disponible en: [http://www.sieca.int/publico/Marco\\_legal/Resoluciones/COMIECO/ANEX\\_04\\_RES\\_142.pdf](http://www.sieca.int/publico/Marco_legal/Resoluciones/COMIECO/ANEX_04_RES_142.pdf)
- 12.20** Norma Centroamericana ICAITI 34 000 h14. 1975. Productos elaborados a partir de frutas y vegetales. Determinación de la acidez. gt. Enviado por correo electrónico en la fecha 16-06-11.
- 12.21** Palacio, YB. 2005. Cristalería – Buretas. (en línea). Universidad Central de las Villas, UCLV. Cuba. Consultado el 21-06-11. Disponible en: <http://www.fq.uh.cu/dpto/qf/uclv/techniques/buret.html>
- 12.22** Palacio, YB. 2005. Frascos, Beakers & cilindros graduados. (en línea). Universidad Central de las Villas, UCLV. Cuba. Consultado el 21-06-11. Disponible en: <http://www.fq.uh.cu/dpto/qf/uclv/techniques/flasks.html>
- 12.23** Pipetas. 2004. Equipo de laboratorio. (en línea) co. Consultada el 20-06-11. Disponible en <http://docencia.udea.edu.co/cen/tecnicaslabquimico/01intro/intro01.htm>

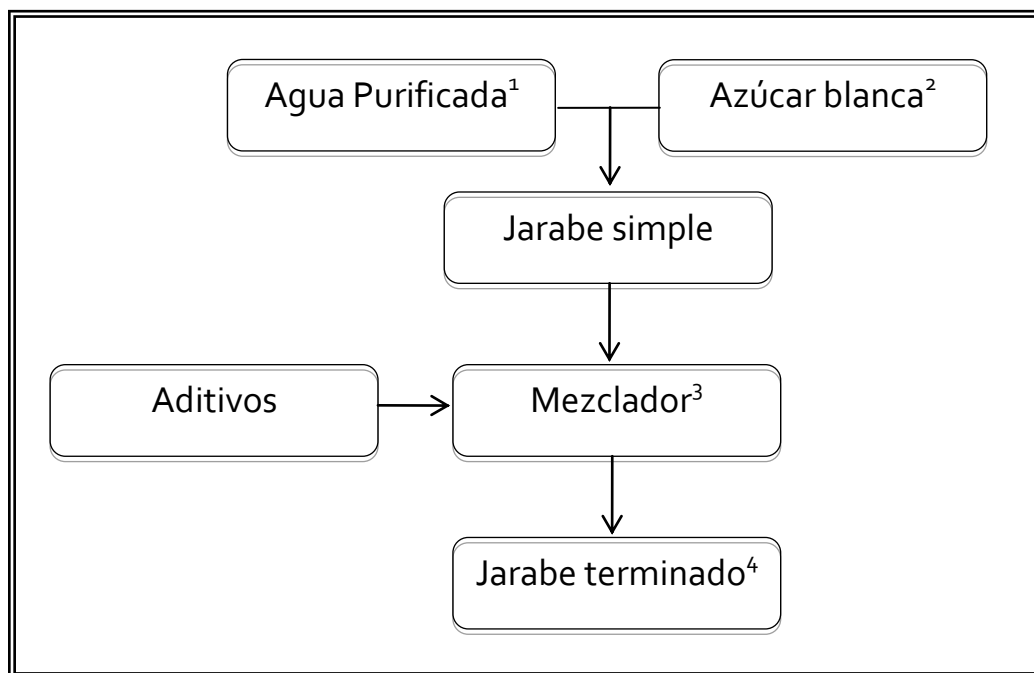
- 12.24** Plan administrativo legal. 2006. Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. (en línea) co. Consultado el miércoles 05-10-2011. Disponible en:  
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010039/Leciones/Capitulo%20III/admlegal.htm>
- 12.25** Probeta. 2008. TP – Laboratorio Químico 3.0. (en línea). Consultado el 20-06-11. Disponible en:  
<http://tplaboratorioquimico.blogspot.com/2008/09/probeta.html>
- 12.26** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 1999. Manual de legislación ambiental en Guatemala. Consultado el martes 04-10-11. (en línea) disponible en:  
<http://www.pnuma.org/deramb/bases/guatem1.pdf>
- 12.27** Ramírez Almaguer, V.M. y Domínguez Rodríguez. 2009. “Etapas del análisis de factibilidad. Compendio bibliográfico” (en línea). Consultado el domingo 17-07-11. Disponible en:  
<http://www.eumed.net/ce/2009a/>
- 12.28** Rojas Luján, PE. 2002. Planeamiento de la producción de bebidas gaseosas mediante la simulación. Descripción del proceso productivo. Tesis Ingeniero Industrial. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos –UNMSM- (en línea) pe. Consultado el domingo 17-07-2011. Disponible en:  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Rojas\\_L\\_P/T\\_completo.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Rojas_L_P/T_completo.pdf)

- 12.29** Solarte Pazos, L. 2001. Manual resumido de gestión de proyectos. Gestión de proyectos. Santiago de Cali, Colombia. Universidad del Valle. (en línea) co. Consultado el lunes 18-07-2011. Disponible en:  
<http://gyepro.univalle.edu.co/documentos/gestion/equipos.pdf>
- 12.30** Titulación Ácido-Base. 2008. Laboratorio de Química. (en línea) ar. Consultado el 14-06-11. Disponible en:  
<http://labquimica.wordpress.com/2008/04/30/titulacion-acido-base/>
- 12.31** Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano. 2005. Laboratorio Química Analítica. Guía No. 4.1 – Determinación de la acidez y la alcalinidad, y determinación de cloruros. (en línea) co. Consultado 14-06-11. Disponible en  
[http://www.utadeo.edu.co/comunidades/estudiantes/ciencias\\_basicas/analitica\\_instrumental/guia\\_4\\_1.pdf](http://www.utadeo.edu.co/comunidades/estudiantes/ciencias_basicas/analitica_instrumental/guia_4_1.pdf)

**Vo.Bo. Licda. Ana Teresa de González**  
**Bibliotecaria**

## 13.ANEXOS

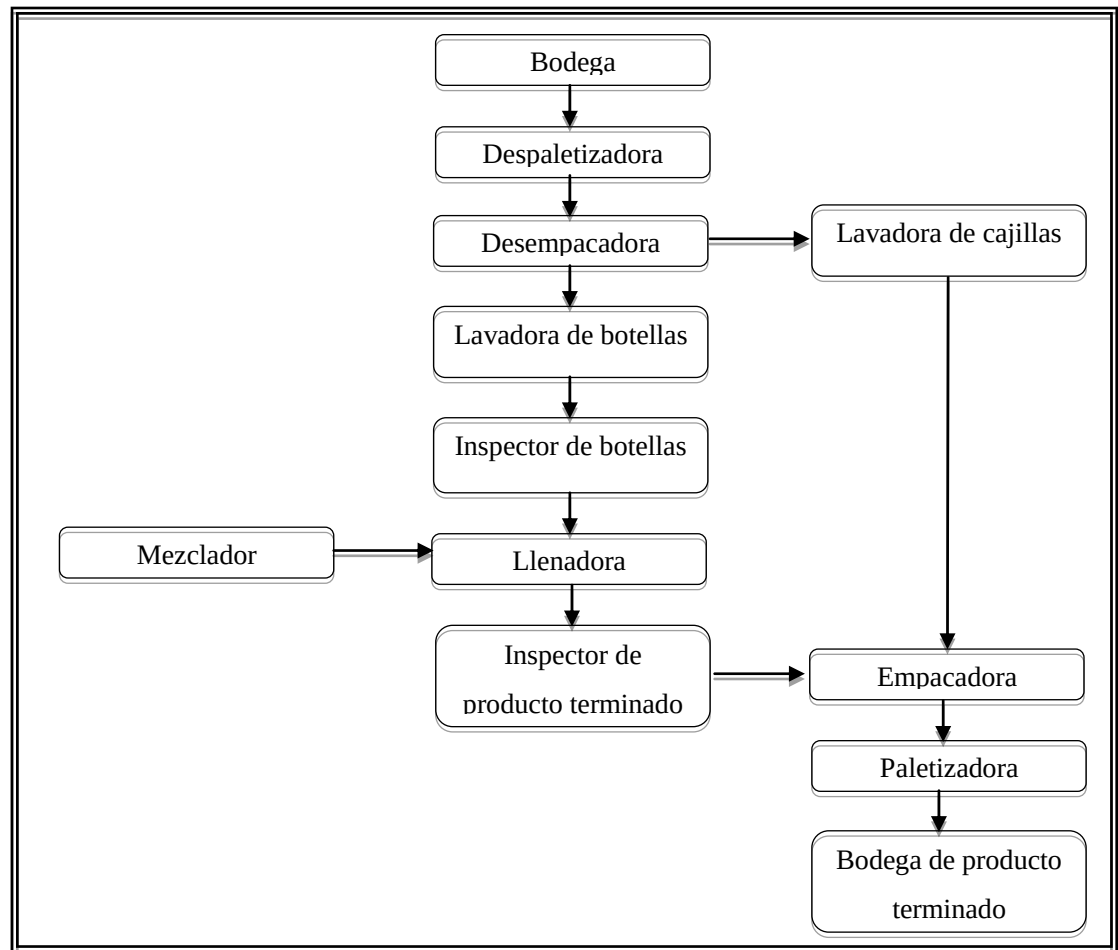
### 13.1 Diagrama de bloques del proceso para obtener jarabe terminado.



Fuente: Proceso de producción seguido en la fábrica donde se realiza la investigación. 2011

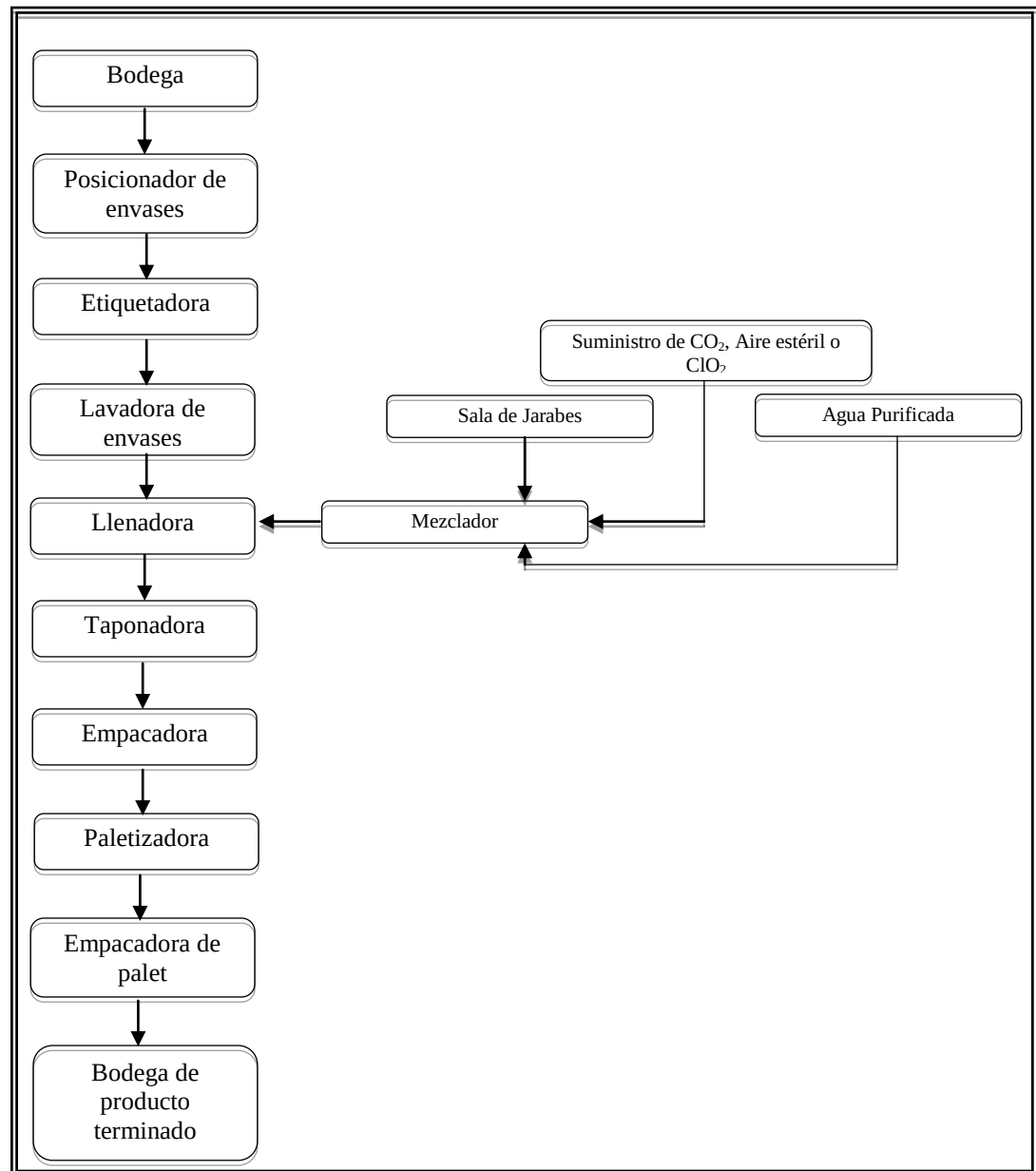
1. El agua purificada debe tener los siguientes parámetros: Sólidos totales 500 mg/L máximo, alcalinidad total 60 mg/L máximo, dureza total 100 mg/L máximo, cloruros 200 mg/L, sulfatos 200 mg/L, hierro 0.3 mg/L máximo.
2. Azúcar blanca debe de ser de primera calidad, refinada con un 99,5% de sacarosa, olor, sabor y color característico.
3. El mezclador no debe sobrepasar las 400 r.p.m.
4. Como mínimo 2 horas de reposo.

### 13.2 Diagrama de bloques del proceso de embotellado de bebidas carbonatadas en envase de vidrio.



Fuente: Proceso de embotellado seguido por la fábrica donde se realiza la investigación. 2011.

### 13.3 Diagrama de bloques del proceso de embotellado de bebidas carbonatadas en envase PET.



Fuente: Proceso de embotellado seguido por la fábrica donde se realiza la investigación. 2011.

#### **13.4 Procedimiento operatorio para la determinación de grados Brix**

- 13.4.1 Se hace circular agua a temperatura constante, preferiblemente a 20° C, a través del lente del refractómetro para que el aparato adquiera dicha temperatura.
- 13.4.2 Con una varilla de vidrio se coloca una porción de la muestra líquida.
- 13.4.3 Se continúa la circulación de agua a través del lente del aparato durante un tiempo de aproximadamente un minuto para que la temperatura de los prismas y de la muestra sea la misma y constante al efectuar la lectura.
- 13.4.4 Si la lectura se hace a una temperatura diferente a 20° C se corrige ésta para la temperatura de referencia de 20° C, usando la tabla del anexo 13.5 en la página No. 82.
- 13.4.5 Esta determinación debe efectuarse en duplicado.
- 13.4.6 Los resultados de sólidos solubles se expresan en grados Brix.

**13.5 Corrección de sólidos solubles por efectuar lecturas a temperaturas diferentes a 20° C.**

**Tabla No. 24**

| Sólidos solubles en porcentaje<br>Temperatura °C | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sustraer del porcentaje de sólidos solubles      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 10                                               | 0.50 | 0.54 | 0.58 | 0.61 | 0.64 | 0.66 | 0.68 | 0.72 | 0.74 | 0.76 | 0.79 |
| 11                                               | .46  | .49  | .53  | .55  | .58  | .60  | .62  | .65  | .67  | .69  | .71  |
| 12                                               | .42  | .45  | .48  | .50  | .52  | .54  | .56  | .58  | .60  | .61  | .63  |
| 13                                               | .37  | .40  | .42  | .44  | .46  | .48  | .49  | .51  | .53  | .54  | .55  |
| 14                                               | .33  | .35  | .37  | .39  | .40  | .41  | .42  | .44  | .45  | .46  | .48  |
| 15                                               | .27  | .29  | .31  | .33  | .34  | .34  | .35  | .37  | .38  | .39  | .40  |
| 16                                               | .22  | .24  | .25  | .26  | .27  | .28  | .28  | .30  | .30  | .31  | .32  |
| 17                                               | .17  | .18  | .19  | .20  | .21  | .21  | .21  | .22  | .23  | .23  | .24  |
| 18                                               | .12  | .13  | .13  | .14  | .14  | .14  | .14  | .15  | .15  | .16  | .16  |
| 19                                               | .06  | .06  | .06  | .07  | .07  | .07  | .07  | .08  | .08  | .08  | .08  |
| Agregar al porcentaje de sólidos solubles        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 21                                               | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| 22                                               | .13  | .13  | .14  | .14  | .15  | .15  | .15  | .15  | .16  | .16  | .16  |
| 23                                               | .19  | .20  | .21  | .22  | .22  | .23  | .23  | .23  | .24  | .24  | .24  |
| 24                                               | .26  | .27  | .28  | .29  | .30  | .30  | .31  | .31  | .31  | .32  | .32  |
| 25                                               | .33  | .35  | .36  | .37  | .38  | .38  | .39  | .40  | .40  | .40  | .40  |
| 26                                               | .40  | .42  | .43  | .44  | .45  | .46  | .47  | .48  | .48  | .48  | .48  |
| 27                                               | .48  | .50  | .52  | .53  | .54  | .55  | .55  | .56  | .56  | .56  | .56  |
| 28                                               | .56  | .57  | .60  | .61  | .62  | .63  | .63  | .64  | .64  | .64  | .64  |
| 29                                               | .64  | .66  | .68  | .69  | .71  | .72  | .72  | .73  | .73  | .73  | .73  |
| 30                                               | .72  | .74  | .77  | .78  | .79  | .80  | .80  | .81  | .81  | .81  | .81  |

Fuente: NGO COGUANOR 34 003. 1982.

### **13.6 Procedimiento para determinar el volumen de carbonatación (CO<sub>2</sub>)**

13.6.1 Las botellas que tengan cierto tiempo de almacenamiento o por lo menos 5 minutos de haber sido llenadas, se aseguran en el aparato, se une el dispositivo de perforación a la botella y se presiona hacia abajo, con la válvula cerrada, para perforar la tapa de la botella, introduciendo la aguja tubular.

En el caso de botellas que se tomen directamente de la línea de envasado, y que se requiera efectuar la determinación inmediatamente, se deben agitar vigorosamente y dejar reposar durante 30 segundos antes de continuar el procedimiento.

13.6.2 Se ventea el gas del extremo superior de la botella y cuando la lectura del manómetro registre un valor de cero, se cierra inmediatamente la válvula de alivio, la cual fue abierta para efectuar esta operación.

13.6.3 Se agita la botella a mano o a máquina, hasta que la presión alcance un valor máximo constante.

13.6.4 Se deja de agitar y se lee la presión existente.

13.6.5 Se retira la botella del aparato de perforación.

13.6.6 Se introduce el termómetro dentro de la bebida para medir la temperatura existente.

13.6.7 El volumen de dióxido de carbono (anhídrido carbónico), se determina empleando la tabla del anexo No. 13.7 en la página No. 85, en el cual la primera línea horizontal representa la presión medida en kilopascales y la primera línea vertical representa la temperatura en grados Celsius, procediéndose en la forma siguiente: se busca en la línea horizontal la presión registrada en el manómetro y la línea vertical la temperatura del líquido; el punto de cruce de las dos columnas da el volumen de dióxido de carbono en la bebida carbonatada, si la determinaciones realiza en un lugar cuya presión barométrica

sea de 101.325 kPa (740 mm Hg), de lo contrario, dicho valor debe corregirse multiplicándolo por el factor que resulta de dividir la presión barométrica del lugar (ver anexo No. 13.8, pág. No. 88) en kilopascales, entre 101.325 kPa.

# 13.7 Volúmenes de dióxido de carbono disueltos en un volumen de agua.

Tabla No. 25

| Temperatura en °C | Presión manométrica, en kilopascales |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 0                                    | 13.8 | 27.6 | 41.4 | 55.2 | 68.9 | 82.7 | 96.5 | 110.3 | 124.1 | 137.9 | 151.7 | 165.5 | 179.3 | 193.1 | 206.8 | 220.6 |
| 0                 | 1.71                                 | 1.9  | 2.2  | 2.4  | 2.6  | 2.9  | 3.1  | 3.3  | 3.5   | 3.8   | 4.0   | 4.2   | 4.4   | 4.7   | 4.9   | 5.2   | 5.4   |
| 0.6               | 1.68                                 | 1.9  | 2.1  | 2.4  | 2.6  | 2.8  | 3.0  | 3.2  | 3.5   | 3.7   | 3.9   | 4.1   | 4.3   | 4.6   | 4.8   | 5.1   | 5.3   |
| 1.1               | 1.64                                 | 1.9  | 2.1  | 2.3  | 2.5  | 2.7  | 2.9  | 3.2  | 3.4   | 3.6   | 3.8   | 4.1   | 4.3   | 4.5   | 4.7   | 4.9   | 5.2   |
| 1.6               | 1.61                                 | 1.8  | 2.0  | 2.3  | 2.5  | 2.7  | 2.9  | 3.1  | 3.3   | 3.5   | 3.8   | 4.0   | 4.2   | 4.4   | 4.6   | 4.8   | 5.1   |
| 2.2               | 1.57                                 | 1.8  | 2.0  | 2.2  | 2.4  | 2.6  | 2.8  | 3.0  | 3.3   | 3.5   | 3.7   | 3.9   | 4.1   | 4.3   | 4.5   | 4.7   | 5.0   |
| 2.8               | 1.54                                 | 1.7  | 2.0  | 2.2  | 2.4  | 2.6  | 2.8  | 3.0  | 3.2   | 3.4   | 3.6   | 3.8   | 4.0   | 4.2   | 4.4   | 4.6   | 4.9   |
| 3.3               | 1.51                                 | 1.7  | 1.9  | 2.1  | 2.3  | 2.5  | 2.7  | 2.9  | 3.1   | 3.3   | 3.5   | 3.7   | 3.9   | 4.1   | 4.3   | 4.5   | 4.8   |
| 3.9               | 1.47                                 | 1.7  | 1.9  | 2.1  | 2.3  | 2.5  | 2.7  | 2.9  | 3.1   | 3.3   | 3.5   | 3.7   | 3.9   | 4.0   | 4.3   | 4.5   | 4.7   |
| 4.4               | 1.45                                 | 1.6  | 1.8  | 2.0  | 2.2  | 2.4  | 2.6  | 2.8  | 3.0   | 3.2   | 3.4   | 3.6   | 3.8   | 4.0   | 4.2   | 4.3   | 4.5   |
| 5.0               | 1.42                                 | 1.6  | 1.8  | 2.0  | 2.2  | 2.4  | 2.6  | 2.8  | 2.9   | 3.1   | 3.3   | 3.5   | 3.7   | 3.9   | 4.1   | 4.2   | 4.4   |
| 5.6               | 1.40                                 | 1.6  | 1.8  | 2.0  | 2.1  | 2.3  | 2.5  | 2.8  | 2.9   | 3.1   | 3.3   | 3.5   | 3.6   | 3.8   | 4.0   | 4.2   | 4.4   |
| 6.1               | 1.37                                 | 1.6  | 1.7  | 1.9  | 2.1  | 2.3  | 2.5  | 2.7  | 2.8   | 3.0   | 3.2   | 3.4   | 3.6   | 3.8   | 3.9   | 4.1   | 4.3   |
| 6.7               | 1.35                                 | 1.5  | 1.7  | 1.9  | 2.1  | 2.2  | 2.4  | 2.6  | 2.8   | 3.0   | 3.1   | 3.3   | 3.5   | 3.7   | 3.9   | 4.0   | 4.2   |
| 7.2               | 1.32                                 | 1.5  | 1.7  | 1.8  | 2.0  | 2.2  | 2.4  | 2.5  | 2.7   | 2.9   | 3.1   | 3.3   | 3.4   | 3.6   | 3.8   | 4.0   | 4.1   |
| 7.8               | 1.29                                 | 1.5  | 1.6  | 1.8  | 2.0  | 2.2  | 2.3  | 2.5  | 2.7   | 2.8   | 3.0   | 3.2   | 3.4   | 3.5   | 3.7   | 3.9   | 4.0   |
| 8.3               | 1.26                                 | 1.4  | 1.6  | 1.8  | 1.9  | 2.1  | 2.3  | 2.4  | 2.6   | 2.8   | 2.9   | 3.1   | 3.3   | 3.5   | 3.6   | 3.8   | 4.0   |
| 8.9               | 1.24                                 | 1.4  | 1.6  | 1.7  | 1.9  | 2.1  | 2.2  | 2.4  | 2.6   | 2.7   | 2.9   | 3.1   | 3.2   | 3.4   | 3.6   | 3.7   | 3.9   |
| 9.4               | 1.21                                 | 1.4  | 1.5  | 1.7  | 1.9  | 2.0  | 2.2  | 2.4  | 2.5   | 2.7   | 2.8   | 3.0   | 3.2   | 3.3   | 3.5   | 3.7   | 3.8   |
| 10.0              | 1.19                                 | 1.4  | 1.5  | 1.7  | 1.8  | 2.0  | 2.2  | 2.3  | 2.5   | 2.6   | 2.8   | 2.9   | 3.1   | 3.3   | 3.4   | 3.6   | 3.7   |
| 10.6              | 1.17                                 | 1.3  | 1.5  | 1.6  | 1.8  | 2.0  | 2.1  | 2.3  | 2.4   | 2.6   | 2.7   | 2.9   | 3.1   | 3.2   | 3.4   | 3.5   | 3.7   |
| 11.1              | 1.15                                 | 1.3  | 1.5  | 1.6  | 1.8  | 1.9  | 2.1  | 2.2  | 2.4   | 2.5   | 2.7   | 2.8   | 3.0   | 3.2   | 3.3   | 3.5   | 3.6   |
| 11.7              | 1.13                                 | 1.3  | 1.4  | 1.6  | 1.7  | 1.9  | 2.0  | 2.2  | 2.3   | 2.5   | 2.6   | 2.8   | 2.9   | 3.1   | 3.3   | 3.4   | 3.6   |
| 12.2              | 1.11                                 | 1.3  | 1.4  | 1.6  | 1.7  | 1.9  | 2.0  | 2.2  | 2.3   | 2.4   | 2.6   | 2.7   | 2.9   | 3.0   | 3.2   | 3.3   | 3.5   |
| 12.8              | 1.10                                 | 1.2  | 1.4  | 1.5  | 1.7  | 1.8  | 2.0  | 2.1  | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.7   | 2.8   | 3.0   | 3.1   | 3.3   | 3.4   |
| 13.3              | 1.08                                 | 1.2  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.8  | 1.9  | 2.1  | 2.2   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.8   | 2.9   | 3.1   | 3.2   | 3.4   |
| 13.9              | 1.06                                 | 1.2  | 1.3  | 1.5  | 1.6  | 1.8  | 1.9  | 2.0  | 2.2   | 2.3   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.9   | 3.0   | 3.2   | 3.3   |
| 14.4              | 1.04                                 | 1.2  | 1.3  | 1.5  | 1.6  | 1.7  | 1.9  | 2.0  | 2.1   | 2.3   | 2.4   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 3.0   | 3.1   | 3.3   |
| 15.0              | 1.02                                 | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.6  | 1.7  | 1.8  | 2.0  | 2.1   | 2.2   | 2.4   | 2.5   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.1   | 3.2   |
| 15.6              | 1.00                                 | 1.1  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.7  | 1.8  | 1.9  | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.9   | 3.0   | 3.1   |
| 16.1              | 0.98                                 | 1.1  | 1.2  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.8  | 1.9  | 2.0   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 3.0   | 3.1   |
| 16.7              | 0.97                                 | 1.1  | 1.2  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.7  | 1.9  | 2.0   | 2.1   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.8   | 2.9   | 3.0   |
| 17.2              | 0.95                                 | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.5  | 1.6  | 1.7  | 1.8  | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.9   | 3.0   |
| 17.8              | 0.93                                 | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.7  | 1.8  | 1.9   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   |
| 18.3              | 0.92                                 | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.7  | 1.8  | 1.9   | 2.0   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.8   | 2.9   |
| 18.9              | 0.90                                 | 1.0  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.8  | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   |
| 19.4              | 0.89                                 | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.7  | 1.8   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.6   | 2.7   | 2.8   |
| 20.0              | 0.88                                 | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.5  | 1.6  | 1.7  | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   |
| 20.6              | 0.86                                 | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   |
| 21.1              | 0.85                                 | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.7   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.7   |
| 21.7              | 0.84                                 | 0.9  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   |
| 22.2              | 0.83                                 | 0.9  | 1.0  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.4   | 2.5   | 2.6   |
| 22.8              | 0.81                                 | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.4  | 1.5  | 1.6  | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   |
| 23.3              | 0.79                                 | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   |
| 23.9              | 0.78                                 | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   |
| 24.4              | 0.77                                 | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.4   | 2.4   |
| 25.0              | 0.76                                 | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   |
| 25.6              | 0.75                                 | 0.9  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   |
| 26.1              | 0.74                                 | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   |
| 26.7              | 0.73                                 | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   |
| 27.2              | 0.72                                 | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   |
| 27.8              | 0.71                                 | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.2   |
| 28.3              | 0.70                                 | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   |
| 28.9              | 0.69                                 | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.4  | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   |
| 29.4              | 0.68                                 | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 1.9   | 2.0   | 2.1   |
| 30.0              | 0.67                                 | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 1.9   | 2.0   | 2.1   |
| 30.6              | 0.66                                 | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   |
| 31.1              | 0.65                                 | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.2  | 1.4   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 1.9   | 2.0   |
| 31.7              | 0.64                                 | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1.3   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   |
| 32.2              | 0.63                                 | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   |
| 32.8              | 0.62                                 | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   |
| 33.3              | 0.61                                 | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3   | 1.4   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.8   | 1.9   |
| 33.9              | 0.60                                 | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3   | 1.4   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.7   | 1.8   | 1.9   |
| 34.4              | 0.60                                 | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.2   | 1.3   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   |
| 35.0              | 0.59                                 | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.1  | 1.2   | 1.3   | 1.4   | 1.5   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   |
| 35.6              | 0.58                                 | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.0  | 1.1  | 1.2   | 1.3   | 1.4   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.8   |
| 36.1              | 0.57                                 | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.0  | 1.1  | 1.2   | 1.3   | 1.3   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.7   | 1.8   |
| 36.7              | 0.57                                 | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2   | 1.3   | 1.3   | 1.4   | 1.5   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   |
| 37.2              | 0.56                                 | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2   | 1.2   | 1.3   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.6   | 1.7   | 1.8   |
| 37.8              | 0.56                                 | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.1   | 1.2   | 1.3   | 1.4   | 1.4   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.7   |

| Temperatura en °C | Presión manométrica, en kilopascales |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 234.4                                | 248.2 | 262.0 | 275.8 | 289.6 | 303.4 | 317.2 | 330.9 | 344.7 | 358.5 | 372.3 | 386.1 | 399.9 | 413.7 | 427.5 | 441.3 | 455.1 |
| 0                 | 5.6                                  | 5.8   | 6.1   | 6.3   | 6.5   | 6.7   | 7.0   | 7.2   | 7.4   | 7.7   | 7.9   | 8.2   | 8.4   | 8.6   | 8.8   | 9.0   | 9.3   |
| 0.6               | 5.5                                  | 5.7   | 5.9   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.8   | 7.1   | 7.3   | 7.5   | 7.8   | 8.0   | 8.2   | 8.4   | 8.6   | 8.9   | 9.1   |
| 1.1               | 5.4                                  | 5.6   | 5.8   | 6.0   | 6.2   | 6.5   | 6.7   | 7.0   | 7.2   | 7.4   | 7.6   | 7.8   | 8.0   | 8.2   | 8.4   | 8.7   | 8.9   |
| 1.8               | 5.2                                  | 5.5   | 5.7   | 5.9   | 6.1   | 6.3   | 6.6   | 6.8   | 7.0   | 7.2   | 7.4   | 7.6   | 7.8   | 8.0   | 8.3   | 8.5   | 8.7   |
| 2.2               | 5.2                                  | 5.4   | 5.6   | 5.8   | 6.0   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.9   | 7.1   | 7.3   | 7.5   | 7.7   | 7.9   | 8.1   | 8.3   | 8.6   |
| 2.8               | 5.1                                  | 5.3   | 5.5   | 5.7   | 5.9   | 6.1   | 6.3   | 6.5   | 6.7   | 6.9   | 7.1   | 7.4   | 7.6   | 7.8   | 8.0   | 8.2   | 8.4   |
| 3.3               | 5.0                                  | 5.2   | 5.4   | 5.6   | 5.8   | 6.0   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.8   | 7.0   | 7.2   | 7.4   | 7.6   | 7.8   | 8.0   | 8.2   |
| 3.9               | 4.9                                  | 5.1   | 5.3   | 5.4   | 5.7   | 5.9   | 6.1   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.8   | 7.0   | 7.2   | 7.4   | 7.6   | 7.8   | 8.0   |
| 4.4               | 4.7                                  | 4.9   | 5.1   | 5.3   | 5.5   | 5.7   | 5.9   | 6.1   | 6.3   | 6.5   | 6.7   | 6.9   | 7.1   | 7.3   | 7.5   | 7.7   | 7.9   |
| 5.0               | 4.6                                  | 4.8   | 5.0   | 5.2   | 5.4   | 5.6   | 5.8   | 6.0   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.8   | 7.0   | 7.1   | 7.3   | 7.5   | 7.7   |
| 5.6               | 4.6                                  | 4.7   | 4.9   | 5.1   | 5.3   | 5.5   | 5.7   | 5.9   | 6.1   | 6.3   | 6.4   | 6.6   | 6.8   | 7.0   | 7.2   | 7.4   | 7.6   |
| 6.1               | 4.5                                  | 4.7   | 4.8   | 5.0   | 5.2   | 5.4   | 5.6   | 5.8   | 6.0   | 6.1   | 6.3   | 6.5   | 6.7   | 6.9   | 7.0   | 7.2   | 7.4   |
| 6.7               | 4.4                                  | 4.6   | 4.8   | 5.0   | 5.1   | 5.3   | 5.5   | 5.7   | 5.9   | 6.0   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.7   | 6.9   | 7.1   | 7.3   |
| 7.2               | 4.3                                  | 4.5   | 4.7   | 4.8   | 5.0   | 5.2   | 5.4   | 5.6   | 5.7   | 5.9   | 6.1   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.6   | 6.9   | 7.1   |
| 7.8               | 4.2                                  | 4.4   | 4.6   | 4.7   | 4.9   | 5.1   | 5.3   | 5.4   | 5.6   | 5.8   | 6.0   | 6.1   | 6.3   | 6.4   | 6.6   | 6.8   | 7.0   |
| 8.3               | 4.1                                  | 4.3   | 4.5   | 4.6   | 4.8   | 5.0   | 5.2   | 5.3   | 5.5   | 5.7   | 5.7   | 6.0   | 6.2   | 6.3   | 6.5   | 6.7   | 6.9   |
| 8.9               | 4.1                                  | 4.2   | 4.4   | 4.6   | 4.7   | 4.9   | 5.1   | 5.2   | 5.4   | 5.6   | 5.9   | 5.9   | 6.1   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.8   |
| 9.4               | 4.0                                  | 4.1   | 4.3   | 4.5   | 4.6   | 4.8   | 5.0   | 5.1   | 5.3   | 5.5   | 5.6   | 5.8   | 6.0   | 6.1   | 6.3   | 6.4   | 6.6   |
| 10.0              | 3.9                                  | 4.0   | 4.2   | 4.4   | 4.5   | 4.7   | 4.9   | 5.0   | 5.2   | 5.4   | 5.5   | 5.7   | 5.9   | 6.0   | 6.2   | 6.3   | 6.5   |
| 10.6              | 3.8                                  | 4.0   | 4.2   | 4.3   | 4.5   | 4.6   | 4.8   | 5.0   | 5.1   | 5.3   | 5.4   | 5.6   | 5.7   | 5.9   | 6.1   | 6.2   | 6.4   |
| 11.1              | 3.8                                  | 3.9   | 4.1   | 4.2   | 4.4   | 4.5   | 4.7   | 4.9   | 5.0   | 5.2   | 5.3   | 5.5   | 5.6   | 5.8   | 5.9   | 6.1   | 6.3   |
| 11.7              | 3.7                                  | 3.8   | 4.0   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.6   | 4.8   | 4.9   | 5.1   | 5.2   | 5.4   | 5.5   | 5.7   | 5.9   | 6.0   | 6.1   |
| 12.2              | 3.6                                  | 3.8   | 3.9   | 4.1   | 4.2   | 4.4   | 4.5   | 4.7   | 4.8   | 5.0   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.6   | 5.7   | 5.9   | 6.0   |
| 12.8              | 3.6                                  | 3.7   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.3   | 4.4   | 4.6   | 4.7   | 4.9   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.5   | 5.6   | 5.8   | 5.9   |
| 13.3              | 3.5                                  | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.1   | 4.2   | 4.4   | 4.5   | 4.7   | 4.8   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.4   | 5.5   | 5.7   | 5.8   |
| 13.9              | 3.5                                  | 3.6   | 3.7   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.3   | 4.4   | 4.6   | 4.7   | 4.9   | 5.0   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.6   | 5.7   |
| 14.4              | 3.4                                  | 3.5   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.1   | 4.2   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.9   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.5   | 5.6   |
| 15.0              | 3.3                                  | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.9   | 4.0   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 5.0   | 5.1   | 5.3   | 5.4   | 5.6   |
| 15.6              | 3.3                                  | 3.4   | 3.5   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.9   | 5.0   | 5.2   | 5.3   | 5.4   |
| 16.1              | 3.2                                  | 3.3   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.1   | 5.2   | 5.3   |
| 16.7              | 3.2                                  | 3.3   | 3.4   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 5.0   | 5.1   | 5.3   |
| 17.2              | 3.1                                  | 3.2   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.2   |
| 17.8              | 3.1                                  | 3.2   | 3.3   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.1   |
| 18.3              | 3.0                                  | 3.1   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 5.0   |
| 18.9              | 3.0                                  | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.7   | 4.8   | 4.9   |
| 19.4              | 2.9                                  | 3.0   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.8   | 3.8   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.6   | 4.7   | 4.8   |
| 20.0              | 2.9                                  | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   |
| 20.6              | 2.8                                  | 2.9   | 3.0   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.7   |
| 21.1              | 2.8                                  | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.5   | 4.6   |
| 21.7              | 2.7                                  | 2.8   | 2.9   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   |
| 22.2              | 2.7                                  | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   |
| 22.8              | 2.6                                  | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.4   |
| 23.3              | 2.6                                  | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   |
| 23.9              | 2.6                                  | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   |
| 24.4              | 2.5                                  | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   |
| 25.0              | 2.5                                  | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   |
| 25.6              | 2.5                                  | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   |
| 26.1              | 2.4                                  | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   |
| 26.7              | 2.4                                  | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   |
| 27.2              | 2.3                                  | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   |
| 27.8              | 2.3                                  | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   |
| 28.3              | 2.3                                  | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   |
| 28.9              | 2.2                                  | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   |
| 29.4              | 2.2                                  | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   |
| 30.0              | 2.2                                  | 2.3   | 2.4   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   |
| 30.6              | 2.1                                  | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   |
| 31.1              | 2.1                                  | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   |
| 31.7              | 2.1                                  | 2.2   | 2.3   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   |
| 32.2              | 2.1                                  | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.2   | 3.3   | 3.4   |
| 32.8              | 2.0                                  | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   | 3.3   |
| 33.3              | 2.0                                  | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.2   | 3.3   |
| 33.9              | 2.0                                  | 2.1   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   | 3.3   |
| 34.4              | 2.0                                  | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.1   | 3.2   |
| 35.0              | 1.9                                  | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   |
| 35.6              | 1.9                                  | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   | 3.2   |
| 36.1              | 1.9                                  | 2.0   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.0   | 3.1   |
| 36.7              | 1.9                                  | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.1   |
| 37.2              | 1.9                                  | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.5   | 2.6   | 2.7   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 3.0   | 3.0   |
| 37.6              | 1.8                                  | 1.9   | 2.0   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.3   | 2.4   | 2.5   | 2.6   | 2.6   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 2.9   | 3.0   |

| Temperatura en °C | Presión manométrica, en kilopascuales |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 468.8                                 | 482.6 | 496.4 | 510.2 | 524.0 | 537.6 | 551.6 | 565.4 | 579.2 | 592.9 | 606.7 | 620.5 | 634.3 | 648.1 | 661.9 | 675.7 | 689.5 |
| 0                 | 9.5                                   | 9.7   | 10.0  | 10.2  | 10.4  | 10.7  | 10.9  | 11.2  | 11.5  | 11.7  | 12.0  | 12.2  | 12.4  | 12.7  | 12.9  | 13.2  | 13.4  |
| 0.6               | 9.3                                   | 9.5   | 9.8   | 10.0  | 10.2  | 10.4  | 10.7  | 11.0  | 11.3  | 11.5  | 11.7  | 11.9  | 12.2  | 12.4  | 12.6  | 12.9  | 13.1  |
| 1.1               | 9.1                                   | 9.3   | 9.6   | 9.8   | 10.0  | 10.2  | 10.5  | 10.8  | 11.0  | 11.2  | 11.5  | 11.7  | 11.9  | 12.2  | 12.4  | 12.6  | 12.8  |
| 1.8               | 8.9                                   | 9.2   | 9.4   | 9.6   | 9.8   | 10.0  | 10.3  | 10.5  | 10.8  | 11.0  | 11.3  | 11.5  | 11.7  | 11.9  | 12.1  | 12.3  | 12.5  |
| 2.2               | 8.8                                   | 9.0   | 9.2   | 9.4   | 9.6   | 9.8   | 10.0  | 10.4  | 10.6  | 10.8  | 11.0  | 11.2  | 11.4  | 11.7  | 11.9  | 12.1  | 12.3  |
| 2.8               | 8.6                                   | 8.8   | 9.0   | 9.2   | 9.4   | 9.6   | 9.8   | 10.1  | 10.3  | 10.6  | 10.8  | 11.0  | 11.2  | 11.4  | 11.6  | 11.8  | 12.0  |
| 3.3               | 8.4                                   | 8.6   | 8.8   | 9.0   | 9.2   | 9.4   | 9.6   | 9.9   | 10.1  | 10.3  | 10.5  | 10.7  | 10.9  | 11.1  | 11.4  | 11.6  | 11.8  |
| 3.9               | 8.2                                   | 8.4   | 8.6   | 8.8   | 9.0   | 9.2   | 9.4   | 9.7   | 9.9   | 10.1  | 10.3  | 10.5  | 10.7  | 10.9  | 11.1  | 11.3  | 11.5  |
| 4.4               | 8.1                                   | 8.3   | 8.5   | 8.7   | 8.8   | 9.0   | 9.2   | 9.5   | 9.7   | 9.9   | 10.1  | 10.3  | 10.5  | 10.7  | 10.9  | 11.1  | 11.3  |
| 5.0               | 7.9                                   | 8.1   | 8.3   | 8.5   | 8.7   | 8.9   | 9.1   | 9.4   | 9.6   | 9.8   | 10.0  | 10.2  | 10.3  | 10.5  | 10.7  | 10.9  | 11.1  |
| 5.6               | 7.8                                   | 8.0   | 8.2   | 8.3   | 8.5   | 8.7   | 8.9   | 9.2   | 9.4   | 9.6   | 9.8   | 10.0  | 10.1  | 10.3  | 10.5  | 10.7  | 10.9  |
| 6.1               | 7.6                                   | 7.8   | 8.0   | 8.2   | 8.3   | 8.5   | 8.7   | 9.0   | 9.2   | 9.4   | 9.6   | 9.8   | 10.0  | 10.2  | 10.4  | 10.6  | 10.7  |
| 6.7               | 7.5                                   | 7.6   | 7.8   | 8.0   | 8.2   | 8.4   | 8.6   | 8.8   | 9.1   | 9.2   | 9.5   | 9.6   | 9.8   | 10.0  | 10.2  | 10.3  | 10.5  |
| 7.2               | 7.3                                   | 7.5   | 7.7   | 7.8   | 8.0   | 8.2   | 8.4   | 8.7   | 8.9   | 9.0   | 9.3   | 9.4   | 9.6   | 9.8   | 10.0  | 10.1  | 10.3  |
| 7.8               | 7.2                                   | 7.4   | 7.5   | 7.7   | 7.9   | 8.0   | 8.2   | 8.4   | 8.6   | 8.8   | 9.0   | 9.2   | 9.4   | 9.6   | 9.7   | 9.9   | 10.1  |
| 8.3               | 7.0                                   | 7.2   | 7.4   | 7.6   | 7.7   | 7.9   | 8.0   | 8.3   | 8.5   | 8.7   | 8.9   | 9.0   | 9.2   | 9.4   | 9.5   | 9.7   | 9.9   |
| 8.9               | 6.9                                   | 7.1   | 7.2   | 7.4   | 7.5   | 7.7   | 7.9   | 8.1   | 8.3   | 8.5   | 8.7   | 8.8   | 9.0   | 9.2   | 9.3   | 9.5   | 9.7   |
| 9.4               | 6.8                                   | 6.9   | 7.1   | 7.2   | 7.4   | 7.6   | 7.8   | 8.0   | 8.2   | 8.3   | 8.5   | 8.7   | 8.9   | 9.0   | 9.2   | 9.3   | 9.5   |
| 10.0              | 6.6                                   | 6.8   | 7.0   | 7.1   | 7.3   | 7.4   | 7.6   | 7.9   | 8.0   | 8.2   | 8.4   | 8.5   | 8.7   | 8.9   | 9.0   | 9.2   | 9.3   |
| 10.6              | 6.5                                   | 6.7   | 6.8   | 7.0   | 7.2   | 7.3   | 7.5   | 7.7   | 7.9   | 8.0   | 8.2   | 8.4   | 8.5   | 8.7   | 8.8   | 9.0   | 9.2   |
| 11.1              | 6.4                                   | 6.6   | 6.7   | 6.9   | 7.0   | 7.2   | 7.3   | 7.5   | 7.8   | 7.9   | 8.1   | 8.2   | 8.4   | 8.5   | 8.7   | 8.9   | 9.0   |
| 11.7              | 6.3                                   | 6.4   | 6.6   | 6.7   | 6.9   | 7.0   | 7.2   | 7.4   | 7.6   | 7.8   | 7.9   | 8.1   | 8.2   | 8.4   | 8.5   | 8.7   | 8.9   |
| 12.2              | 6.2                                   | 6.3   | 6.5   | 6.6   | 6.8   | 6.9   | 7.1   | 7.3   | 7.5   | 7.6   | 7.8   | 8.0   | 8.1   | 8.3   | 8.4   | 8.6   | 8.7   |
| 12.8              | 6.1                                   | 6.2   | 6.3   | 6.5   | 6.6   | 6.8   | 6.9   | 7.2   | 7.4   | 7.5   | 7.7   | 7.8   | 8.0   | 8.1   | 8.3   | 8.4   | 8.6   |
| 13.3              | 6.0                                   | 6.1   | 6.2   | 6.4   | 6.5   | 6.7   | 6.8   | 7.0   | 7.2   | 7.4   | 7.5   | 7.7   | 7.8   | 8.0   | 8.1   | 8.3   | 8.4   |
| 13.9              | 5.9                                   | 6.0   | 6.1   | 6.3   | 6.4   | 6.6   | 6.7   | 6.9   | 7.1   | 7.2   | 7.4   | 7.5   | 7.7   | 7.8   | 8.0   | 8.1   | 8.3   |
| 14.4              | 5.8                                   | 5.9   | 6.0   | 6.2   | 6.3   | 6.4   | 6.6   | 6.8   | 7.0   | 7.1   | 7.3   | 7.4   | 7.5   | 7.7   | 7.8   | 8.0   | 8.1   |
| 15.0              | 5.7                                   | 5.8   | 5.9   | 6.1   | 6.2   | 6.3   | 6.5   | 6.7   | 6.8   | 7.0   | 7.1   | 7.3   | 7.4   | 7.5   | 7.7   | 7.8   | 8.0   |
| 15.6              | 5.5                                   | 5.7   | 5.8   | 6.0   | 6.1   | 6.2   | 6.3   | 6.6   | 6.7   | 6.8   | 7.0   | 7.1   | 7.2   | 7.4   | 7.5   | 7.7   | 7.8   |
| 16.1              | 5.5                                   | 5.6   | 5.7   | 5.9   | 6.0   | 6.1   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.7   | 6.9   | 7.0   | 7.1   | 7.3   | 7.4   | 7.6   | 7.7   |
| 16.7              | 5.4                                   | 5.5   | 5.6   | 5.8   | 5.9   | 6.0   | 6.1   | 6.3   | 6.5   | 6.6   | 6.8   | 6.9   | 7.0   | 7.2   | 7.3   | 7.4   | 7.5   |
| 17.2              | 5.3                                   | 5.4   | 5.5   | 5.7   | 5.8   | 5.9   | 6.1   | 6.2   | 6.4   | 6.5   | 6.7   | 6.8   | 6.9   | 7.0   | 7.2   | 7.3   | 7.4   |
| 17.8              | 5.2                                   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.7   | 5.8   | 6.0   | 6.1   | 6.3   | 6.4   | 6.5   | 6.6   | 6.7   | 6.8   | 6.9   | 7.2   | 7.3   |
| 18.3              | 5.1                                   | 5.2   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.7   | 5.9   | 6.0   | 6.2   | 6.3   | 6.4   | 6.5   | 6.7   | 6.8   | 6.9   | 7.0   | 7.2   |
| 18.9              | 5.0                                   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.8   | 5.9   | 6.1   | 6.2   | 6.3   | 6.4   | 6.5   | 6.7   | 6.8   | 6.9   | 7.0   |
| 19.4              | 4.9                                   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.7   | 5.8   | 6.0   | 6.1   | 6.2   | 6.3   | 6.5   | 6.6   | 6.7   | 6.8   | 6.9   |
| 20.0              | 4.8                                   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.6   | 5.7   | 5.9   | 6.0   | 6.1   | 6.2   | 6.4   | 6.5   | 6.6   | 6.7   | 6.8   |
| 20.6              | 4.8                                   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.7   | 5.8   | 5.9   | 6.0   | 6.1   | 6.3   | 6.4   | 6.5   | 6.6   | 6.7   |
| 21.1              | 4.7                                   | 4.8   | 4.9   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.6   | 5.7   | 5.8   | 6.0   | 6.1   | 6.2   | 6.3   | 6.4   | 6.5   | 6.6   |
| 21.7              | 4.6                                   | 4.7   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.5   | 5.6   | 5.7   | 5.9   | 6.0   | 6.1   | 6.2   | 6.3   | 6.4   | 6.5   |
| 22.2              | 4.6                                   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.8   | 5.9   | 6.0   | 6.1   | 6.2   | 6.3   | 6.4   |
| 22.8              | 4.5                                   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.7   | 5.8   | 5.9   | 6.0   | 6.1   | 6.2   | 6.3   |
| 23.3              | 4.4                                   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.7   | 5.8   | 5.9   | 6.0   | 6.1   |
| 23.9              | 4.3                                   | 4.4   | 4.5   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.7   | 5.8   | 5.9   | 6.0   |
| 24.4              | 4.3                                   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.7   | 5.8   | 5.9   | 6.0   |
| 25.0              | 4.2                                   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.7   | 5.8   | 5.9   |
| 25.6              | 4.2                                   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.7   | 5.8   |
| 26.1              | 4.1                                   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.7   | 5.8   |
| 26.7              | 4.0                                   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.6   | 5.7   |
| 27.2              | 4.0                                   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.3   | 5.4   | 5.5   | 5.6   |
| 27.8              | 3.9                                   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.1   | 5.2   | 5.2   | 5.3   | 5.4   | 5.5   |
| 28.3              | 3.9                                   | 4.0   | 4.1   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   | 5.4   |
| 28.9              | 3.8                                   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   |
| 29.4              | 3.7                                   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   | 5.3   |
| 30.0              | 3.7                                   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   | 5.2   |
| 30.6              | 3.6                                   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   | 5.1   |
| 31.1              | 3.6                                   | 3.7   | 3.8   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   | 5.0   |
| 31.7              | 3.5                                   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   |
| 32.2              | 3.5                                   | 3.6   | 3.7   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   | 4.9   |
| 32.8              | 3.4                                   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   |
| 33.3              | 3.4                                   | 3.5   | 3.6   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.5   | 4.6   | 4.7   | 4.8   |
| 33.9              | 3.4                                   | 3.5   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.8   | 4.0   | 4.1   | 4.1   | 4.2   | 4.4   | 4.4   | 4.4   | 4.6   | 4.7   | 4.7   |
| 34.4              | 3.3                                   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.7   |
| 35.0              | 3.3                                   | 3.4   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.3   | 4.4   | 4.5   | 4.6   | 4.6   |
| 35.6              | 3.2                                   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.4   | 4.5   | 4.6   |
| 36.1              | 3.2                                   | 3.3   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.4   | 4.4   | 4.5   |
| 36.7              | 3.2                                   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.3   | 4.3   | 4.4   |
| 37.2              | 3.1                                   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.4   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.2   | 4.3   | 4.4   |
| 37.8              | 3.1                                   | 3.2   | 3.2   | 3.3   | 3.4   | 3.5   | 3.5   | 3.6   | 3.7   | 3.8   | 3.9   | 3.9   | 4.0   | 4.1   | 4.2   | 4.2   | 4.3   |

Fuente: NGO COGUANOR 34 155. 1986.

**13.8 Factores de corrección del volumen de dióxido de carbono debido a la diferencia de presión barométrica.**

**Tabla No. 26**

| Localidad       | Altura sobre el nivel del mar en metros (1) | Presión barométrica en kilopascales (mmHg) (1) | Factor de corrección del volumen debido a la diferencia de presión barométrica |
|-----------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Izabal          | 2                                           | 101.23 (759.3)                                 | 0.999                                                                          |
| Puerto San José | 6                                           | 100.85 (756.4)                                 | 0.995                                                                          |
| Jutiapa         | 10                                          | 101.55 (761.7)                                 | 1.002                                                                          |
| Petén           | 115                                         | 99.97 (749.8)                                  | 0.987                                                                          |
| Retalhuleu      | 200                                         | 98.75 (740.7)                                  | 0.975                                                                          |
| Zacapa          | 210                                         | 98.74 (740.5)                                  | 0.974                                                                          |
| Chiquimula      | 950                                         | 91.05 (682.9)                                  | 0.899                                                                          |
| Baja Verapaz    | 994                                         | 85.77 (643.3)                                  | 0.846                                                                          |
| Cobán           | 1328                                        | 87.09 (653.2)                                  | 0.859                                                                          |
| Guatemala       | 1502                                        | 85.35 (640.2)                                  | 0.842                                                                          |
| Huehuetenango   | 1902                                        | 82.02 (615.2)                                  | 0.809                                                                          |
| Quezaltenango   | 2400                                        | 77.19 (579.0)                                  | 0.762                                                                          |

Fuente: NGO COGUANOR 34 155. 1986.

### **13.9 Análisis para determinar la concentración de soda cáustica**

- 13.9.1 Toma en un beaker de 250 ml una muestra de 25 ml de soda cáustica del tanque en el que se desea conocer la concentración.
- 13.9.2 Transfiera 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.
- 13.9.3 Titule con una solución de HCl 0.1 N hasta que desaparezca el color rosado.
- 13.9.4 Anote los mililitros gastado de HCL 0.1 y multiplíquelos por 0.4 para obtener la concentración de soda cáustica en partes por millón –ppm-

### **13.10 Medición del torque de tapa en refrescos carbonatados**

13.10.1 Tome cuatro botellas de producto terminado que estén saliendo de la máquina taponadora.

13.10.2 Gradúe los tornillos que sostienen la botella en el torquímetro, hasta que presionen el envase.

13.10.3 Coloque en cero la aguja del medidor analógico.

13.10.4 Gire la tapa del envase y tome la lectura que se obtiene en el medidor analógico.

13.10.5 Realice el paso anterior con las tres muestras restantes.

13.10.6 Anote cada resultado en el registro correspondiente.

### **13.11 Análisis de acidez titulable**

- 13.11.1 Descarbonate completamente un volumen de aproximadamente 150 ml de muestra por analizar.
- 13.11.2 Transfiera con una pipeta 25 ml de la muestra descarbonatada a un beaker de 250 ml y agregue 75 ml de agua desmineralizada.
- 13.11.3 Coloque 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.
- 13.11.4 Reduzca a "0" la velocidad de agitación y sumerja el electrodo, teniendo precaución de no este no toque las paredes del beaker, ni la barra, aumente la velocidad gradualmente.
- 13.11.5 Llene la bureta automática llevándola a cero con NaOH 0.1 N.
- 13.11.6 Titule la muestra lentamente con la solución de NaOH 0.1 N hasta obtener un pH de 8.3.
- 13.11.7 Lea en la bureta los mililitros consumidos de NaOH 0.1 N. Saque el electrodo de la muestra y lávelo con agua desmineralizada.
- 13.11.8 Multiplique los mililitros consumidos de NaOH 0.1 N por el factor 0.25616 y exprese el resultado en g/L

### **13.12 Análisis de sales minerales por titulación**

- 13.12.1 Transfiera 50 ml de agua tratada con una pipeta volumétrica a un beaker de 250 ml.
- 13.12.2 Titule con solución de ácido sulfúrico 0.02 N hasta llegar a un pH de 4.3.
- 13.12.3 Anote los ml de titulante consumidos como "A".
- 13.12.4 Descarbonate la muestra.
- 13.12.5 Transfiera 50 ml de la muestra descarbonatada con una pipeta volumétrica a un beaker de 250 ml.
- 13.12.6 Titular con la solución de ácido sulfúrico 0.02 N hasta llegar a un pH de 4.3
- 13.12.7 Anote los ml de titulante consumidos como "B"

### **Cálculo**

Mg/L bicarbonato de sodio = 33.6 (B-A)

### **13.13 Cotizaciones de equipo y cristalería**

#### **13.13.1 Refractómetro digital Atago**

- Modelo PR-32 $\alpha$  ( alfa )
- Rango de medición de 0 a 32%
- Escala mínima 0.1 %
- Exactitud  $\pm 0.1\%$
- Temperatura de la muestra de 5 a 40° C (compensación automática de temperatura)
- Fuente de poder una batería seca de 9V
- Dimensiones y peso: 17x9x4 cm y 300 g respectivamente.
- Precio: \$1200.00 (Q.9360.00) Tipo de cambio al 15 de octubre de 2011 por el banco de Guatemala Q.7.8 por dólar americano.



**Figura No. 2**  
**Refractómetro digital marca Atago**

#### **13.13.2 Potenciómetro**

- Marca Thermo Scientific
- Modelo Orion 2-Star
- Temperatura ambiente de operación de 5 a 45° C
- Temperatura de almacenamiento de -5 a +60° C
- Altitud hasta 2000 metros.
- Peso: 0.91 Kg.
- Dimensiones: 9.4x17.0x22.4 cm
- Alimentación de CA 110V

- Rango de medición de pH de 0 a 14.999
- Resolución de 0.1, 0.01 y 0.001
- Exactitud relativa  $\pm 0.002$
- Puntos de calibración de 1 a 3
- Precio: Q.3520.00

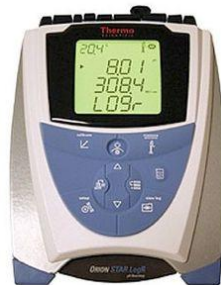


**Figura No. 3**  
**pH-metro de mesa**

#### 13.13.3 Electrodo

- Marca: Thermo Scientific
- Modelo: Orion-2-Star
- Precio: Q.803.00



**Figura No. 4**  
**Electrodo con soporte**

#### 13.13.4 **Torquímetro analógico**

- Marca: Atrya Plast
- Modelo: SST
- Caratula analógica para visualizar la escala de medición.
- Rango de 0 a 25 pulgadas lb.
- Precisión de  $\pm 4\%$  de lectura de la escala total.
- Peso neto de 12 lb
- Recubrimiento de teflón para proteger el aparato de daños causados por productos químicos, ingredientes y disolventes.
- Precio: \$1245.00 (Q.9711.00)



**Figura No. 5**

**Torquímetro analógico para tapas**

#### 13.13.5 **Determinador de CO<sub>2</sub>**

- Marca Sahm & Nagel
- Serie 11000
- Manómetro de 2" con escala dual de 0 a 60 psi y 0 a 4.2 Kg/cm<sup>2</sup>, resolución de 1 psi y 0.2 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Llave de aguja en acero inoxidable.
- Construido totalmente en acero inoxidable.
- Modelo 11001 para envases hasta 1 litro.
- Precio: Q.5420.00
- Modelo 11002 para envases hasta 3 litros.
- Precio: Q.5700.00



**Figura No. 6**  
**Medidor de carbonatación**

**13.13.6 Agitador magnético**

- Marca: 3B Scientific
- Referencia: U11866
- Incluye barra de teflón para agitación
- Precio: \$.269.00 (Q.2098.20)



**Figura No. 7**  
**Agitador magnético de laboratorio**

**13.13.7 Piseta de 250 ml**

- Precio: Q.22.00 c/u

**13.13.8 Gotero**

- Precio: Q.2.00 c/u

**13.13.9 Beaker de vidrio 250 ml**

- Precio: Q.26.00 c/u

**13.13.10 Probeta de 100 ml**

- Precio: Q.44.00 c/u

**13.13.11 Pipeta graduada de 25 ml.**

- Precio: Q.27.00 c/u

**13.13.12 Pipeta volumétrica de 50 ml**

- Precio: Q.45.00 c/u

**13.13.13 Bureta automática de 25 ml**

- Precio: Q. 105.00

**13.13.14 Matraz Erlenmeyer de 250 ml**

- Precio: Q.28.00 c/u

**13.13.15 Pipeta graduada de 1 ml**

- Precio: Q.14.00 c/u

## 14. APÉNDICE

### 14.1 Boleta de encuesta para la realización del diagnóstico en la primera etapa del estudio.

#### BOLETA DE ENCUESTA DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS A REALIZAR EN BEBIDAS CARBONATADAS Y SU PERIODICIDAD

**Instrucciones:** Llenar los espacios correspondientes sobre los análisis que los operadores realizan actualmente a las bebidas carbonatadas, colocar la frecuencia de realizarlos y las capacidad actual de producción.

Análisis a realizar: \_\_\_\_\_

Cada cuanto tiempo lo realiza:

Actualmente cuantas horas al día tienen producción:

Cuantos días a la semana tienen producción:

Cuantas veces al día realiza el análisis:

Análisis a realizar: \_\_\_\_\_

Cada cuanto tiempo lo realiza:

Actualmente cuantas horas al día tienen producción:

Cuantos días a la semana tienen producción:

Cuantas veces al día realiza el análisis:

## 14.2 Tabla para vaciar información obtenida en la encuesta.

Los análisis que se realizan son:

| <b>Tipo de análisis</b> | <b>Periodicidad</b> | <b>Capacidad actual de producción</b> | <b>Capacidad actual de análisis</b> |
|-------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
|                         |                     |                                       |                                     |
|                         |                     |                                       |                                     |
|                         |                     |                                       |                                     |
|                         |                     |                                       |                                     |
|                         |                     |                                       |                                     |
|                         |                     |                                       |                                     |

### 14.3 Glosario

- 14.3.1 **Alcalinidad:** cualidad de los hidróxidos metálicos, solubles en agua y que se comportan como una base fuerte.
- 14.3.2 **Calidad:** Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.
- 14.3.3 **FDA:** Siglas en inglés de la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos – Food and Drug Administration -
- 14.3.4 **Floculante:** Agente que produce floculación, es decir, que forma partículas solidas en una suspensión coloidal.
- 14.3.5 **Grados Brix:** 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.
- 14.3.6 **Parámetro:** Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación.
- 14.3.7 **PET:** Siglas del tereftalato de polietileno del es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático.
- 14.3.8 **Prefactibilidad:** denota una cualidad que se le da a la evaluación de un proyecto para determinar si factible la implementación del mismo.
- 14.3.9 **Titulación:** 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.
- 14.3.10 **Torque:** es el efecto giratorio que produce una fuerza aplicada a un cuerpo provisto de un eje.
- 14.3.11 **Valor de salvamento:** nombre que se le da a la 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.