



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

**OPTIMIZACIÓN DEL ESPACIO VOLUMÉTRICO DE LA BODEGA  
DE  
UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSAS**

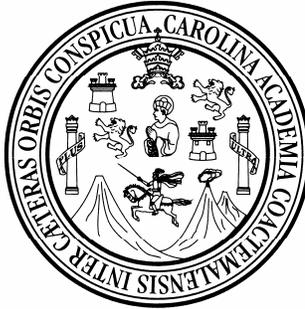
**Milbian Kattina Mendoza Méndez**

**Asesorada por Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez**

Guatemala, marzo de 2005



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**OPTIMIZACIÓN DEL ESPACIO VOLUMÉTRICO DE LA BODEGA  
DE  
UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSAS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR**

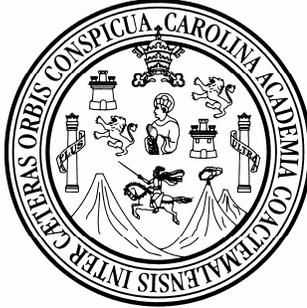
**MILBIAN KATTINA MENDOZA MÉNDEZ**  
**ASESORADA POR ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**GUATEMALA, MARZO DE 2005**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pablo Fernando Hernández
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortéz Urioste
EXAMINADOR	Inga. Paula Vanesa Ayerdi Bardales
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **Optimización del uso del espacio volumétrico de la bodega de una empresa embotelladora de bebidas gaseosas**

Tema que me fuera asignado en la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial en el mes de noviembre de 2003.

**Milbian Kattina Mendoza Méndez**



## **AGRADECIMIENTO A**

DIOS

Por ser mi primordial maestro. Fuente inagotable de luz y sabiduría, lumbrera de mi largo camino al éxito. Gracias por su justicia, amor, sabiduría, luz y poder.

Ing. Carlos Pérez

Por sus consejos y asesoría en la elaboración del presente trabajo de graduación.

Todos los profesionales de la Ingeniería y amigos que me impulsaron para alcanzar el triunfo.

## DEDICATORIA A

Mis padres	Ramiro Octavio Mendoza Rubio, Eugenia Méndez de Mendoza, Por enseñarme el valor de la vida y por ser los principales pilares de mi formación. Que Dios los bendiga.
Mi hermano	Jonathan Danylo, Gracias por su amistad y cariño sincero.
Mi hermanita	Kenia Maricruz, Deseándole que también un día, alcance la alegría y satisfacción de llegar a una meta.
Mis padrinos	Mr. John Cella & Mrs. Michele Cella, Con Amor y gratitud por siempre.
Mi familia	Con especial cariño.
Mi patria	Guatemala, Con amor y lealtad, tierra por la que he luchado y seguiré luchando.
Mis centros de estudio	Colegio Juan Marcos Instituto Americano en Ciencias de la Computación Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Templos del saber donde forjé mis ideales de estudiante.
Mis amigos y amigas	Yuni Álvarez, Jorge Roca, Ingrid Santiago, Julissa Fuentes, Juan Carlos Serra. Por haber compartido conmigo tristezas, alegrías y desvelos, los quiero mucho.
Una persona especial	Ing. José Víctor Franco Flores Por su dedicación y apoyo, con todo el amor de mi corazón, <i>Irr dish lived.</i>

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROCESO</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del proceso	1
1.1.1 Línea 1	1
1.1.2 Línea 2	2
1.1.3 Línea 3	3
1.1.4 Línea 4	4
1.1.5 Línea 5	4
1.1.6 Línea 6	5
1.1.7 Línea 7	6
1.2 Descripción de la materia prima	20
1.3 Descripción del equipo principal	21
1.3.1 Equipo en uso	21
1.3.2 Maquinaria en uso	22
<b>2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA BODEGA</b>	<b>23</b>
2.1 Recepción y entrega de materia prima	23
2.2 Recepción del activo fijo (botella vacía)	24
2.3 Control de existencias	26
2.4 Distribución del producto en proceso	27

2.4.1	Sala de cocimiento	27
2.4.2	Sala de reposo	27
2.5	Recepción y distribución del producto terminado	28
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA BODEGA</b>	<b>31</b>
3.1	Demanda del primer semestre	31
3.2	Producción del primer semestre	34
3.3	Análisis de costos	35
3.3.1	Costos directos	35
3.3.1.1	Costos de materia prima	36
3.3.1.2	Costos de mano de obra directa	36
3.3.1.3	Costos de la energía eléctrica en la planta	36
3.3.1.4	Costos de depreciación de la maquinaria	36
3.3.2	Costos indirectos	36
3.3.2.1	Costos de la mano de obra indirecta	37
3.3.2.2	Costos de administración	37
3.3.3	Costos de almacenaje	37
3.4	Método de la esquina noroeste	38
3.4.1	Formulación del modelo de optimización	39
3.4.2	Formulación de la matriz oferta demanda	48
3.4.3	Resultado del caso	49
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO AL ESPACIO VOLUMÉTRICO</b>	<b>51</b>
4.1	Área de producción	51
4.1.1	Recepción	51
4.1.2	Área de descarga de la materia prima	52
4.1.3	Almacenamiento	52
4.1.3.1	Bodega de materia prima	52
4.1.3.2	Bodega de repuestos industriales	53

4.1.3.3	Bodega de producto terminado	53
4.1.4	Área de carga de producto terminado	54
<b>5.</b>	<b>MEJORA CONTINUA EN LA BODEGA</b>	<b>57</b>
5.1	La señalización de la bodega	57
5.1.1	Colores representativos	58
5.1.2	Áreas marcadas	59
5.1.2.1	Paso peatonal	60
5.1.2.2	Descarga de materia prima	61
5.1.2.3	Paso vehicular	61
5.1.2.3.1	Paso de montacargas	61
5.1.2.3.2	Paso de camiones	62
5.2	Colocación de paneles	62
5.3	Evacuación	62
5.3.1	Rótulos y señales	63
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES	67
	BIBLIOGRAFÍA	69
	APÉNDICE	71



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Diagrama de flujo del proceso de la línea 1	7
2	Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 1	8
3	Diagrama de flujo del proceso de la línea 2	9
4	Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 2	10
5	Diagrama de flujo del proceso de la línea 3	11
6	Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 3	12
7	Diagrama de flujo del proceso de la línea 5	13
8	Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 5	14
9	Diagrama de flujo del proceso de la línea 6	15
10	Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 6	16
11	Diagrama de flujo del proceso de la línea 7	17
12	Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 7	18
13	Diagrama general del proceso de producción	20
14	Optimización de la línea donde se elabora la lata	39
15	Optimización de la línea donde se elabora el doble litro	40
16	Optimización de la línea donde se elabora las 20 onzas	41
17	Optimización de la línea donde se elabora el agua pura	42
18	Optimización de la línea donde se elabora las 12 onzas	43
19	Optimización de la línea donde se elabora las 6.5 onzas	44
20	Optimización de la línea donde se elabora el medio litro	45
21	Optimización de la línea donde se elabora el litro	46
22	Optimización de la línea donde se elabora el litro y medio	47
23	Matriz de la oferta y la demanda	48
24	Mapa de la distribución de la planta de producción	55

25	Ejemplo de una señal visual	63
26	Diagrama del proceso de fabricación de bebidas gaseosas	71

## **TABLAS**

I	Control de entrada de envase	25
II	Control de producto en bodega	26
III	Demanda de la presentación de la gaseosa en lata	31
IV	Demanda de la presentación del envase no retornable	32
V	Demanda de la presentación de agua pura	32
VI	Demanda de la presentación del envase de vidrio	33
VII	Demanda de la presentación del envase retornable	33
VIII	Línea de producción de la gaseosa en lata	34
IX	Línea de producción del envase no retornable	34
X	Línea de producción del agua pura	34
XI	Línea de producción del envase de vidrio	35
XII	Línea de producción del envase retornable	35
XIII	Código de colores	59

## GLOSARIO

- Coronadora** Es la máquina que coloca las tapitas o los taparoscas en las botellas, dependiendo de la presentación que se esté llenando.
- Desempacadora** Máquina cuya función es tomar las veinticuatro botellas que se encuentran dentro de la caja plástica, y colocarlas en un riel eléctrico para su posterior lavado.
- Despaletizadora** Aparato que forma parte en el procedimiento de desempacado, toma doce cajas de las tarimas y las coloca en los rieles que conducen las cajas a la desempacadora.
- Empacadora** Su función es lo contrario de la desempacadora, toma veinticuatro botellas ya llenas de líquido y las coloca dentro de la caja plástica.
- Emplasticadora** Cuando las botellas de doble litro o de agua pura ya se han llenado caen a un cuadro de cartón y pasan por esta máquina que les coloca un plástico termoencogible encima y lo corta, para luego pasar a la máquina llamada termoencogible.
- Hi – cone** Es un plástico que tiene seis agujeros y es el que une las seis latas, tomando la lata desde la parte superior.

<b>Llenadora</b>	Su función consiste en el llenado de las botellas con el líquido indicado, tiene de cuarenta a sesenta boquillas que tiran el líquido con presión hacia las botellas.
<b>N.R.</b>	Son siglas que significan no retornable, se usa específicamente en la botella de litro y medio, que tiene envase desechable.
<b><i>Omvition</i></b>	Es una máquina supermoderna que examina electrónicamente todas las botellas, y controla que éstas no lleven ningún objeto extraño en su interior, las botellas que no pasan la prueba son descartadas automáticamente.
<b>Paletizadora</b>	Hace el trabajo contrario de la despaletizadora, reúne doce cajas de producto terminado, las toma y las apila, unas sobre otras.
<b>Planeador</b>	Persona encargada de programar el siguiente día de producción, según los pedidos que reciba de las embotelladoras externas a la planta de producción.
<b><i>Poly-strech</i></b>	Es un plástico que como su nombre lo indica se estira, y sirve para asegurar las tarimas de doble litro, lata, y agua pura. Se coloca al rededor de las tarimas dándole aproximadamente diez vueltas.
<b>Enjuague</b>	Es un lavado final que se le da a la botellas nuevas, con agua tratada

***Sport cap***

Es un tapón que se usa en el agua pura, es muy fácil de usar, para abrir y poder tomar agua solamente se hala, y para que se cierre el conducto se empuja y listo.

**Termoencogible**

Es el nombre de un plástico que se adhiere con el calor, pero en la empresa se le llama así a una máquina de la cual sale aire caliente y esto hace que el plástico termoencogible que llevan las cajas de lata, doble litro y agua pura se adhiera y así asegurar el producto.

***Vídeo jet***

Aparato que coloca la fecha de vencimiento en todas las botellas, la fecha se puede cambia por medio de unos botones que tiene en la parte posterior.



## RESUMEN

En una empresa embotelladora de bebidas gaseosas es importante tener en consideración el volumen de producto terminado que será almacenado. Actualmente la bodega de la empresa tiene una capacidad de almacenaje determinada, requerida según la producción. Por el aumento de la demanda automáticamente aumentó la producción; por esta razón se implementó un estudio de optimización del espacio volumétrico, el cual incurrió en el reordenamiento total de la bodega.

Se habla de espacio volumétrico ya que el producto en proceso, como el producto terminado, se almacena en tarimas de 40' x 48' apiladas en tres módulos verticales, dependiendo de la presentación del producto. En el caso de la gaseosa en lata y del envase no retornable, solamente se apila en dos módulos, ya que este envase es más sensible y no soporta más peso.

Al llevar a cabo la reorganización de la bodega, también se llevó a cabo una nueva señalización de ésta, especificando el área de colocación de los paneles de producto en proceso y producto terminado, el área de carga, la descarga de materia prima, el paso peatonal y el paso vehicular.



## **OBJETIVOS**

### **General**

- Proponer una forma que optimice el uso del espacio volumétrico de la bodega de una empresa embotelladora de bebidas gaseosas.

### **Específicos**

1. Describir el proceso de envasado para tener un amplio conocimiento de la elaboración del mismo.
2. Realizar la separación pertinente del activo fijo (botella vacía) y el producto terminado.
3. Clasificar por áreas cada presentación del producto terminado (diferente tamaño y presentación).
4. Evaluar la oferta, demanda y los costos del periodo en estudio, y trabajar el modelo de optimización adecuado.
5. Dejar libres las áreas para carga, descarga de producto terminado y de materia prima.
6. Dar orientación a los trabajadores de como interpretar y respetar las nuevas señales de la planta de producción.
7. Implementar un plan de contingencia en caso de emergencias, por medio de la evacuación de los trabajadores del área.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente en las grandes empresas la optimización de cualquier aspecto técnico o material, es importante dentro de la organización, ya que contribuye a la mejora continua de las mismas.

Por esto se llevará a cabo la optimización del espacio volumétrico de una empresa embotelladora de bebidas gaseosas, tomando en consideración el área con la que se cuenta y que al mejorar la distribución del producto en proceso y terminado, se agilizará el proceso de producción, el proceso de carga de producto terminado a los camiones de reparto y se ahorrará energía y combustible a los montacargas, ya que entre más lejos quede el envase para ser llenado en las líneas de producción, más combustible se gastará. Así mismo, se realizará el ordenamiento de producto terminado, para que éste sea colocado frente a las líneas de producción. Sin olvidar por supuesto las áreas de descarga de materia prima y los pasos peatonales y vehiculares.

Se realizará un estudio de la situación actual de la bodega, para conocer las condiciones de ésta, seguidamente se dará a conocer el resultado de la propuesta de optimización, luego se implementará el estudio a la planta de producción para saber si éste da resultado y finalmente se hará la mejora de la bodega en general.

Luego de todas las situaciones mencionadas anteriormente se hará una señalización general, resaltando los puntos más importantes, como lo es la interpretación de las señales visuales, el adiestramiento del personal, para que puedan respetar dichas señales.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROCESO**

## **1.1 Descripción del proceso**

Se hará para el presente trabajo de graduación la descripción del proceso de producción de cada línea, sus diferentes presentaciones y los tiempos en que se realizan los procesos. Las líneas en su producción son similares, y se realizarán los diagramas de flujo correspondientes para todas las líneas, empezando desde el tratamiento de agua, y finalizando en la bodega de materia prima.

Las líneas están numeradas de la uno a la siete, la línea número cuatro desapareció por causas internas de la empresa.

Se hablará en toda la descripción de envase cuando se refiera a botella o lata vacía, y de producto cuando se refiera a botella o lata llena.

### **1.1.1 Línea 1**

En esta línea se llenan las latas de todos los sabores y la velocidad de la línea depende de la demanda que se maneje actualmente.

Se comenzará en la bodega de materia prima, el envase (la lata vacía) viene importado de México, entarimada con 8,160 envases por tarima.

Se lleva el envase a la línea de producción en montacargas (20 seg. 10 mts.), tienen un desentarrimado automático (5 seg.), es llevado por rieles al área de enjuague (6 seg. 2 mts), donde se le da un lavado final al envase (2 seg.), luego continúa en rieles a la llenadora (10 seg., 2 metros). Ésta llena a un ritmo aproximado de 450 latas por minuto, luego sale de la llenadora y una máquina le coloca el abre fácil a la misma velocidad que es llenada la lata.

Por medio de rieles se lleva la lata a la secadora, ( 10 seg., 5 metros), la cual seca a vapor la lata (3 seg.), pasa por el *vídeo jet* (máquina que coloca la fecha de vencimiento) (0.5 seg.). Luego pasa a donde se le coloca el *hi cone* (plástico que une 6 latas) ( 3.5 seg.), ya unidas las seis latas sale y cae a una caja de cartón.

Hay una supervisión para ver las latas en mal estado y las que son mal colocadas en la caja o no caen bien, (2 seg.), luego cae en la emplastadora (4.5 seg.), pasa a la máquina termoencogible, donde el plástico se pega a la lata ( 4 seg.), luego es entarrimada manualmente (75 seg.), el montacargas lleva la tarima a la bodega de producto terminado (32 seg., 10 mts.).

### **1.1.2 Línea 2**

Esta línea es en donde se embotella el doble litro, el envase es nuevo y viene limpio y etiquetado, se lleva en montacargas de la bodega a la línea de producción (35 seg., 10 mts.), se desentarrima manualmente y se coloca en los rieles (15 seg.). Por medio de estos rieles pasa al enjuague (6 seg., 2mts.), se le da un lavado final al envase (3 seg.), sigue en rieles y llega al área de llenado (8 seg., 2mts.). Es llenado a razón de 90 envases por minuto, luego la coronadora le coloca la tapón a la misma razón de 90 botellas por minuto.

El envase sigue en los rieles al *vídeo jet* (9 seg., 3.5 mts.), se le coloca la fecha de vencimiento (0.5 seg.) y se inspecciona para ver la altura del líquido (1 seg.). Luego la máquina reúne ocho doble litros (9.5 seg.) pasa a la emplastadora donde se coloca el plástico (6 seg.), pasa al termoencogible, donde por medio de aire caliente el plástico se pega al producto (7 seg.), es puesta manualmente en tarimas (120 seg.) y finalmente es llevada por montacargas a la bodega de producto terminado ( 75 seg., 10 mts.).

### **1.2.3 Línea 3**

En esta línea se embotella el medio litro de agua pura, el envase es nuevo y viene limpio y etiquetado, se lleva en montacargas de la bodega a la línea de producción (25 seg., 10 mts.). Se desentarma manualmente y se coloca en los rieles (15 seg.), por medio de estos rieles pasa al enjuague (6 seg., 2 mts.), se le da un lavado final al envase (4 seg.), sigue en rieles y llega al área de llenado (8 seg., 3 mts.), es llenado a razón de 115 envases por minuto.

La coronadora le coloca la tapón a la misma razón de 115 botellas por minuto, el envase sigue en los rieles al *vídeo jet* (9 seg., 5 mts.) y se le coloca la fecha de vencimiento (0.5 seg.).

Luego la máquina reúne 24 botellas (29 seg.), pasa a la emplastadora donde se coloca el plástico (8 seg.), luego pasa al termoencogible, donde por medio de aire caliente el plástico se pega al producto (7 seg.), es puesta manualmente en tarimas (200 seg.) y finalmente es llevada por montacargas a la bodega de producto terminado ( 60 seg., 10 mts.).

#### **1.1.4 Línea 4**

Esta línea por motivos internos de la empresa desapareció; sin embargo la numeración de las líneas no se corre, ya que aún se encuentra el espacio físico de ésta.

#### **1.1.5 Línea 5**

Aquí se embotellan las presentaciones de 12 onzas, ½ litro y 6.5 onzas, la botella vacía se encuentra entarimada en la bodega y es transportada por el montacargas directamente a la despaletizadora (50 seg., 15 mts.). Esta máquina toma las primeras 10 cajas (8.5 seg.) y pasa a una inspección la cual revisa que las cajas vayan con los envases completos y éstos estén en buen estado (22 seg.). Pasa por la desempacadora donde se sacan los envases de las cajas (7 seg.), es transportado por rieles a la lavadora (15 seg., 3 mts.), las botellas son lavadas con altas temperaturas, ésta tiene una capacidad de 1200 botellas por minuto.

Luego pasa a una inspección a lámparas de vacío donde hay personal que ve que las botellas no lleven ningún objeto extraño dentro de ellas (2 seg.), luego las botellas son transportadas a la llenadora, (15 seg., 3 mts.), éstas llenan a razón de 525 botellas por minuto. Los coronadores le colocan la tapita a la misma razón que llenan, las botellas son transportadas al *vídeo jet* (7 seg., 2.5 mts.), se le coloca la fecha de vencimiento (0.5 seg.), luego pasa a una inspección de altura para que la bebida tenga una altura optima (1 seg.) luego va a la empacadora (5 seg., 5 mts.). Esta máquina toma 24 botellas y las deposita en la caja (12 seg.).

Luego las cajas van directo a al paletizadora (13 seg., 3 mts.), esta máquina tiene la función de tomar 10 cajas y entarimándolas automáticamente (9 seg.) cuando ya tiene 50 cajas la tarima es tomada por el montacargas y es llevada a al bodega de producto terminado (38 seg., 15 mts.).

#### **1.1.6 Línea 6**

En esta línea se embotella el agua gaseosa de litro ½, el envase se encuentra en la bodega y es transportado por el montacargas a la línea y se colocan las tarimas en el suelo (18 seg., 10 mts.). Es desentarimado manualmente y colocado en los rieles (6 seg.), para ser transportado a la desempacadora (8 seg., 5 mts.).

La desempacadora retira los envases de la caja (4 seg.), los envases son transportados por rieles al detector electrónico de olores (13 seg., 8 mts.), esta máquina tiene unas boquillas que detectan en el envase olores extraños, son rechazados (1 seg.). Luego los envases son transportados a la lavadora (9 seg., 3.5 mts.), la lavadora tiene una capacidad de 22,000 botellas por hora, tiene la función de lavar con altas temperaturas el envase, le quita la etiqueta y lo lustra, luego se transporta por los rieles a una inspección (6 seg., 2.5 mts.). Se inspeccionan las botella mal lavadas (2 seg.), pasan a la llenadora y ésta llena a razón de 300 botellas por minuto, con la misma velocidad es colocado el tapón por la coronadora y con la misma velocidad es etiquetada, luego los envases son transportados al *vídeo jet* (3 seg., 1.5 mts.), se coloca la fecha de vencimiento (0.5 seg.).

La botella es inspeccionada para ver la altura de llenado (1 seg.) luego es transportada a la empacadora (10 seg., 4 mts.), esta toma 12 botellas y las coloca en la caja (11 seg.), son entarimadas manualmente (40 seg.).

Finalmente las cajas son transportada por el montacargas a la bodega de producto terminado (37 seg., 20 mts.).

### **1.1.7 Línea 7**

En esta línea se embotella el agua gaseosa de 12 onzas, esta línea cuenta con el equipo más moderno y automatizado de la empresa, aquí solamente trabajan 12 personas. El montacargas lleva las tarimas de 50 cajas a la despaletizadora (25 seg.), la despaletizadora hala 10 cajas (7 seg.), las cajas pasan a la desempacadora quien saca las botellas de las cajas (5 seg.). La botella es transportada por rieles a la lavadora (6 seg., 3 mts.), esta lavadora tiene una capacidad de 880 botellas por minuto, la botella es lavada con altas temperaturas, desde temperatura ambiente hasta 50°C y luego va bajando la temperatura hasta 20°C.

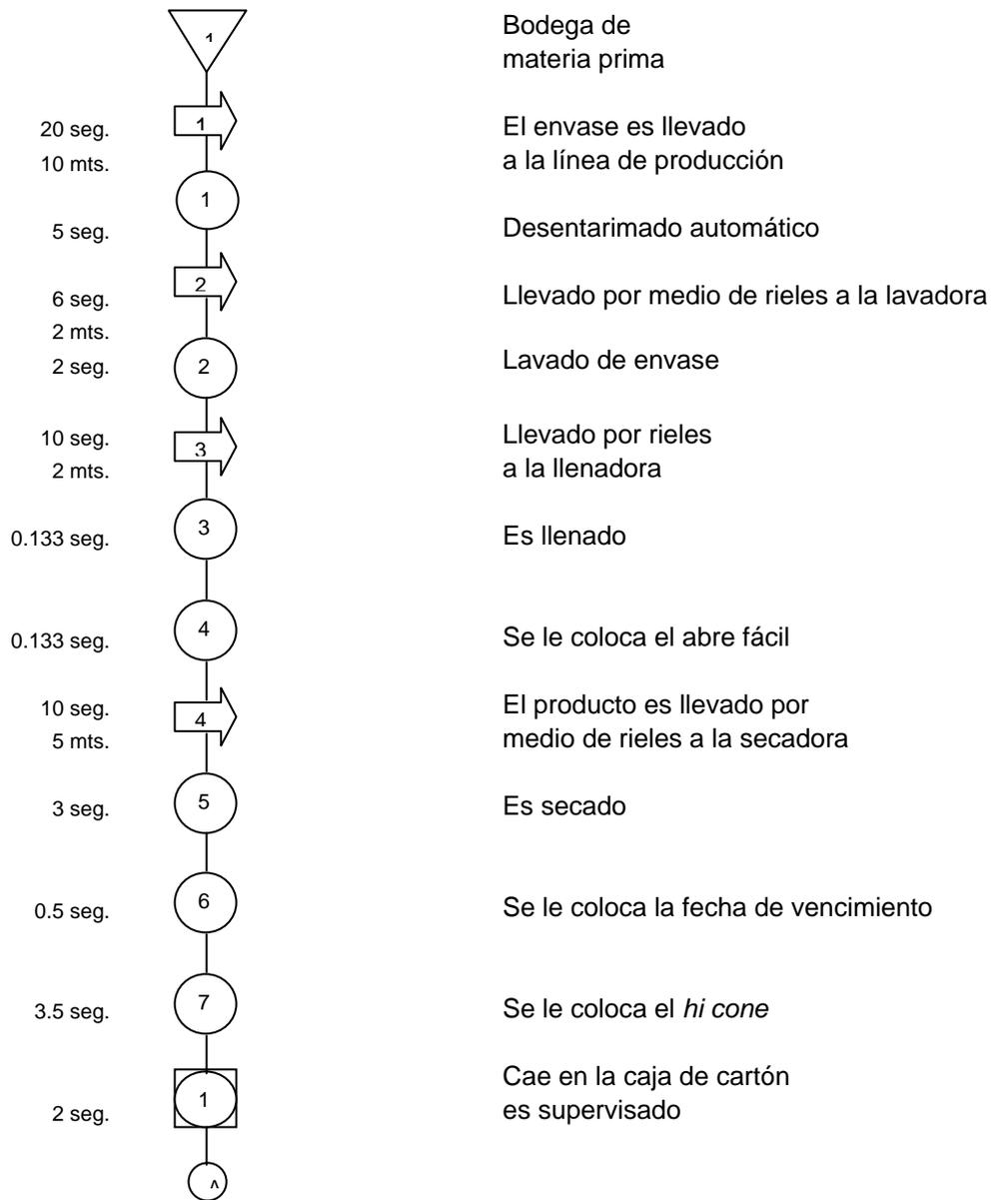
La botella es transportada al *omvition* (7 seg., 4mts.), esta máquina detecta electrónicamente objetos extraños dentro de las botellas (1 seg.) luego la botella es transporta a la llenadora (6 seg., 3.5 mts.), esta llena a razón de 800 botellas por minuto, es puesta la tapita por la coronadora a la misma velocidad.

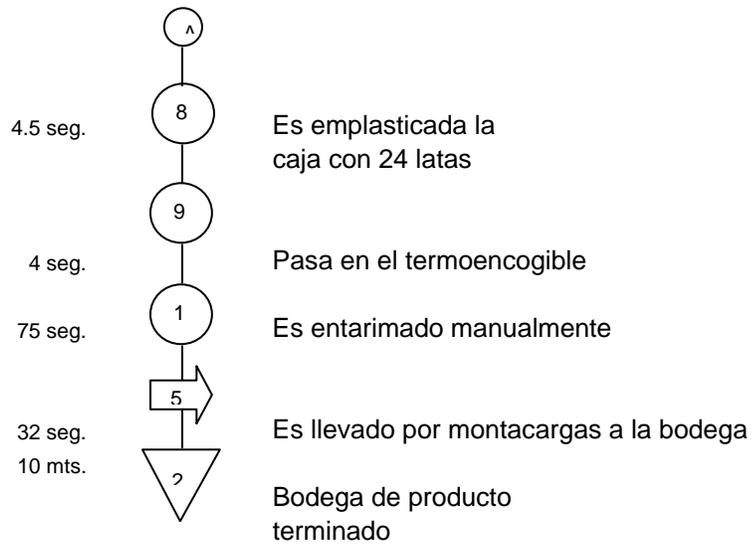
La botella es llevada al *vídeo jet* (4 seg., 2mts.) y se le coloca la fecha de vencimiento (0.5 seg.), ésta es transportada a una inspección (4 seg., 2 mts.), pasa a la inspección de alturas (1 seg.), va a la empacadora (12 seg., 7mts.), colocan las botellas en las cajas ( 9 seg.), pasa a la paletizadora que coloca las cajas en la tarima (11 seg.) y finalmente la tarima es llevada por el montacargas a la bodega de producto terminado (21 seg., 20 mts.).

**Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de la línea 1**

**ENCABEZADO**

Asunto: Preparación de agua gaseosa en lata  
 Método: Actual  
 Analista: Kattina Mendoza  
 Inicio: Bodega de materia prima  
 Fin: Bodega de producto terminado





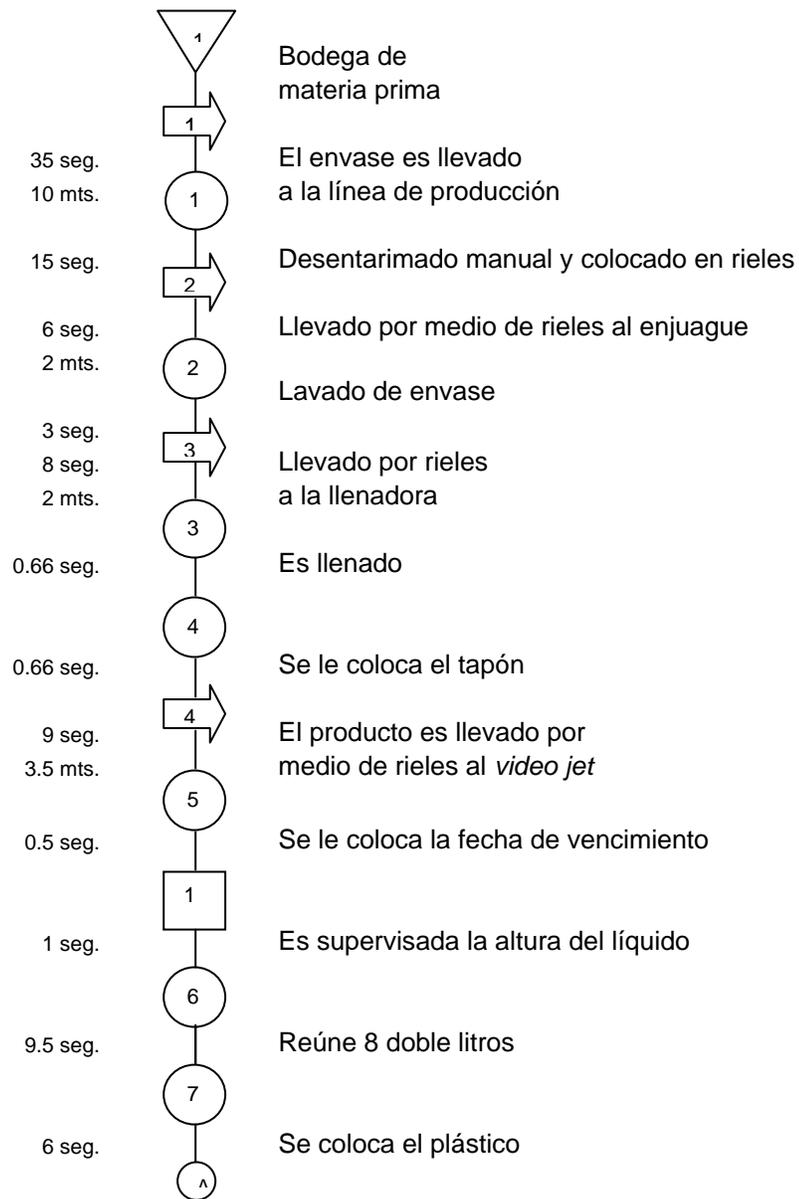
**Figura 2. Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 1**

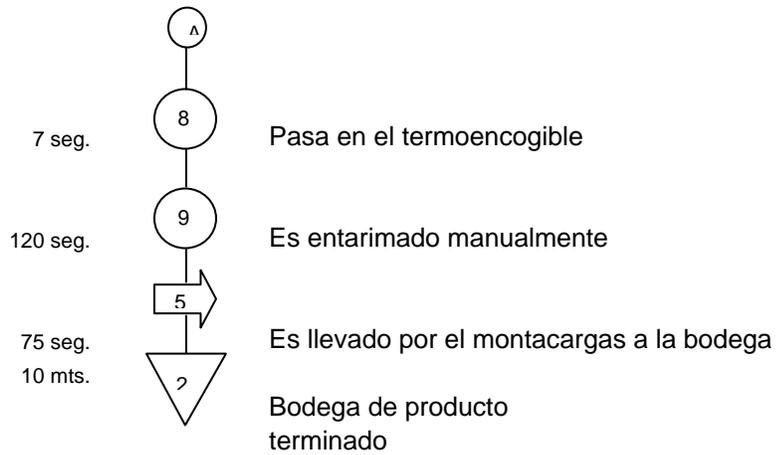
RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg.)	DISTANCIA (mts.)
	Almacenaje	2		
	Transporte	5	78	29
	Operación	10	97.766	
	Combinada	1	2	
	Inspección	0		
	Demora	0		
			177.766	29

**Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de la línea 2**

## ENCABEZADO

Asunto: Preparación de agua gaseosa doble litro  
Método: Actual  
Analista: Kattina Mendoza  
Inicio: Bodega de materia prima  
Fin: Bodega de producto terminado





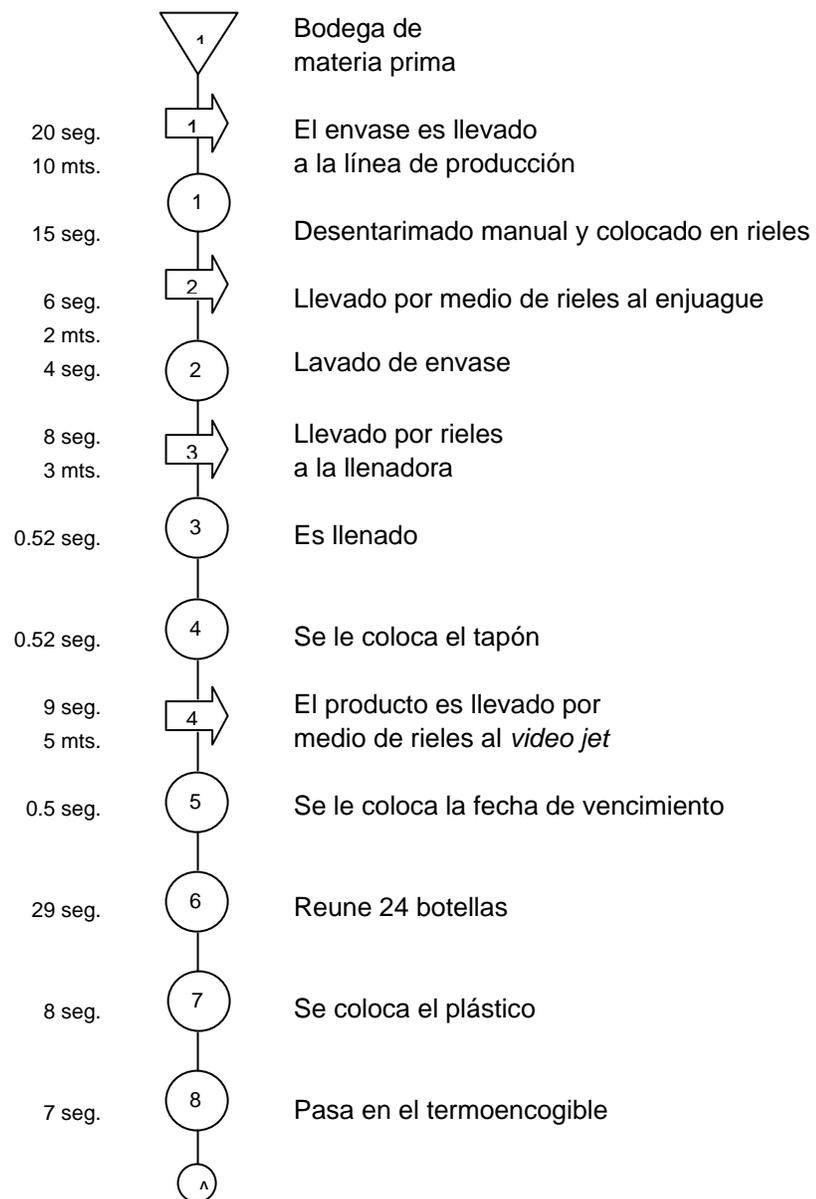
**Figura 4. Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 2**

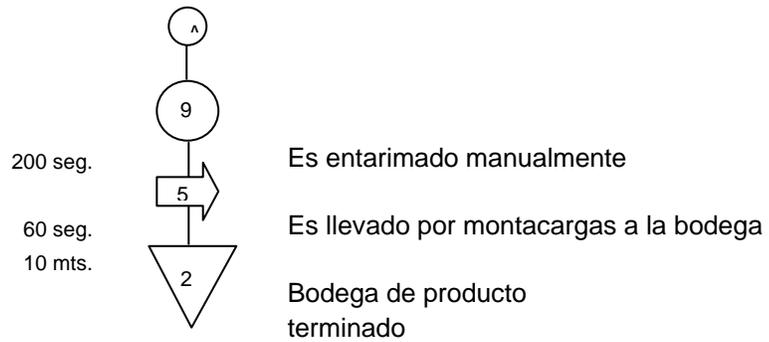
RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg.)	DISTANCIA (mts.)
	Almacenaje	2		
	Transporte	5	133	27.5
	Operación	9	162.32	
	Combinada	0		
	Inspección	1	1	
	Demora	0		
			<b>296.32</b>	<b>27.5</b>

**Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de la línea 3**

## ENCABEZADO

Asunto: Embotellado de agua pura  
Método: Actual  
Analista: Kattina Mendoza  
Inicio: Bodega de materia prima  
Fin: Bodega de producto terminado





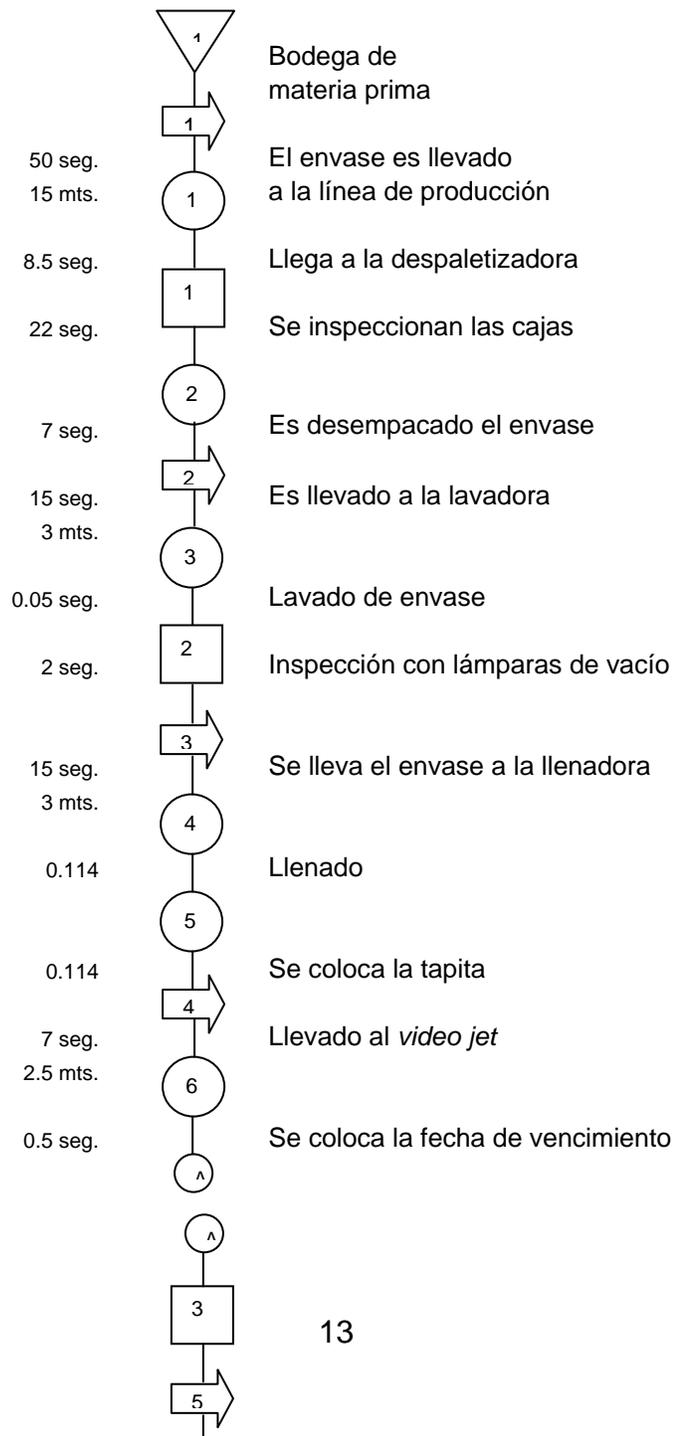
**Figura 6. Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 3**

RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg.)	DISTANCIA (mts.)
	Almacenaje	2		
	Transporte	5	108	30
	Operación	9	264.54	
	Combinada	0		
	Inspección	0		
	Demora	0		
			<b>372.54</b>	<b>30</b>

**Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de la línea 5**

ENCABEZADO

Asunto: Preparación de agua gaseosa 12 oz. 1/2 litro o 6.5 oz.  
Método: Actual  
Analista: Kattina Mendoza  
Inicio: Bodega de materia prima  
Fin: Bodega de producto terminado



1 seg.	Se ve la altura óptima del producto
5 seg. 5 mts.	Es llevado a la empacadora
12 seg.	Se empacan 24 botellas
13 seg.	Es llevado a la paletizadora
9 seg.	Entarimado automático
38 seg. 15 mts.	Es llevado por el montacargas a la bodega
	Bodega de producto terminado

**Figura 8. Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 5**

RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg.)	DISTANCIA (mts.)
	Almacenaje	2		
	Transporte	7	143	46.5
	Operación	8	37.278	
	Combinada	0		
	Inspección	3	25	
	Demora	0		
			<b>205.278</b>	<b>46.5</b>

**Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de la línea 6**

## ENCABEZADO

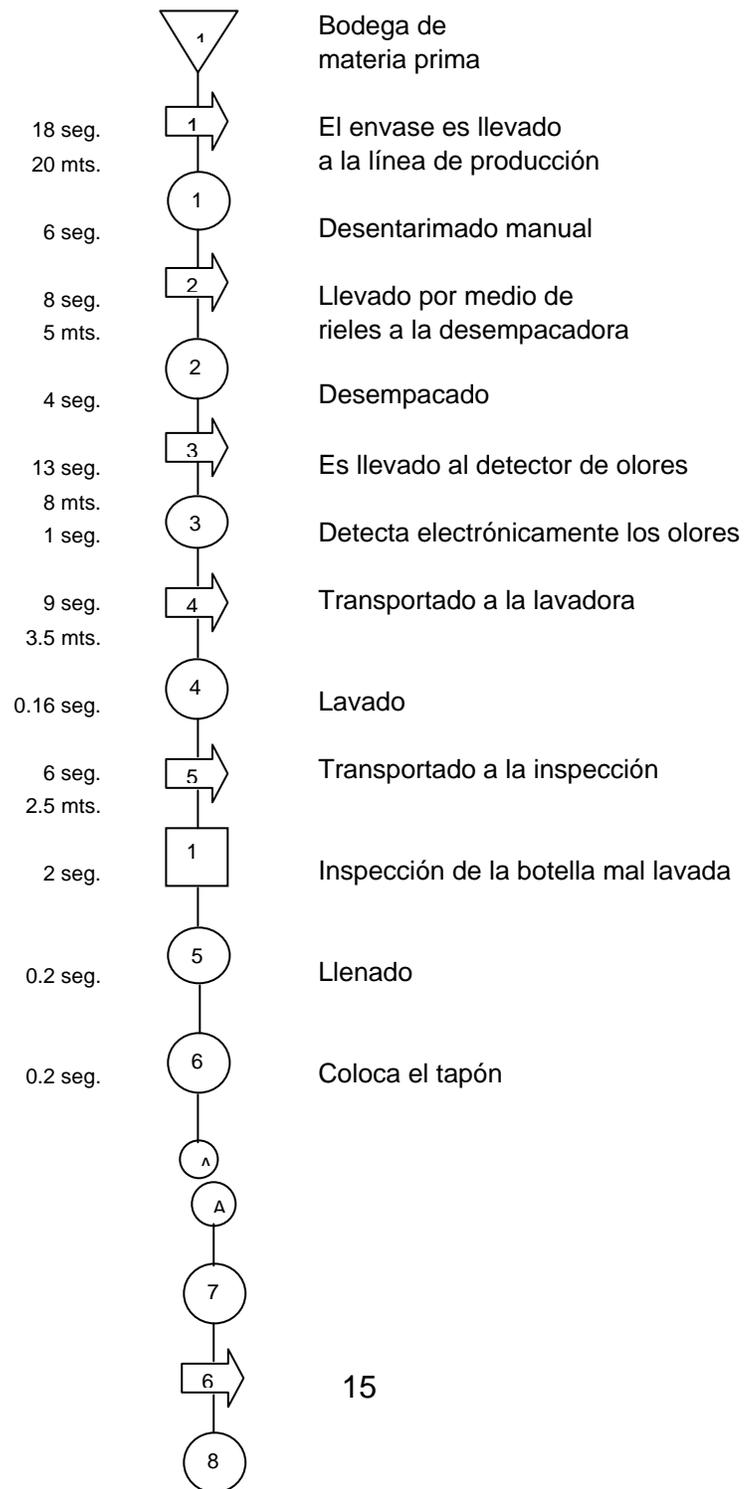
Asunto: Preparación de agua gaseosa litro 1/2

Método: Actual

Analista: Kattina Mendoza

Inicio: Bodega de materia prima

Fin: Bodega de producto terminado



0.2 seg.	Etiquetado
3 seg. 1.5 mts.	Llevado al <i>video jet</i>
0.5 seg.	Se coloca la fecha de vencimiento
1 seg.	Se inspecciona la altura óptima
10 seg. 4 mts.	El producto se transporta a la empacadora
11 seg.	Se empacan 12 botellas
40 seg.	Es entarimado manualmente
37 seg. 20 mts.	Es llevado por el montacargas a la bodega
	Bodega de producto terminado



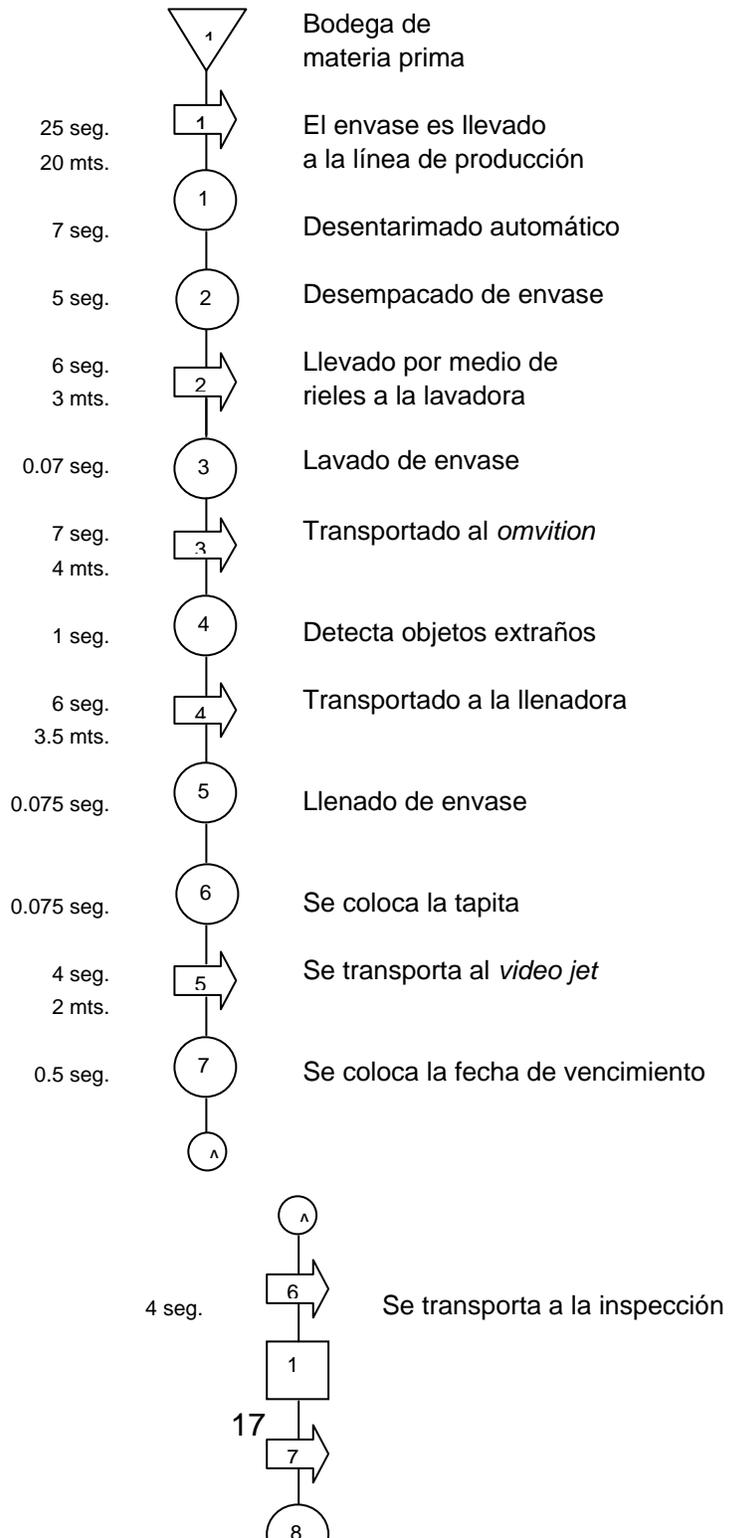
**Figura 10. Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 6**

RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg.)	DISTANCIA (mts.)
	Almacenaje	2		
	Transporte	8	104	64.5
	Operación	10	63.26	
	Combinada	0		
	Inspección	2	3	
	Demora	0		
			<b>170.26</b>	<b>64.5</b>

**Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de la línea 7**

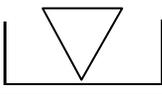
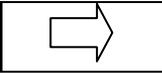
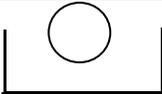
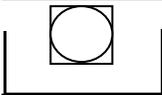
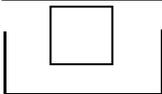
ENCABEZADO

Asunto: Preparación de agua gaseosa 12 oz.  
 Método: Actual  
 Analista: Kattina Mendoza  
 Inicio: Bodega de materia prima  
 Fin: Bodega de producto terminado



2 mts.	
1 seg.	Se inspecciona la altura óptima
12 seg.	Se lleva el producto a la empacadora
9 seg.	Coloca 24 botellas en las cajas
11 seg.	Es entarimado automáticamente
21 seg.	Es llevado por el montacargas a la bodega
20 mts.	Bodega de producto terminado

**Figura 12. Resumen del diagrama de flujo del proceso de la línea 7**

RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg.)	DISTANCIA (mts.)
	Almacenaje	2		
	Transporte	8	85	61.5
	Operación	9	33.72	
	Combinada	0		
	Inspección	1	1	
	Demora	0		
			<b>119.72</b>	<b>61.5</b>

## 1.2 Descripción de la materia prima

La materia prima que se utiliza para producir las aguas gaseosas se encuentra separada por cuatro áreas y son las siguientes:

#### Agua tratada

Esta está compuesta por

- a) Agua
- b) Hipoclorito de sodio
- c) Cloruro de calcio
- d) Sulfato ferroso
- e) Cal hidratada

#### Jarabe simple

Tiene los siguientes componentes

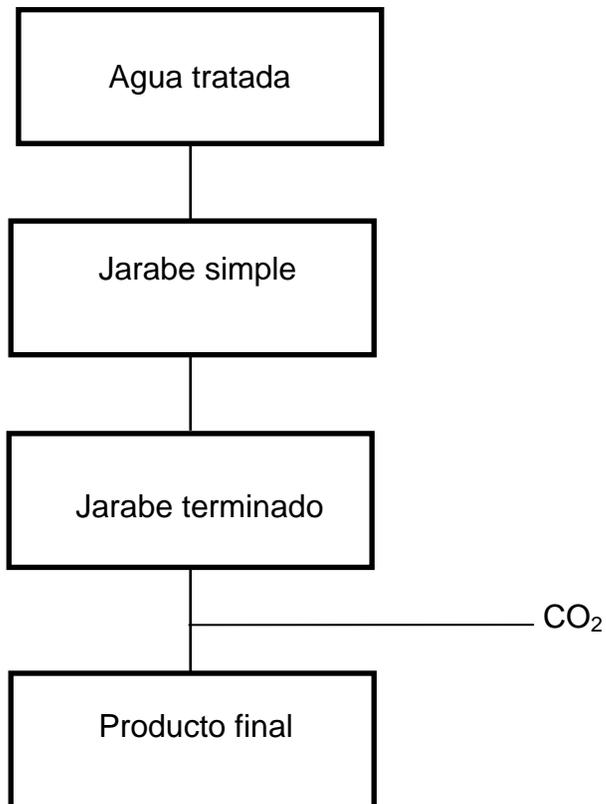
- a) Azúcar
- b) Agua tratada
- c) Carbón

#### Jarabe terminado

Está compuesto por

- a) Agua tratada
- b) Jarabe simple
- c) Concentrados (sabor, color, olor y preservantes.)

**Figura 13. Diagrama del proceso a partir de la materia prima**



Después de haber realizado los procesos anteriormente descritos la materia prima llega por medio de tuberías a las líneas de producción donde se une el jarabe terminado con agua tratada nuevamente y se une con el bióxido de carbono, el producto final es embotellado.

### 1.3 Descripción del equipo principal

Al hablar del equipo principal es importante tomar en cuenta no sólo el equipo, la maquinaria que se utiliza para la producción, por eso se dividirá esta área en dos secciones.

### **1.3.1 Equipo en uso**

Se tomará en cuenta todo lo relacionado al trabajo administrativo

- a) Computadoras (para las programaciones)
- b) Sumadoras (para sus cálculos esenciales)
- c) Metros
- d) Cronómetros
- e) Radios de comunicación
- f) Teléfonos
- g) Faxes
- h) Altoparlantes
- i) Televisores
- j) Videograbadoras
- k) Retroproyectores

### **1.3.2 Maquinaria en uso**

Esta será toda la comprendida para al producción

- a) 23 Montacargas
- b) 5 Rieles electrónicos
- c) 2 despaletizadoras ( desentariman 10 cajas)
- d) 2 paletizadoras (entariman 10 cajas)
- e) 3 desempacadoras (retiran los envases de las cajas)
- f) 3 empacadoras (colocan las botellas llenas en las cajas)
- g) 7 llenadoras (llenan la botella)
- h) 7 coronadoras (colocan la tapa)
- i) 6 *vídeo jet* (colocan la fecha de vencimiento)
- j) 3 emplastificadoras (envuelven con plástico las cajas)
- k) 3 máquinas de termoencogible (por medio de aire caliente pegan el plástico a las botellas)
- l) máquina que coloca *hi cone* (plástico que une 6 latas)
- m) 1 secadora de aire frío
- n) 4 lámparas de vacío (para visualizar los objetos dentro de la botellas )
- o) 1 detector electrónico de olores (se utiliza solamente en el envase plástico retornable)
- p) 1 *omvition* (detecta objetos extraños dentro de las botellas)
- q) 3 lavadoras
- r) 3 enjuague (lavado final del envase nuevo)

## 2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA BODEGA

## **2.1 Recepción y entrega de la materia prima**

La recepción de la materia prima está controlada por el almacén general, aquí no se almacena todo el producto, sin embargo, se hacen los conocimientos de entrada y de salida, los pedidos, no sólo de materia prima, sino también de todo el material requerido para la realización de un trabajo.

La descripción de la materia prima por cantidad / tiempo es la siguiente

- a) Azúcar 2,300 sacos/día
- b) Concentrados 360 unidades/semana
- c) CO<sub>2</sub> 15,000 Kg/día
- d) Agua suavizada 1,141.2 m<sup>3</sup>/día se utiliza para el lavado de envase y de cajas.
- e) Agua tratada 703.05 m<sup>3</sup>/día se utiliza propiamente para la producción de la bebida gaseosa

## **2.2 Recepción del activo fijo (botella vacía)**

La entrada del envase es variada, dependiendo de la demanda de la temporada, lo que se tiene en existencia, lo que se quiebra y todo lo que se necesita para poder tener un día de producción ya que las máquinas tienen que producir un determinado sabor, con cierta cantidad de envase. Es lo mínimo que se puede tener para una corrida de producción.

El envase que se puede ver en las siguientes tablas, está definido según el sabor, la presentación y la entrega. La media de entrada de lata, doble litro y agua pura, están dadas en cajas por semana, mientras que la media de entrada de los demás sabores está dada en cajas diarias ya que estos sabores son los que tienen más demanda y por ende son los que más se producen.

Se puede decir con certeza que la cantidad de envase que entra diariamente es la misma cantidad que se produce un día posterior a la entrada.

#### **Tabla I. Control de entrada del envase**

Descripción	Media de entrada
<b>Lata</b>	
Cola	47656
Cola dietética	13616
Clara	6808
Agua mineral	3404
Uva	3404
Limón	3404
Naranja	6808
Clara dietética	3808
Total lata	88908
<b>Doble litro</b>	
Cola	35052
Cola dietética	2032
Clara	8128
Agua mineral	1016
Uva	1016
Naranja	1016
Clara dietética	1524
Total doble	49784
<b>Agua pura</b>	
0.5 litro	23562
0.5 lt. s cp	0
Total agua pura	23562
<b>1/2 litro</b>	
Cola	1767.6
Clara	489.4
Naranja	481.2
Total 1/2 lt.	2738.2
<b>6.5 onzas</b>	
Cola	4856.6
Uva	1452.2
Naranja	1259.2
Total 6.5 oz.	7568

Descripción	Media de entrada
<b>Litro 1/2</b>	
Cola	12673.6
Clara	562.2
Uva	0
Roja	433.8
Naranja	0
Total litro 1/2	13669.6
<b>12 onzas</b>	
Cola	12358.8
Clara	2480.6
Agua mineral	1125.6
Uva	1217
Limón	1342.8
Roja	1797.4
Naranja	1959.2
Total 12 oz.	22281.4
<b>Litro</b>	
Cola	660.4
Clara	39.8
Total litro	700.2

Nota:

S CP significa *sport cap*

### 2.3 Control de existencias

La media de producto está dada por los cinco días anteriores a la toma de datos, lo que la bodega ha tenido almacenado en esos días, la demanda que ha entrado, o lo requerido según la época, está basado en un estricto control de datos a través de un planeador, que es quien se encarga del conteo de cajas o de tarimas de producto diario.

**Tabla II. Control del producto en la bodega**

Descripción	Media de producto
<b>Lata</b>	
Cola	8207
Cola dietética	1096
Clara	1088
Agua mineral	142
Uva	455
Limón	104
Naranja	796
Clara dietética	421
Total lata	12309
<b>Doble litro</b>	
Cola	5684
Cola dietética	111
Clara	388
Agua mineral	70
Uva	96
Naranja	114
Clara dietética	94
Total doble	6557
<b>Agua pura</b>	
0.5 litro	2823
0.5 lt. s cp	2
Total agua pura	2825
<b>1/2 litro</b>	
Cola	1992
Clara	448
Naranja	312
Total 1/2 lt.	2752
<b>6.5 onzas</b>	
Cola	4510
Uva	841

Descripción	Media de producto
<b>6.5 onzas</b>	
Naranja	27
Total 6.5 oz.	5378
<b>12 onzas</b>	
Cola	10675
Clara	2404
Agua mineral	1193
Uva	1073
Limón	341
Roja	1173
Piña	491
Manzana	271
Naranja	1283
Total 12 oz.	18904
<b>Litro 1/2</b>	
Cola	12475
Clara	565
Uva	90
Roja	304
Naranja	477
Total litro 1/2	13911
<b>Litro 1/2 N.R.</b>	
Cola	170
Total lt. 1/2 N.R.	170
<b>Litro</b>	
Cola	384
Clara	1
Total litro	385

Nota: N.R. no retornable  
S CP *sport cap*

## 2.4 Distribución del producto en proceso

Cuando se mencione el producto que se está procesando se estará hablando del jarabe, que como ya se mencionó anteriormente comienza con el tratado de agua en las cisternas y en los tanques de filtrado y prefiltrado, sigue con el jarabe simple y finalmente el jarabe terminado. Todo esto se procesa en la sala de jarabes que se divide en 2, la sala de reposo donde hay 15 tanques que almacenan todas las mezclas y la sala de cocimiento donde hay solamente dos tanques. Estos están distribuidos de la siguiente manera.

#### **2.4.1 Sala de cocimiento**

Cuenta solo con dos tanques

- a) de 3500 galones
- b) de 5000 galones

En estos tanques, como su nombre lo indica, es donde se cuece el azúcar con el agua tratada, estos dos componentes son los que forman el jarabe simple, después pasa a la sala de reposo por medio de tuberías.

#### **2.4.2 Sala de reposo**

Esta sala cuenta con quince tanques de diferentes capacidades de almacenaje, todos están dados en galones, se distribuyen de la siguiente manera:

- a) 3 tanques de 500 galones que almacenan agua para saneamiento general

- b) 3 tanques de 2700 galones
- c) 2 tanques de 3600 galones
- d) 4 tanques de 4900 galones
- e) 2 tanques de 4500 galones
- f) 1 tanques de 9450 galones

Los doce tanques anteriores sirven para almacenar jarabe terminado, el jarabe terminado está compuesto por la mezcla de jarabe simple más los concentrados (son estos los que tienen el sabor de la bebida, el preservante y el colorante artificial). Es distribuido a las líneas de producción por medio de tuberías. El jarabe terminado aún es muy espeso para embotellarlo y se mezcla con más agua tratada y CO<sub>2</sub>, este proceso se hace en las líneas de producción y finalmente se forma la bebida gaseosa.

## **2.5 Recepción y distribución del producto terminado**

El producto que se procesa en las líneas después que es entarimado ya sea manual o automáticamente es recibido por el montacargas, es llevado a la bodega de producto terminado, es almacenado en las filas, apilado en dos o tres tarimas de alto, dependiendo del producto pues no todo puede almacenarse uno encima del otro, como es el caso del doble litro y de la botella de agua pura, porque estas botellas son frágiles. Dependiendo el espacio que esté disponible, las filas pueden variar de ancho o de largo.

Se tiene que hacer un trabajo de reorganización de la bodega, pues, esta tiene el problema que por la gran cantidad de producción existente, el

almacenamiento, tanto de envase como de producto, está muy desordenado, no están pintadas las áreas específicas y necesita de algunos cambios para poder tener un buen ordenamiento de la bodega.

La solución a este problema puede empezar midiendo todas las áreas que se tendrán disponibles tanto para el almacenamiento, para el paso de montacargas, los pasos peatonales y para que el controlador de bodega tenga espacio para pasar entre las filas y así poder contar las cajas de producto existente en la bodega. Después de tener todas las áreas medidas, tiene que hacerse un análisis para poder optimizar los espacios requeridos para cada trabajo y así poder hacer los cambios necesarios y las señalizaciones pertinentes.

Además de todas las señalizaciones que se tienen que realizar, se debe de dar una charla a los empleados para enseñarles el significado de cada señal y que las respeten para guardar su propia seguridad y la seguridad en la empresa.

Se debe de tomar muy en cuenta el espacio que se tiene para almacenar el producto terminado, pues, la bodega se encuentra en su capacidad máxima de almacenamiento y se debe de saber cuanto de envase se necesitará, cuanto de producto para la venta y el espacio requerido para cada uno de estos casos.

Dependiendo de la demanda que se maneje, se tratará de organizar la bodega de la mejor manera, por medio del conocimiento de la producción diaria y la salida del producto terminado, para hacer un balance y que la bodega siempre cuente con espacio para el ingreso de botella y/o producto.

Esto se hará por medio de los conocimientos de entrada y salida y la producción diaria de las líneas.

Se tendrán que conocer los días piso para almacenar cada producto, el precio de almacenaje por día, todo esto para saber cuál es el producto que menos se tendrá que producir y los costos que éstos representan como pérdida.

### **3. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA BODEGA**

### 3.1 Demanda del primer semestre

Desde el inicio del nuevo año la empresa sabe con mucha exactitud su demanda ya que predeterminan los meses de verano que es cuando se vende más el producto, entonces desde los meses anteriores se comienza a producir para tener en bodega el producto para cuando se necesite.

**Tabla III. Demanda de la presentación de la gaseosa en lata**

	<b>Demanda mes/cajas</b>
<b>Presentación</b>	<b>Lata</b>
Enero	170,000
Febrero	170,000
Marzo	190,000
Abril	235,000
Mayo	170,000
Junio	170,000

**Tabla IV. Demanda de la presentación del envase no retornable**

	<b>Demanda mes/cajas</b>
--	--------------------------

<b>Presentación</b>	<b>Doble litro</b>	<b>20 onzas</b>
Enero	100,000	100,000
Febrero	100,000	100,000
Marzo	120,000	120,000
Abril	150,000	130,000
Mayo	100,000	100,000
Junio	100,000	100,000

**Tabla V. Demanda de la presentación del agua pura**

<b>Presentación</b>	<b>Demanda mes/cajas</b>
	<b>Botella</b>
Enero	35,000
Febrero	35,000
Marzo	45,000
Abril	65,000
Mayo	40,000
Junio	35,000

**Tabla VI. Demanda de la presentación del envase de vidrio**

<b>Presentación</b>	<b>Demanda mes/cajas</b>			
	<b>12 onzas</b>	<b>6.5 onzas</b>	<b>½ litro</b>	<b>litro</b>

Enero	300,000	300,000	280,000	300,000
Febrero	300,000	300,000	280,000	300,000
Marzo	370,000	370,000	320,000	315,000
Abril	490,000	490,000	350,000	480,000
Mayo	300,000	300,000	280,000	300,000
Junio	300,000	300,000	280,000	300,000

**Tabla VII. Demanda de la presentación del envase retornable**

<b>Presentación</b>	<b>Demanda mes/cajas</b>
	<b>1 ½ litro</b>
Enero	200,000
Febrero	200,000
Marzo	225,000
Abril	300,000
Mayo	200,000
Junio	200,000

### **3.2 Producción del primer semestre**

La capacidad de producción depende de la automatización de la línea de producción, de la demanda del producto y de la presentación que se requiera, se describirá la producción por línea y por presentación.

**Tabla VIII. Línea de producción de la gaseosa en lata**

<b>Presentación</b>	<b>Capacidad de producción Cajas / hora</b>
Lata	1,125

**Tabla IX. Línea de producción del envase no retornable**

<b>Presentación</b>	<b>Capacidad de producción Cajas / hora</b>
Doble litro	675
20 onzas	600

**Tabla X. Línea de producción del agua pura**

<b>Presentación</b>	<b>Capacidad de producción Cajas / hora</b>
Normal	285

**Tabla XI. Línea de producción del envase de vidrio**

<b>Presentación</b>	<b>Capacidad de producción Cajas / hora</b>
12 onzas	2,500
6.5 onzas	2,500
Medio litro	1,800
Litro	1,900

**Tabla XII. Línea de producción del envase retornable**

<b>Presentación</b>	<b>Capacidad de producción Cajas / hora</b>
Litro y medio	1,500

### **3.3 Análisis de costos**

A continuación se hará el análisis de costos, el cuál no es mas que la suma de tres partes fundamentales (costo directo, costo indirecto y costo de almacenaje), cada uno de éstos se desglosa por aparte según sea el caso.

#### **3.3.1 Costos directos**

Son todos aquellos costos que participan en la fabricación directa del producto, estos costos son diversos tales como:

##### **3.3.1.1 Costo de la materia prima**

Son los costos que se realizan para la fabricación del producto, como lo es el agua, el azúcar, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y sus diversos concentrados.

#### **3.3.1.2 Costo de la mano de obra directa**

Estos son los costos de todo el personal que participa directamente en la fabricación del producto, desde los supervisores de las líneas de producción, operadores de máquinas, hasta los ayudantes de los grupos de trabajo.

#### **3.3.1.3 Costo de la energía eléctrica en la planta**

En este rubro entra el consumo eléctrico de los motores, la iluminación del área y el consumo de los calentadores eléctricos.

#### **3.3.1.4 Costos de depreciación de la maquinaria**

Toda maquinaria al ser utilizada durante determinado tiempo tiende a sufrir desgaste físico, este desgaste se conoce como depreciación, el cual tiene que ser monetariamente significativo en los costos de la empresa. Al final del periodo la maquinaria sólo tendrá un valor de rescate.

### **3.3.2 Costos indirectos**

Estos son todos los costos que no participan directamente en la producción, a continuación se explicarán algunos de estos

#### **3.3.2.1 Costo de la mano de obra indirecta**

Aquí es donde participan las personas que están ligadas indirectamente con el producto, los del área de control de calidad, que son los encargados de efectuar los análisis pertinentes que garantizan las especificaciones del producto, los encargados del mantenimiento de los equipos de la planta y sus ayudantes.

### **3.3.2.2 Costos de administración**

Son todos los costos que se refieren estrictamente a toda el área administrativa, tales como los sueldos de los jefes de los diferentes departamentos administrativos, auxiliares, secretarias, etc.

### **3.3.3 Costo de almacenaje**

Los costos para mantener almacenada una caja de producto terminado, se calculan con base en las 24 horas diarias de almacenaje, durante los 30 días del mes, si este fuera el caso, dando un cálculo total de 720 horas tabuladas de almacenaje. Por motivos de volumen sería muy complicado calcular el costo de almacenaje de una caja de producto, entonces se calcula el costo de una tarima de producto, cada tarima contiene de 50 a 60 cajas. Dependiendo de la presentación, así mismo se multiplica por 24 horas diarias, por 30 días al mes, que permanece la tarima almacenada en la bodega de producto terminado.

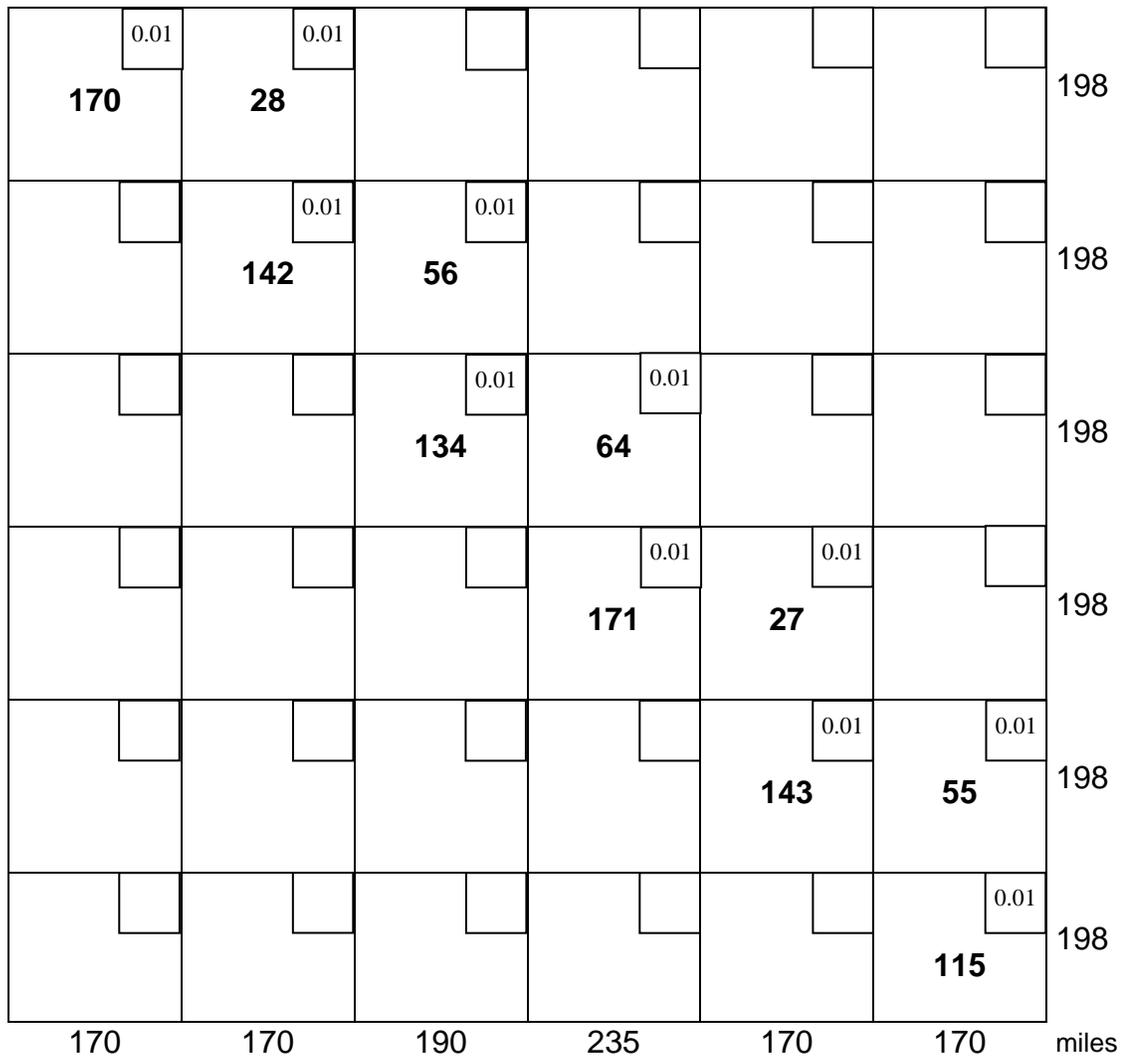
## **3.4 Método de la esquina noroeste**

Este método consiste en una tabla donde se coloca la oferta en forma vertical y la demanda en forma horizontal fuera de la tabla; en cada casilla de la tabla se coloca el costo del producto (incluyendo almacenaje), y se asigna la cantidad máxima permisible por la oferta y la demanda en la casilla que está en la esquina noroeste de la tabla.

La columna satisfecha se tacha indicando que las variables restantes en la columna tachada son igual a cero. Después de ajustar las cantidades de oferta y demanda para todos las filas y columnas no tachadas, la cantidad máxima factible se asigna al primer elemento no tachado en la nueva columna. El procedimiento termina cuando exactamente una fila o una columna se dejan sin tachar.

### **3.4.1 Formulación del modelo de optimización**

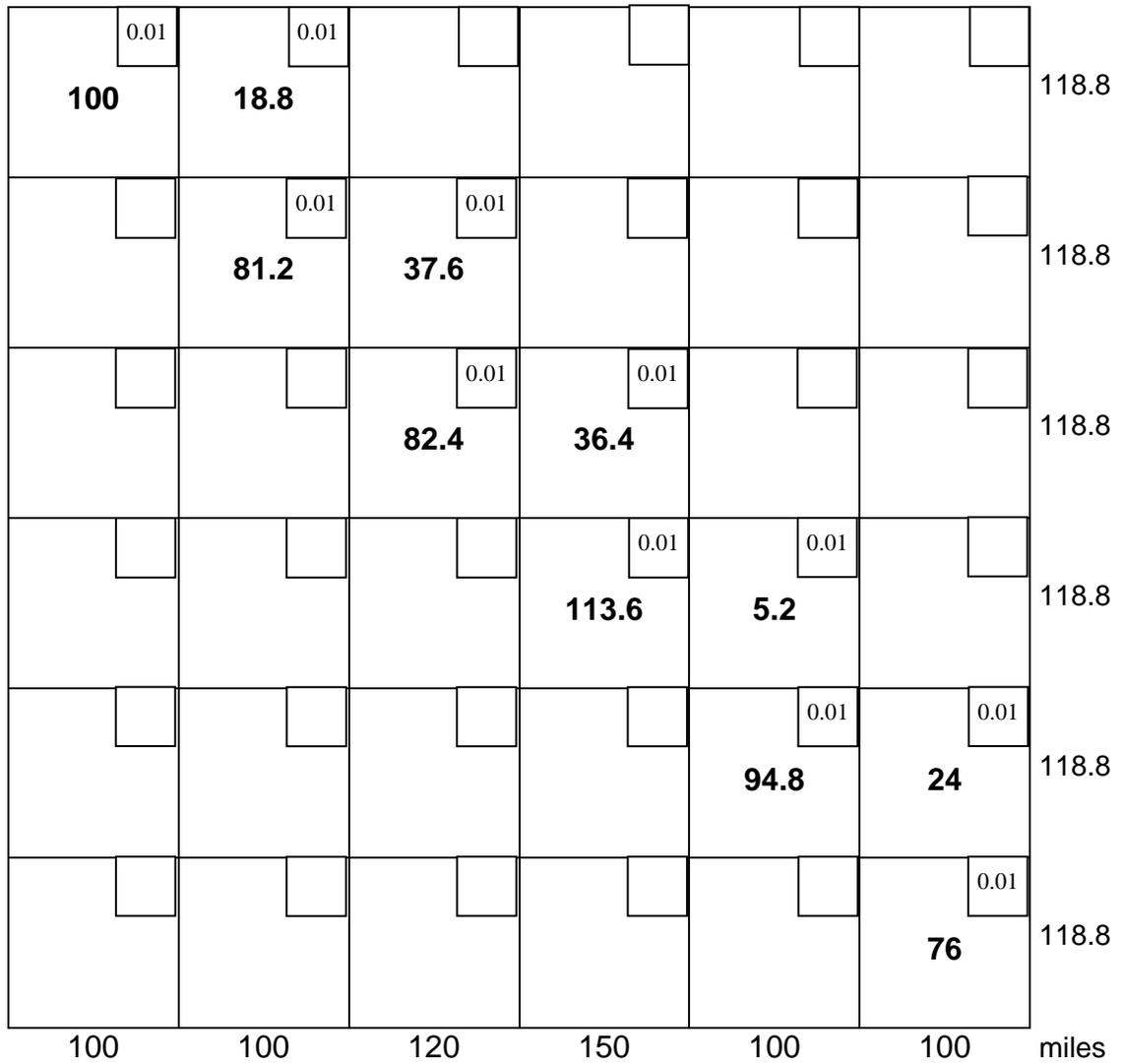
**Figura 14. Optimización de la línea donde se elabora la lata**



$$= (( 170+28+142+56+134+64+171+27+143+55+115)*1000)*0.01$$

$$= \mathbf{Q. 11,050.00 \text{ en 6 meses}}$$

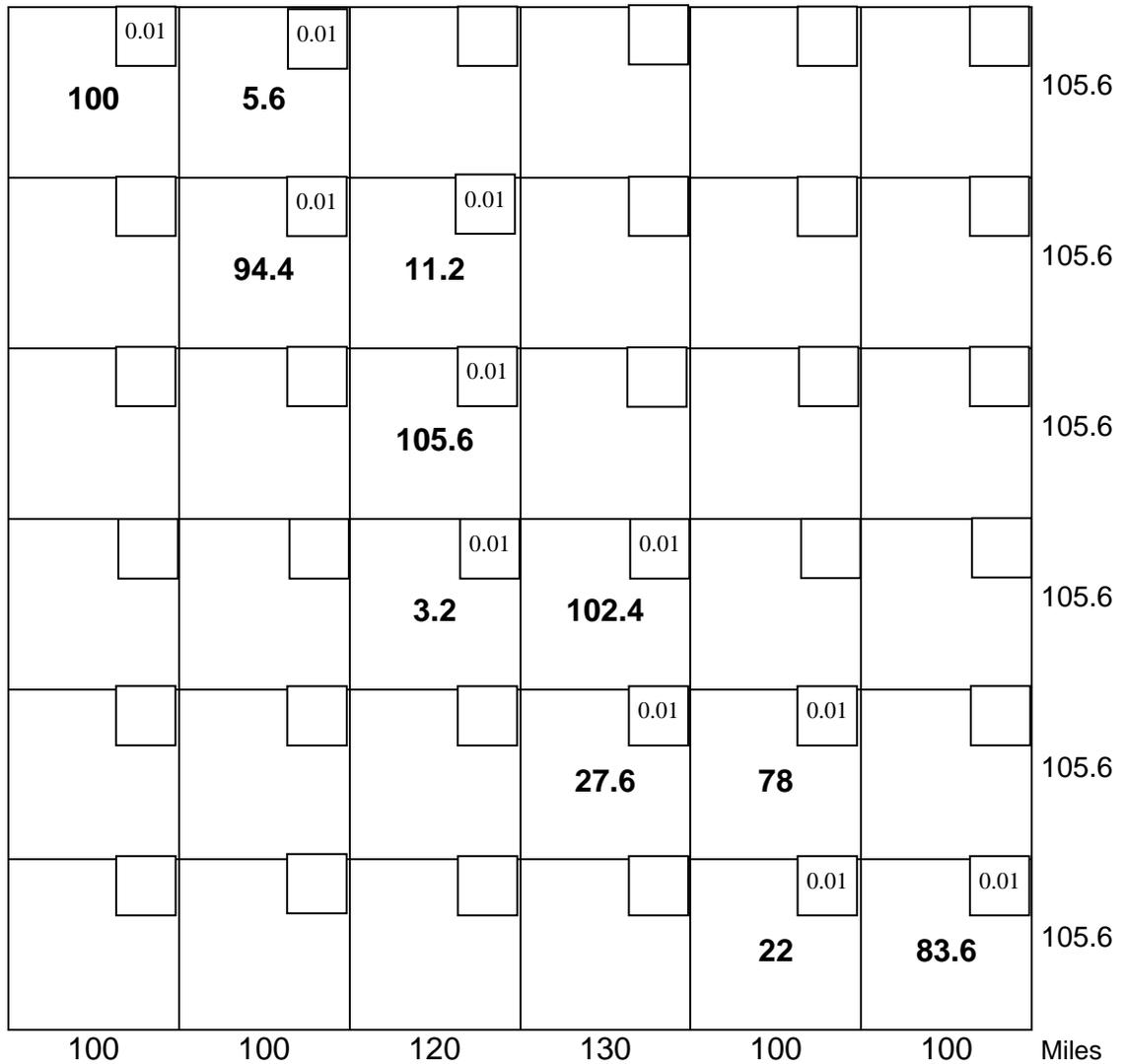
**Figura 15. Optimización de la línea donde se elabora el doble litro**



$$= ((100+18.8+81.2+37.6+82.4+36.4+113.6+5.2+94.8+24+76)*1000)*0.01$$

$$= \text{Q. 6,700.00 en 6 meses}$$

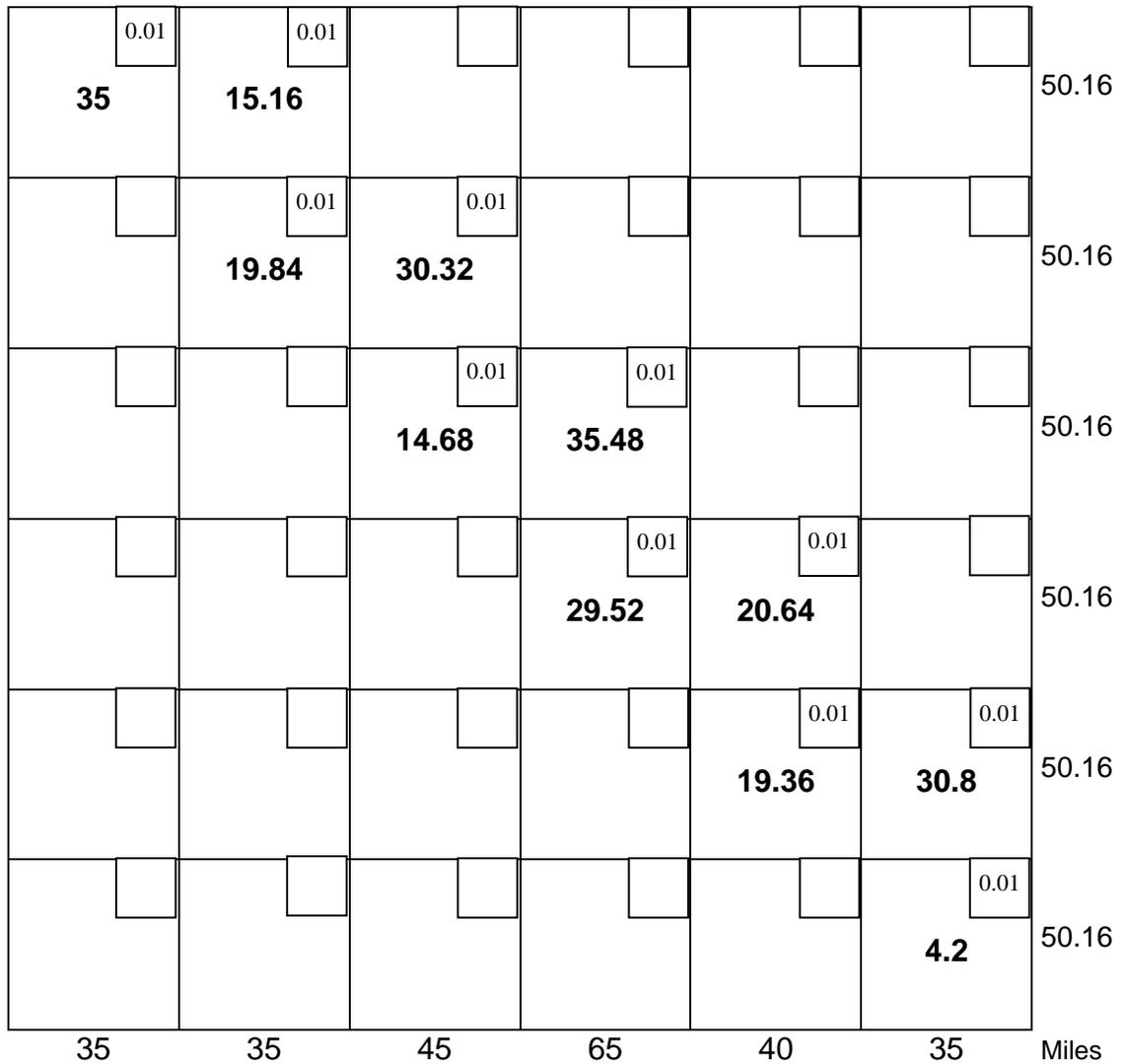
**Figura 16. Optimización de la línea donde se elabora las 20 onzas**



$$= ((100+5.6+94.4+11.2+105.6+3.2+102.4+27.6+78+22+83.6)*1000)*0.01$$

$$= \mathbf{Q. 6,336.00 \text{ en 6 meses}}$$

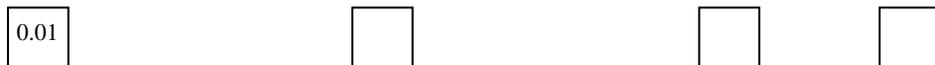
**Figura 17. Optimización de la línea donde se elabora el agua pura**

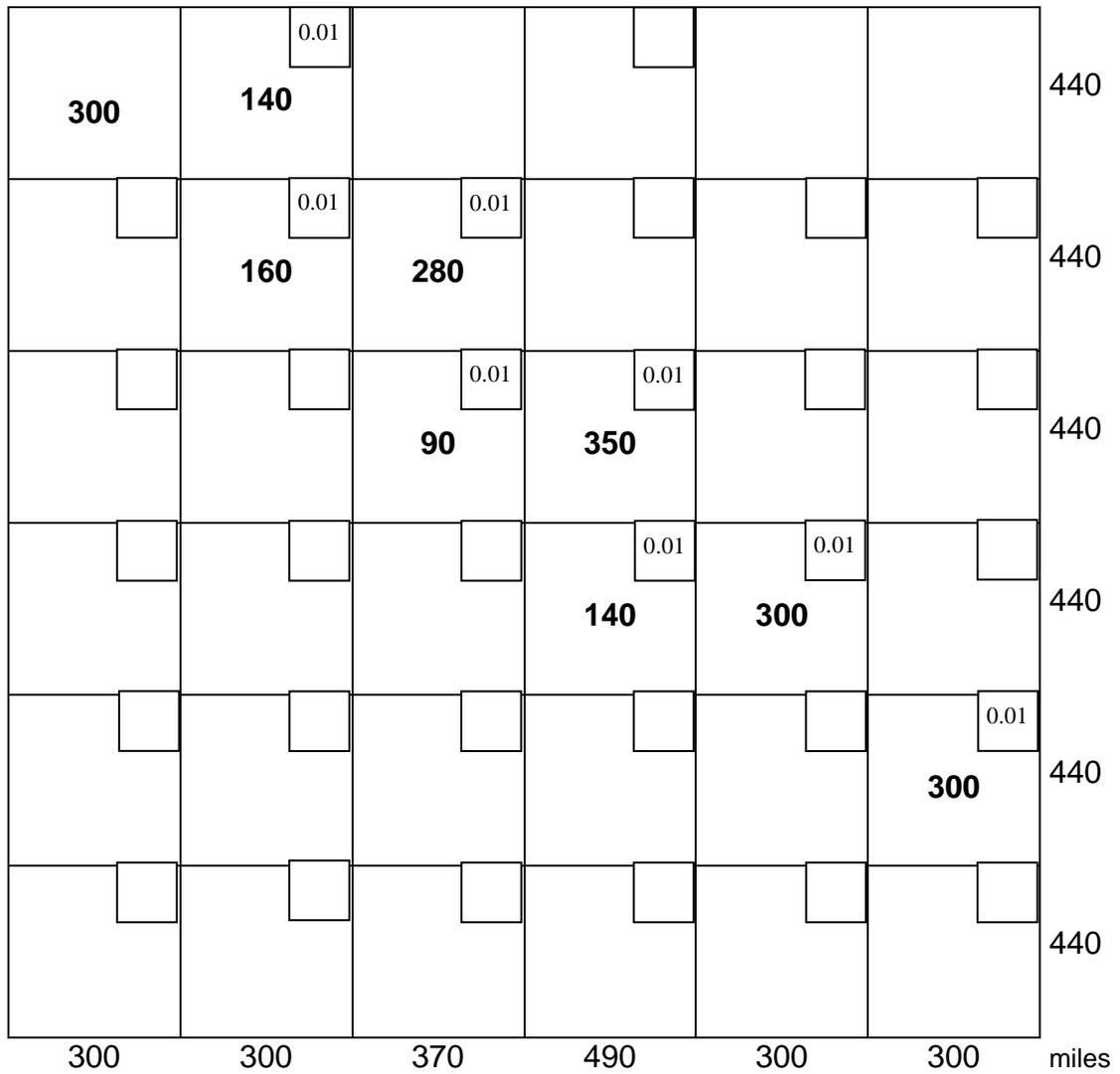


$$= ((35+15.16+19.84+30.32+14.68+35.48+29.52+20.64+19.36+30.8+4.2)*1000)*0.01$$

$$= \mathbf{Q. 2,550.00 \text{ en 6 meses}}$$

**Figura 18. Optimización de la línea donde se elabora las 12 onzas**

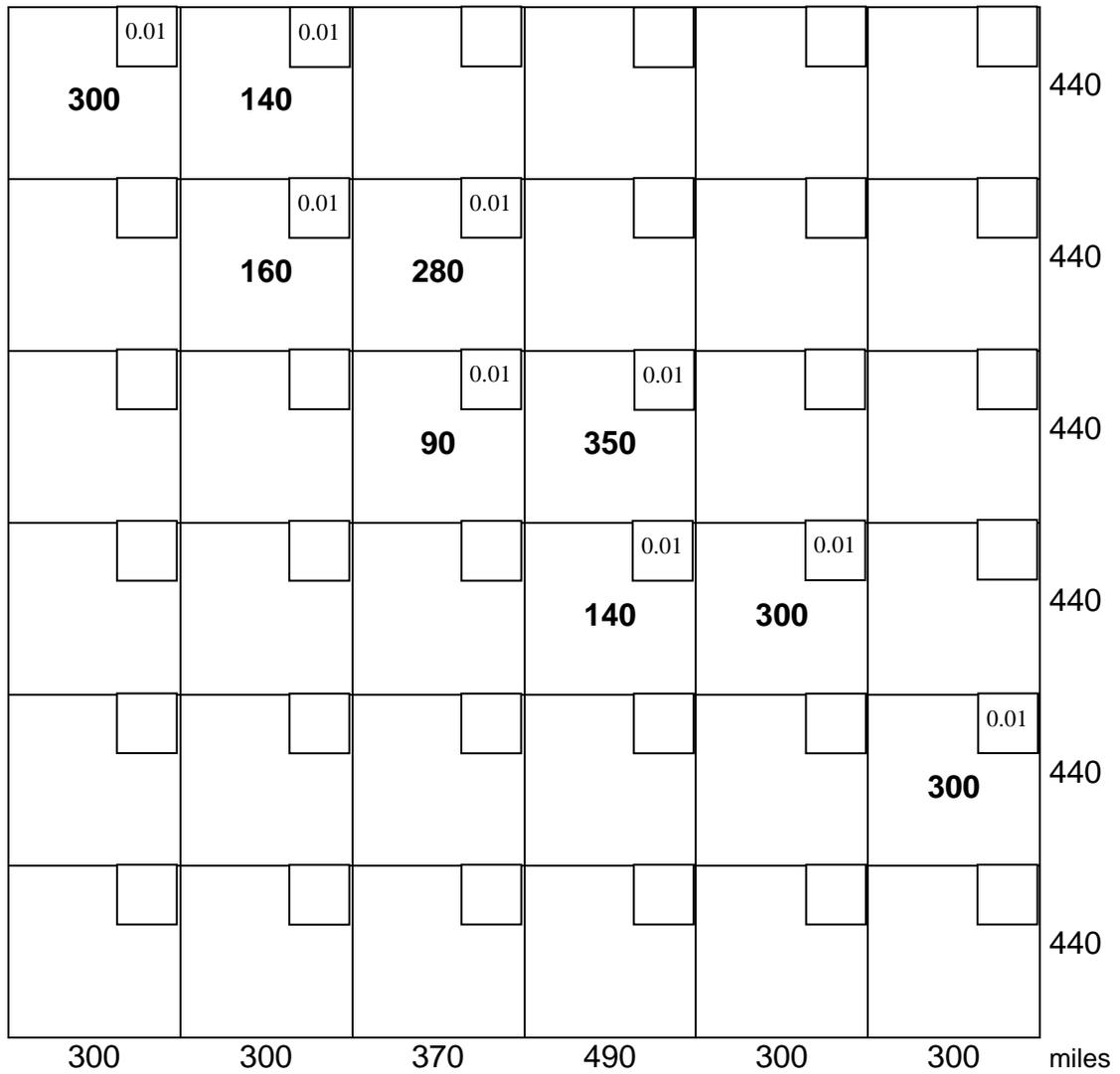




$$= ((300+140+160+280+90+350+140+300+300)*1000)*0.01$$

= **Q. 20,600.00 en 6 meses**

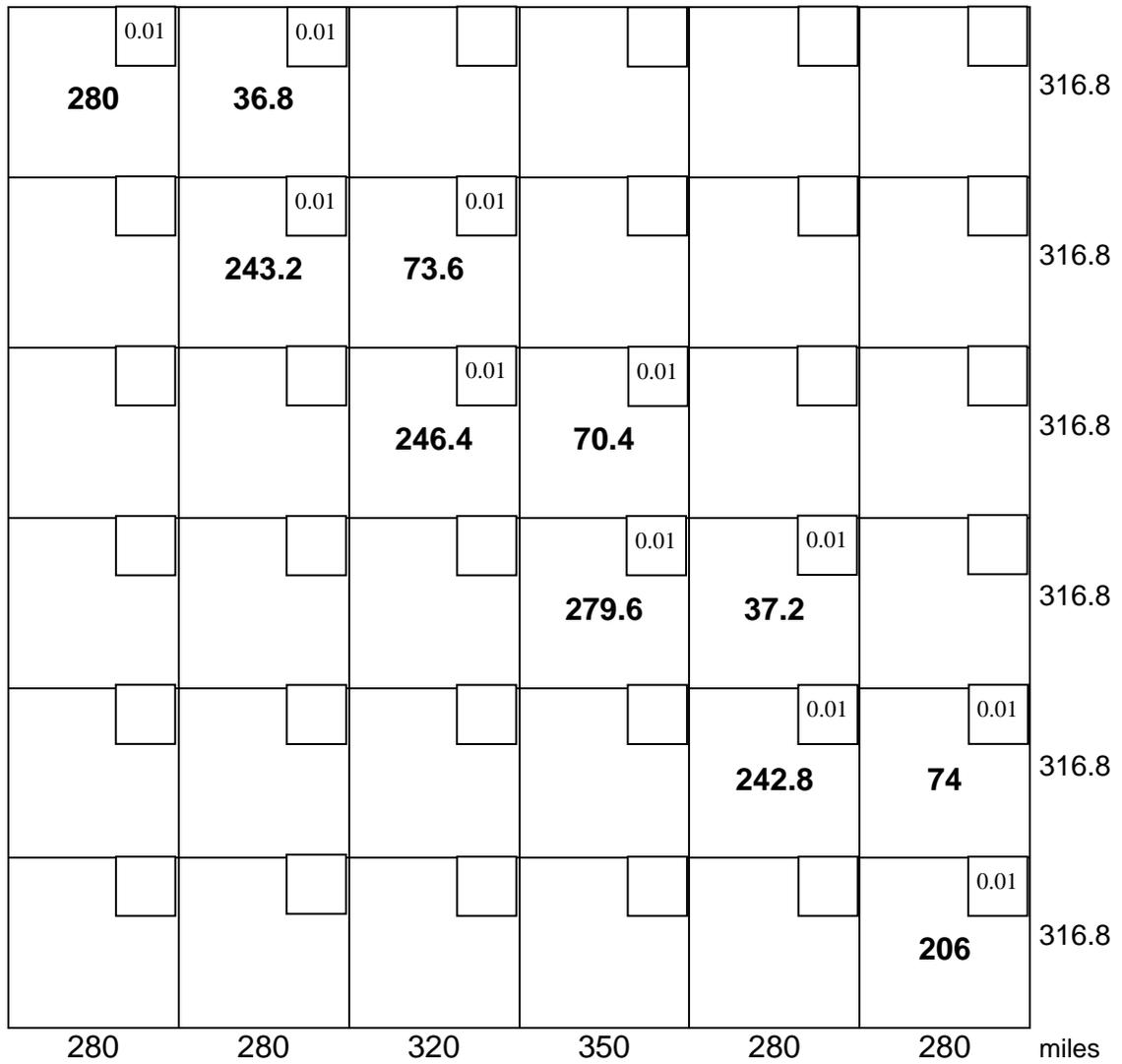
**Figura 19. Optimización de la línea donde se elabora las 6.5 onzas**



$$= ((300+140+160+280+90+350+140+300+300)*1000)*0.01$$

= **Q. 20,600.00 en 6 meses**

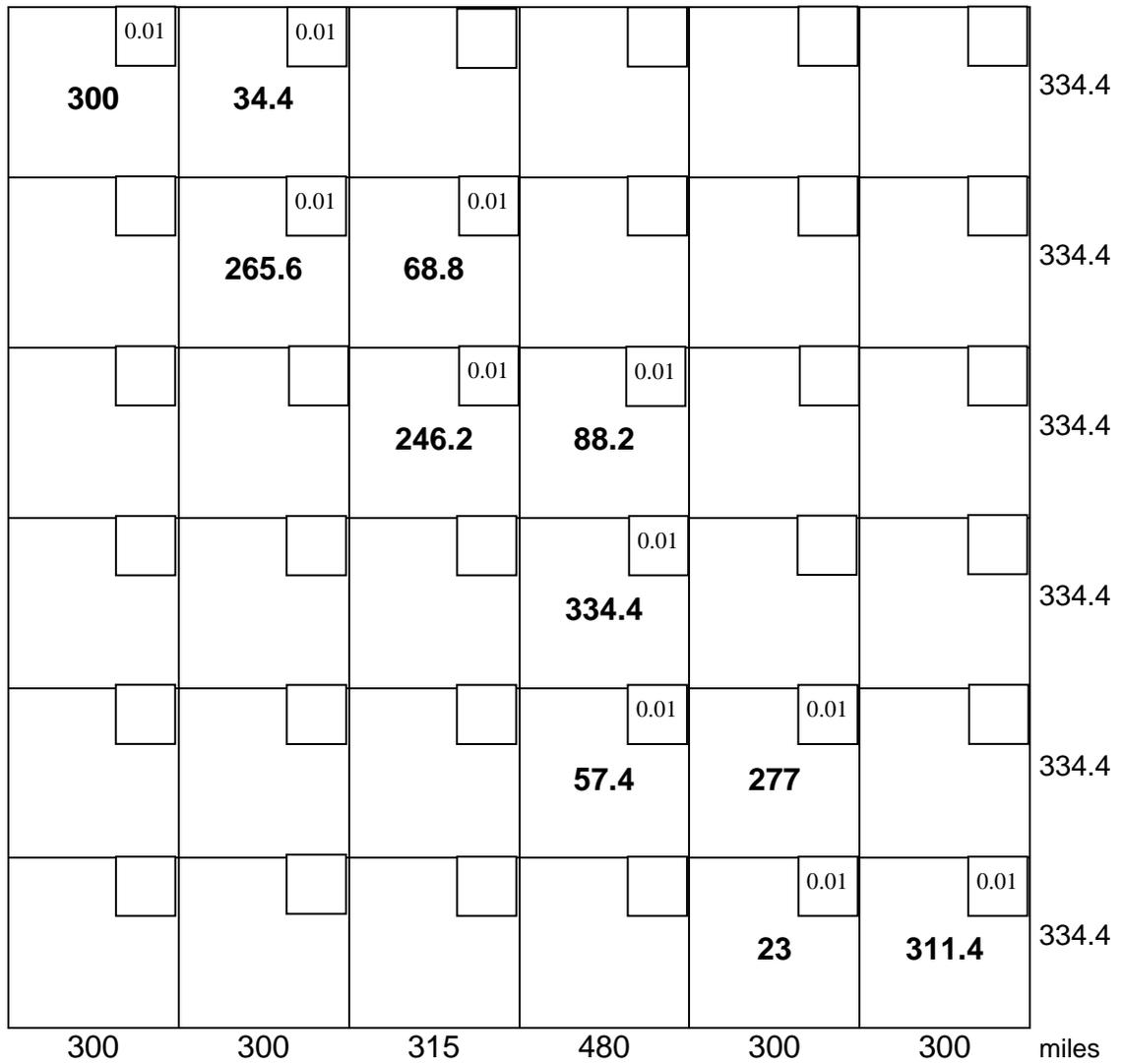
**Figura 20. Optimización de la línea donde se elabora el medio litro**



$$= ((280+36.8+243.2+76.3+264.4+70.4+279.6+37.2+242.8+74+206)*1000)*0.01$$

$$= \mathbf{Q. 15,380.00 \text{ en 6 meses}}$$

**Figura 21. Optimización de la línea donde se elabora el litro**



$$= ((300+34.4+265.6+68.8+246.2+88.2+334.4+57.4+277+23+311.4)*1000)*0.01$$

= **Q. 20,064.00 en 6 meses**

**Figura 22. Optimización de la línea donde se elabora el litro y medio**

0.01	0.01						264
<b>200</b>	<b>64</b>						264
	0.01	0.01					264
	<b>136</b>	<b>128</b>					264
		0.01	0.01				264
		<b>97</b>	<b>167</b>				264
			0.01	0.01			264
			<b>133</b>	<b>131</b>			264
				0.01	0.01		264
				<b>69</b>	<b>195</b>		264
					0.01		264
					<b>5</b>		264
200	200	225	300	200	200		miles

$$= ((200+64+136+128+97+167+133+131+69+195+5)*1000)*0.01$$

= **Q. 13,190.00 en 6 meses**

### 3.4.2 Formulación de la matriz de la oferta y la demanda

A continuación se detalla una matriz en la que se puede observar la oferta y la demanda en el primer semestre del año.

**Figura 23. Matriz de la oferta y la demanda**

OFERTA DEMANDA	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
<b>Lata</b>	198 170	198 170	198 190	198 235	198 170	198 170
<b>Doble litro</b>	118.8 170	118.8 170	118.8 190	118.8 235	118.8 170	118.8 170
<b>20 oz</b>	105.6 100	105.6 100	105.6 120	105.6 150	105.6 100	105.6 100
<b>Agua pura</b>	50.16 35	50.16 35	50.16 45	50.16 65	50.16 40	50.16 35
<b>12 oz</b>	440 300	440 300	440 370	440 490	440 300	440 300
<b>6.5 oz</b>	440 300	440 300	440 370	440 490	440 300	440 300
<b>Litro</b>	334.4 300	334.4 300	334.4 315	334.4 480	334.4 300	334.4 300
<b>Litro y medio</b>	264 200	264 200	264 225	264 300	264 200	264 200

### 3.4.3 Resultados del caso

Después de haber realizado el estudio por medio del método de la esquina noroeste, se pudo observar que se cumple con la demanda establecida, ya que se hacen los pronósticos para los meses con más venta. En la matriz de la oferta y la demanda se contempla que en los meses de verano la demanda es mayor a la oferta, pero en los meses anteriores al verano la oferta es mucho mayor a la demanda para tener producto que ofrecer cuando la demanda crece.

#### **4. IMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO AL ESPACIO VOLUMÉTRICO**

## **4.1 Área de producción**

El área de producción no es más que una serie de pasos debidamente ordenados que comienzan desde la recepción de la botella, la limpieza de ésta, el llenado y el almacenamiento.

Ahora se verá algo a cerca de estos pasos.

### **4.1.1 Recepción**

La recepción de la botella se lleva a cabo cuando los camiones regresan con la botella vacía que las agencias entregan y mandan a la embotelladora, la persona encargada del transporte lleva un conocimiento escrito y firmado por la persona que realizó el conteo en dicha agencia. Cuando el camión llega a la embotelladora, se hace un nuevo conteo por parte del verificador, para saber la cantidad de cajas que se entregaron, firma de recibido y luego manda al montacargas que lo coloque en un área específica para que la línea de producción pueda utilizarlo.

Esto se hace para llevar un control de todo el envase, además, sirve para saber con cuanto se contará y la cantidad que se debe producir para poder cumplir con la demanda establecida.

### **4.1.2 Área de descarga de la materia prima**

La descarga de la materia prima se lleva a cabo en un área específica, en un gran porcentaje ésta es azúcar, los camiones ingresan y descargan el producto que traen. En esta área no se puede colocar envase y está debidamente señalada para que todas las personas sepan que es allí donde se descarga la materia prima, además, hay unos rótulos de precaución, pues por allí está el paso de peatones.

Atrás de la bodega de materia prima se encuentra el área de jarabes, que es donde se preparan las mezclas para los distintos sabores que produce la embotelladora. Esta distribución se hizo pensando en la facilidad de transportar los productos hacia el área de jarabes, y hacia las líneas de producción, así habrá más facilidad para poder saber la existencia que tienen, pues tiene que estar estrictamente relacionada con la demanda diaria que se maneja en la empresa.

### **4.1.3 Almacenamiento**

El almacenamiento en la empresa se divide en varias partes, por ejemplo se citará a continuación algo referente a la bodega de materia prima, la bodega de repuestos industriales y la bodega de producto terminado.

#### **4.1.3.1 Bodega de materia prima**

En la bodega de materia prima se almacena:

- a) Azúcar: se almacena sobre tarimas, hasta tres sacos de alto y cinco de ancho.
- b) Concentrados: éstos se colocan en paneles metálicos, que tienen 7 espacios de alto y 27 de largo.

- c) Material de empaque: también se colocan en paneles metálicos, solamente que son más pequeños tanto de largo como de alto.
- d) Material de tratamiento: este material es con el que le dan tratamiento al agua y se coloca en paneles metálicos.

#### **4.1.3.2 Bodega de repuestos industriales**

Aquí es donde se almacenan todos los repuestos que puedan necesitar para la reparación de las máquinas de las líneas de producción, los repuestos para los montacargas, etc.

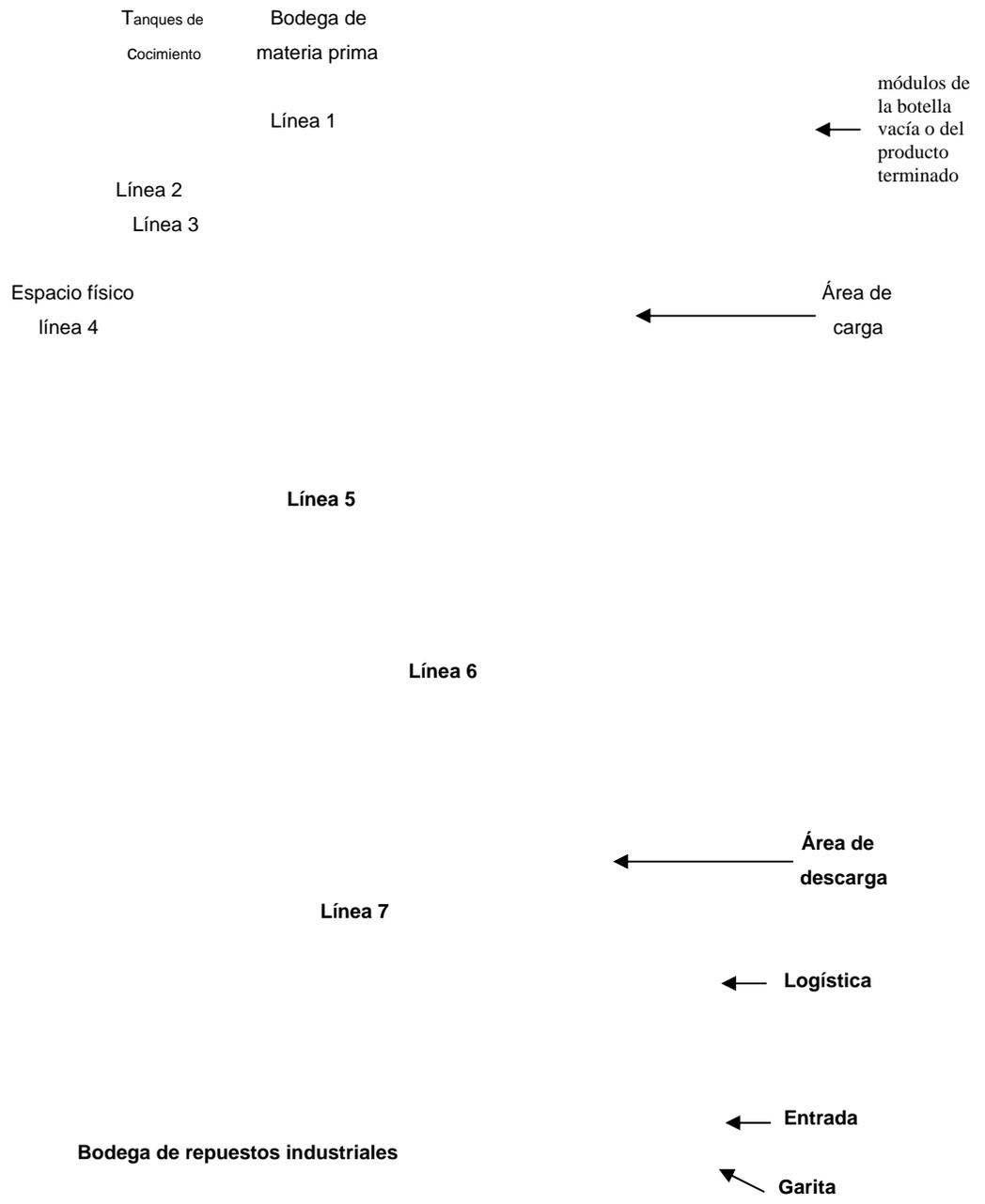
Además, en este almacén se guardan todos los suministros de oficina, cintas para máquinas, tinta para impresora, cinta adhesiva, hojas, grapas, engrapadoras, etc. Se almacenan en paneles de metal identificando la inicial del producto, para tener un mejor orden y además todo el material está en un programa de red, para poder controlar la existencia que hay en la bodega de cada producto.

#### **4.1.3.3 Bodega de producto terminado**

La bodega de producto terminado es la más extensa, es aquí donde se almacenan todas las presentaciones y todos los sabores que realiza la embotelladora, se almacenan sobre tarimas de madera. No entrará en tanto detalle, pues, anteriormente se citó un punto exclusivo para este tema y se detalló todo lo necesario.

#### **4.1.4 Área de carga y descarga de producto terminado**





## **5. MEJORA CONTINUA EN LA BODEGA**

## **5.1 La señalización de la bodega**

La señalización es la acción que trata de llamar la atención de los trabajadores sobre determinadas circunstancias cuando no se puede eliminar el riesgo ni proteger al individuo.

Se trata básicamente de identificar los lugares y las situaciones de riesgo, por medio de señales o símbolos, que deberán ser fáciles de identificar, para que los trabajadores que las observen, reconozcan los diferentes riesgos a que podrían estar expuestos, y además indicarán los lugares, situaciones, ubicaciones y el tipo de equipo de seguridad que requerirá el área señalizada, ya que con una adecuada señalización se evitarán accidentes.

La señalización para llevarse a cabo deberá cumplir con los siguientes requisitos

- Atraer la atención del usuario
- Dar a conocer el riesgo con suficiente antelación
- Interpretación clara del verdadero riesgo
- Saber lo que tiene que hacerse en cada caso concreto

Se deberá hacer una señalización correcta de la empresa en los lugares que sean considerados de riesgo.

### **5.1.1 Colores representativos**

El color es un elemento que es usado en la seguridad para indicar la presencia o ausencia de peligro.

De acuerdo con las investigaciones realizadas, se determinó que el uso adecuado del mismo contribuye al fomento y preservación de la salud física y mental de los trabajadores, y fundamentalmente en la prevención de accidentes.

El color técnicamente empleado en las empresas propiciará un ambiente de trabajo agradable y seguro, influyendo positivamente en el estado de ánimo de los trabajadores, y da como resultado mayor y mejor producción.

En la actualidad, las empresas poseen un grado de complejidad en sus instalaciones y en la maquinaria de producción, el uso del color es básico para la prevención de accidentes, ya que mediante la señalización y simbología pueden identificarse los puntos de peligro y las zonas de seguridad.

Los códigos de los colores de seguridad para la identificación y señalización de objetos y lugares específicos en una empresa o industria son los siguientes

**Tabla XIII. Código de colores**

<b>Color</b>	<b>Simbología</b>
Rojo	Peligro

Amarillo	Precaución
Anaranjado	Alerta
Verde	Seguridad
Azul	Equipo de trabajo fuera de servicio
Blanco, gris y negro	Tránsito de peatones, orden y limpieza, rótulos de información general

### 5.1.2 Áreas marcadas

Las áreas marcadas serán aquellas consideradas de riesgo para el trabajador, tales como

- Pasillos
- Paso peatonal
- Paso de montacargas
- paso de camiones
- Gradadas
- Zonas peligrosas
- Áreas específicas de trabajo como
  - Fajas transportadoras de envases
  - Llenadoras
  - Paletizadoras
  - Empaque
  - Entarimado

Otros zonas importantes en donde será necesaria la señalización es en

- Extinguidores

- Rutas de evacuación
- Salidas de emergencia
- Paredes y pisos, para indicar la ubicación de objetos y obstáculos
- Sobre paredes, pisos y objetos en forma de símbolos tratando que sobresalgan de la pintura general

#### **5.1.2.1 Paso peatonal**

Se puede definir como el área determinada al transporte diario de los empleados hacia diferentes lugares dentro de la empresa, siendo ésta un lugar aislado y señalizado para así poder evitar accidentes o inhalación de gases que pueden ser dañinos para la salud de los trabajadores dentro de las instalaciones.

Dentro del área permisible se ha determinado un parámetro que oscila entre 1.20 y 1.50 m. siendo el más aceptable el que determina un mayor margen de paso, ya que el cuerpo humano promedio posee un ancho de hombro a hombro de 0.70 m.

Entre otras especificaciones se puede mencionar que el área tiene que estar bien iluminada, con un fondo de piso claro, que se mantengan bien señalizadas las rutas de evacuación, lugares específicos donde se encuentran los extinguidores, etc.

#### **5.1.2.2 Descarga de la materia prima**

La descarga de la materia prima debe estar bien identificada y planificada para que los trabajadores conozcan dónde y a que hora promedio llegarán los camiones que transportan el azúcar, el jarabe y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

El área correspondiente se marcará con franjas amarillas pintadas sobre el suelo, que tengan la identificación de descarga de materia prima, (para que dejen esta área libre y no coloquen en este espacio producto terminado), dejando el espacio aproximado de 9.5 metros de ancho, para que se puedan estacionar 2 camiones a la vez.

### **5.1.2.3 Paso vehicular**

No es más que el área de transporte libre que utilizan los vehículos para moverse dentro de la empresa así como los que ingresan a ésta. Se deben identificar con franjas amarillas pintadas sobre el suelo, las dimensiones deben estar basadas según los códigos regentes sobre seguridad industrial.

#### **5.1.2.3.1 Paso del montacargas**

Es el área donde se moviliza el montacargas, en toda la bodega, tiene su espacio señalado, desde el área de envase vacío, hacia las líneas de producción, luego a la bodega de producto terminado. Además para mejor seguridad en cada esquina se encuentra un espejo de ojo de buey, para ver si no viene otro montacargas en dirección opuesta al otro. El montacargas puede moverse en medio de los paneles de producto terminado para poder en el momento necesario tomar las tarimas de producto y cargar los camiones que se dirigen a los centros de distribución.

#### **5.1.2.3.2 Paso de camiones**

Es el área que corresponde a la región este a oeste dentro de la empresa en la cual se movilizan los camiones y está debidamente identificada. Éstos ingresan en una garita, luego pasan por un área de descarga, en donde se desocupan de todo el envase vacío que llevan; luego se corren aproximadamente unos 10 metros y llegan al área de carga en donde se les coloca todo el producto que transportarán, para salir finalmente en otro sector de la empresa.

## **5.2 Colocación de paneles**

Esta no es mas que ordenar el producto terminado en paneles de 3 tarimas de alto y colocarlo en el área marcada y destinada para esto, (ver figura 24). Se tratará de respetar estrictamente el área ya que a través de ésto se mantendrá la bodega debidamente ordenada, que es el propósito final.

## **5.3 Evacuación**

En la historia el error humano ha sido uno de los factores muy comunes en la producción de accidentes, tema en el que hoy se insiste mucho. Un aspecto crucial de la supervivencia en los accidentes es lograr una evacuación rápida y segura en la empresa. Es difícil evacuar sin problemas las instalaciones, cuando éstas no tienen las señales idóneas para este propósito. Los trabajadores deben de recibir el adiestramiento necesario y hacer simuladores para hacer frente a emergencias que puedan ocurrir en el trabajo. El adiestramiento debe incluir la interpretación de los rótulos y las señales que se colocarán indicando las rutas de evacuación y la forma correcta para hacerlo.

### **5.3.1 Rótulos y señales**

Son indicadores visuales que sirven para comunicarse y orientar a las personas para que puedan realizar determinadas actividades. Las características físicas juegan un papel importante en la determinación de los tipos de mensajes que son transmitidos o recibidos. Las señales visuales incluyen una amplia variedad de formas, pueden ser cualquier figura geométrica, pero la más empleada es el rectángulo.

Las señales visuales pueden emplearse en diferentes partes de la planta de producción, desde las áreas de almacenaje, sanitarios, pasos vehiculares, hasta las oficinas administrativas.

Cada señal tiene un significado completo, las señales visuales en este caso son letras blancas sobre fondo verde que se colocarán en las paredes para dar avisos sobre las salidas, entradas, rutas más cortas de evacuación, gradas, etc.

**Figura 25. Ejemplo de una señal visual**



Es importante colocar esta clase de rótulos en lugares en donde el trabajador pueda verlos y distinguirlos, colocándolos a una altura aproximada de acuerdo a la visión media de un trabajador.

Las señales visuales tienen algunas limitaciones, pues para ser vistas requieren la presencia de la luz y la ausencia de estorbos que impidan la visión.



## CONCLUSIONES

1. Después de la descripción del proceso de envasado se hizo el diagrama de flujo correspondiente a cada línea de producción, para conocer de mejor forma cómo se elaboran las bebidas gaseosas.
2. La separación de las botellas vacías se llevó a cabo por medio de un estudio que se le hizo a las condiciones de almacenaje de éstas. Se colocaron en un área no techada de la bodega ya que su almacenaje puede ser bajo estas circunstancias climatológicas.
3. La clasificación del producto terminado fue elaborada de acuerdo a la línea en la que se produce cada sabor y presentación de la bebida, para que el montacargas pueda llevar el producto terminado fácilmente a una distancia corta, con el propósito de ahorrar combustible, tiempo de descarga y tiempo de carga.
4. La optimización del espacio en la bodega se llevó a cabo por medio del método de la esquina noroeste.
5. Las áreas de carga de producto terminado, descarga de materia prima, pasos vehiculares y paso peatonal se dejaron libres, identificadas con líneas amarillas marcadas en el suelo.
6. La orientación de los trabajadores para la interpretación correspondiente de las señales ubicadas en la planta de producción, se llevó a cabo en varias reuniones, dándoles ejemplos claros del significado de dichas señales.

7. El plan de contingencia se hizo por medio de simulacros de evacuación para orientar a los trabajadores de la importancia que tiene para ellos y para la empresa respetar las señales y la forma adecuada de hacerlo. Con el propósito de evitar accidentes, que pueden dañar parcial o permanentemente al trabajador. Además, genera pérdida de producción, tiempo y afecta monetariamente a la empresa.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario tener en estricto control de la distribución del producto en la bodega, ya que esto beneficiará posteriormente a la empresa; pudiendo saber de antemano, en qué parte de la misma se puede colocar el producto terminado.
2. Se debe asignar a una persona para que se encargue del estudio, de la planificación, de la dirección y del control del modelo de ordenamiento y distribución realizado.
3. Realizar un programa operativo computarizado para saber la existencia de la materia prima, producto en proceso y producto terminado con el propósito de poder realizar con mayor facilidad la planeación de producción de cada día.
4. Evaluar continuamente los pedidos de materia prima que deben hacerse para poder cubrir la corrida de producción del día posterior, y así también la demanda establecida por todas las distribuidoras.



## BIBLIOGRAFÍA

1. García Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo**. México, Distrito Federal. Editorial McGraw Hill, 1998. 33 - 41pp
2. Oficina de control de la calidad de la Embotelladora La Mariposa, S.A. **Manual Control de la Calidad**. Pepsi. México, Distrito Federal 2000.
3. Torres, Sergio Antonio. **Control del la producción**. Guatemala. Editorial Palacios, Marzo 1998. 1 – 16 pp



# APÉNDICE

Figura 26. Diagrama del proceso de fabricación de las bebidas gaseosas

