



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE  
INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y  
ADMINISTRATIVAS

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“PROPUESTA PARA MEJORAR EL NIVEL DE  
SERVICIO DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN EN  
UNA EMPRESA EMBOTELLADORA”

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

LORENZA AGAPITO ABRAHAM

D I R E C T O R D E T E S I S :

M. en C. JUAN CARLOS GUTIÉRREZ MATUS



MÉXICO. DF

2011



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-14

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D. F. siendo las 18:00 horas del día 14 del mes de SEPTIEMBRE del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de U P I I C S A para examinar la tesis titulada:

"PROPUESTA PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA"

Presentada por el alumno:

AGAPITO  
Apellido paterno

ABRAHAM  
Apellido materno

LORENZA  
Nombre(s)

Con registro: 

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 8 | 0 | 2 | 0 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|

aspirante de:

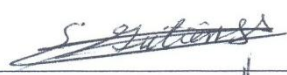
MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

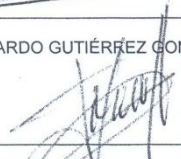
LA COMISIÓN REVISORA

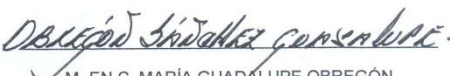
Director de tesis

  
M. en C. JUAN CARLOS GUTIÉRREZ MATUS

  
DR. EDUARDO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

  
DR. IGOR ANTONIO RIVERA GONZÁLEZ

  
M. en C. ISIDRO MARCO ANTONIO CRISTÓBAL VÁZQUEZ

  
✓ M. EN C. MARÍA GUADALUPE OBREGÓN SÁNCHEZ

LA PRESIDENTA DEL COLEGIO

  
DRA. MARÍA ELENA TAVERA CORTÉS



U. P. I. I. C. S. A  
SECCIÓN DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO E  
INVESTIGACIÓN

1  
5



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

## **SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

### ***CARTA CESIÓN DE DERECHOS***

En la Ciudad de México, D.F., el día 20 del mes septiembre del año 2011, la que suscribe Lorenza Agapito Abraham, alumna del programa de Maestría en Ingeniería Industrial con número de registro A080205, adscrita a la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la UPIICSA-IPN, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del M. en C. Juan Carlos Gutiérrez Matus y cede los derechos del trabajo intitulado “PROPUESTA PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones lore.09.08@live.com.mx o jgutierrezm@ipn.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

---

Lorenza Agapito Abraham

## Contenido

|                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------|------|
| Contenido                                                               | i    |
| Figuras                                                                 | iii  |
| Tablas                                                                  | v    |
| Resumen                                                                 | vii  |
| Abstract                                                                | vii  |
| Dedicatoria                                                             | viii |
| Introducción                                                            | ix   |
| 1. DISPONIBILIDAD DE BEBIDAS REFRESCANTES                               | 1    |
| 1.1. La industria embotelladora                                         | 1    |
| 1.2. Problemática de la empresa                                         | 8    |
| 1.3. Procesos de la embotelladora                                       | 10   |
| 1.4. Análisis de la problemática actual                                 | 16   |
| 1.4.1. Cajas faltantes en los centros de distribución y ventas directas | 16   |
| 1.4.2. Disponibilidad de producto en planta                             | 23   |
| 1.4.3. Disponibilidad de transporte                                     | 26   |
| 1.4.4. Disponibilidad de materiales                                     | 28   |
| 2. LITERATURA DE LA CADENA DE SUMINISTRO                                | 33   |
| 2.1. La cadena de valor y la ventaja competitiva                        | 33   |
| 2.2. El modelo de análisis FODA                                         | 34   |
| 2.3. Mapeo de procesos                                                  | 36   |
| 2.4. Objetivos de servicio al cliente                                   | 38   |
| 2.4.1. Medición al cliente                                              | 38   |
| 2.4.2. Medición al área de manufactura                                  | 40   |
| 2.5. Logística y cadena de suministro                                   | 43   |
| 2.5.1. Niveles de planeación                                            | 48   |
| 2.5.2. Principales áreas de planeación                                  | 48   |
| 2.5.3. Planeación agregada                                              | 62   |
| 2.5.4. Teoría de restricciones                                          | 63   |
| 2.5.5. Mantenimiento productivo total                                   | 68   |

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3. ANÁLISIS DE PROBLEMAS QUE ORIGINAN LAS OOS Y BAJO NIVEL DE SERVICIO                               | 71  |
| 3.1. Retrasos en las líneas de producción                                                            | 71  |
| 3.1.1. Capacidad de la planta                                                                        | 71  |
| 3.1.2. Análisis de tiempos de pérdidas de utilización en las líneas de producción                    | 75  |
| 3.2. Falta de transporte                                                                             | 87  |
| 3.2.1. Transporte interno                                                                            | 87  |
| 3.2.2. Transporte externo                                                                            | 92  |
| 3.3. Falta de materiales                                                                             | 92  |
| 4. MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO: DISMINUCIÓN DE LAS CAJAS FALTANTES Y EN LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN | 94  |
| 4.1. La cadena de valor                                                                              | 94  |
| 4.2. Propuestas de mejora en los procesos                                                            | 97  |
| 4.2.1. Proceso general                                                                               | 97  |
| 4.2.2. Distribución de producto terminado                                                            | 100 |
| 4.2.3. Manufactura de producto                                                                       | 102 |
| 4.3. Propuestas para la disponibilidad de producto                                                   | 104 |
| 4.3.1. Aplicación de teoría de restricciones                                                         | 104 |
| 4.3.2. Aplicación de mantenimiento productivo total                                                  | 107 |
| 4.4. Propuesta para la disponibilidad de transporte                                                  | 109 |
| 4.5. Propuesta para la disponibilidad de materiales                                                  | 116 |
| Conclusiones                                                                                         | 121 |
| Bibliografía                                                                                         | 123 |

## Figuras

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Cadena derivada de la productividad                                                     | 6  |
| 2. Fuerzas competitivas de Porter                                                          | 7  |
| 3. Proceso de embotellado de bebidas                                                       | 11 |
| 4. Proceso de distribución de producto terminado                                           | 13 |
| 5. Elaboración del programa de producción                                                  | 14 |
| 6. Proceso de distribución de producto terminado a centros de distribución                 | 14 |
| 7. Proceso de distribución de producto terminado a cruce de andén                          | 15 |
| 8. Causas de rechazo en los centros de distribución                                        | 19 |
| 9. Causas de cajas faltantes                                                               | 23 |
| 10. Cajas no disponibles en los centros de distribución por línea                          | 25 |
| 11. Viajes programados contra capacidad de distribución con unidades de transporte propias | 26 |
| 12. Unidades de transporte utilizadas para la distribución de producto en abril de 2010    | 27 |
| 13. Tiempo de manufactura                                                                  | 41 |
| 14. Tiempo de pérdidas de utilización                                                      | 43 |
| 15. Sistema de punto de pedido                                                             | 51 |
| 16. Esquema de planeación y requerimiento de materiales ( MRP)                             | 54 |
| 17. Proceso de preparación de jarabe                                                       | 76 |
| 18. Proceso de elaboración de jarabe para productos dietéticos                             | 77 |
| 19. Proceso de llenado de bag in box                                                       | 78 |
| 20. Proceso de embotellado en línea 1                                                      | 79 |
| 21. Proceso en tratamiento de aguas                                                        | 80 |
| 22. Frecuencia de tiempos de pérdidas de utilización en las líneas de producción           | 85 |
| 23. Duración de tiempos de pérdidas de utilización en las líneas de producción             | 85 |
| 24. Frecuencia de tiempos de pérdidas de utilización en la línea 1                         | 86 |
| 25. Duración de tiempos de pérdidas de utilización en línea 1                              | 87 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 26. Tiempos de pérdidas de utilización de las unidades de transporte en los centros de distribución | 89  |
| 27. Tiempos de pérdidas de utilización de las unidades de transporte en planta Iztacalco            | 90  |
| 28. Tiempos de pérdidas de utilización de las unidades de transporte en el taller                   | 91  |
| 29. Análisis FODA                                                                                   | 95  |
| 30. Propuesta del proceso de la embotelladora                                                       | 99  |
| 31. Propuesta del programa de distribución                                                          | 101 |
| 32. Propuesta del proceso de distribución de producto a centros de distribución                     | 101 |
| 33. Propuesta del proceso de distribución de producto terminado a cruce de andén                    | 102 |
| 34. Propuesta del programa de producción                                                            | 103 |
| 35. Propuesta del proceso de embotellado de producto                                                | 104 |
| 36. Estaciones de trabajo con mayor tiempo muerto                                                   | 105 |
| 37. Principal restricción: Soplado de botella                                                       | 106 |
| 38. Tiempo de entrega a centros de distribución                                                     | 112 |
| 39. Cumplimiento al programa de distribución                                                        | 113 |
| 40. Histograma de los requerimientos de producto: proyección y promedio                             | 118 |

## Tablas

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Volumen de ventas de refrescos y aguas carbonatadas                       | 2   |
| 2. Consumo per cápita de refrescos y aguas carbonatadas                      | 2   |
| 3. Gasto corriente de consumo en hogares mexicanos                           | 4   |
| 4. Estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas                | 4   |
| 5. Productos elaborados en planta Iztacalco                                  | 9   |
| 6. Áreas de distribución de producto terminado                               | 15  |
| 7. Causas de cajas faltantes en los centros de distribución                  | 19  |
| 8. Causas de rechazo en los centros de distribución                          | 20  |
| 9. Causas de rechazo en cruce de andén                                       | 20  |
| 10. Productos no disponibles                                                 | 22  |
| 11. Velocidades de los equipos de embotellado                                | 24  |
| 12. Cajas faltantes por línea de producción                                  | 25  |
| 13. Catálogo de preformas                                                    | 28  |
| 14. Catálogo de tapas                                                        | 29  |
| 15. Catálogo de etiquetas                                                    | 30  |
| 16. Catálogo de polietilenos/corrugados                                      | 31  |
| 17. Catálogo de concentrados                                                 | 31  |
| 18. Cajas faltantes por falta de materiales                                  | 32  |
| 19. Producciones acumuladas por línea                                        | 72  |
| 20. Capacidad de producción Línea 1                                          | 73  |
| 21. Tiempos de pérdidas de utilización por línea de producción               | 81  |
| 22. Tiempos de pérdidas de utilización por centro de trabajo                 | 84  |
| 23. Tiempos de pérdidas de utilización en línea 1                            | 86  |
| 24. Tiempos de pérdidas de utilización de las unidades de transporte propias | 91  |
| 25. Duración de los cambios de presentación Línea 1                          | 108 |
| 26. Ahorro por la mejora en los cambios de presentación Línea 1              | 109 |
| 27. Cálculo del costo de distribución                                        | 111 |
| 28. Actividad de inventario                                                  | 114 |
| 29. Cajas desplazadas a tiendas de autoservicio                              | 115 |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 30. Pronóstico de venta 2011                                   | 116 |
| 31. Cambio de los niveles de inventario para cubrir la demanda | 119 |
| 32. Costos por subcontratación                                 | 119 |

## RESUMEN

Actualmente, la industria embotelladora ve al nivel de servicio como un punto clave para satisfacer las necesidades de los clientes y ser líder en el mercado. En la búsqueda de una administración efectiva de los recursos de la empresa, los directivos se han encontrado con la necesidad de un sistema que optimice el nivel de servicio a los clientes. A partir de este razonamiento, se buscan eliminar las cajas faltantes en los centros de distribución. Considerando la necesidad de una gestión efectiva del sistema a través del nivel de servicio, es importante detallar en el presente documento, una revisión de las principales metodologías de logística. Con base en los resultados, se propone desarrollar un método de trabajo para mejorar el nivel de servicio a los centros de distribución de la embotelladora.

## ABSTRACT

Nowadays, the bottling industry sees the service level like a key point to satisfy the needs with the clients and to be leader in the market. In the search of an effective administration of the resources of the company, the managers have been with the necessity of tools to optimize the service level. From this reasoning, the goal is to eliminate out of stock in the distribution locations. Considering the necessity of an effective management of the system through the service level, it is important to detail in the present document, a revision of the main methodologies of logistic. With base in the results, one sets out to develop a work method to improve the service level to the distributions locations of the bottling one.

## DEDICATORIA

Agradezco a Dios que me dio la sabiduría para salir adelante en este proyecto, a mis padres que me enseñaron a ser perseverante en esta aventura llamada 'maestría', por la confianza de siempre y la seguridad de saber que este momento llegaría.

Dedico esta tesis a mis hermanos, amigos y profesores que compartieron conmigo cada instante y además estuvieron dispuestos a despejar mis dudas, brindándome su apoyo incondicional en la construcción de este escalón más en la escalera de mi vida.

Sólo sé que para llegar a la meta de un ideal hay que apasionarse y creer en él.

Gracias.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Lore', with a stylized flourish at the end.

Lore

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se estructura en cuatro elementos principales:

La industria embotelladora, donde se detallan el contexto mundial y nacional, así como las fuerzas competitivas de la industria. La problemática de la empresa, que contiene las organizaciones integrantes de PBC a nivel nacional, los principales productos elaborados en Iztacalco, así como un análisis de la organización y los procesos de la embotelladora.

La literatura de la cadena de suministro, enfocada al nivel de servicio hacia los centros de distribución. A continuación se presenta el análisis de los problemas que originan el nivel de servicio actual, enfocándose en retrasos en las líneas de producción, falta de transporte y falta de materiales.

Finalmente, se presentan las propuestas para disminuir el producto faltante con los clientes, a través de un análisis FODA, las mejoras en los procesos, aplicación de teoría de restricciones y mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad del producto en la planta.

A través del análisis de la industria embotelladora se identificaron varias problemáticas que deben resolverse para mejorar el proceso de distribución. Después de una exhaustiva revisión se definió el tema de la investigación, que básicamente se centró en el producto que no se entrega al cliente; al tratarse de una planta de producción, los clientes son los centros de distribución.

El objetivo del presente trabajo es elaborar una propuesta para mejorar el nivel de servicio a los centros de distribución en la embotelladora, a través del uso de las herramientas de la ingeniería industrial.

El actual documento se desarrolla mediante la metodología DAMIC, aplicada de la siguiente forma:

Definir: El objetivo de estudio, en este caso es *Mejorar el nivel de servicio a los centros de distribución*, aplicando herramientas de ingeniería industrial.

Analizar: Se analizaron las problemáticas, a través de los *out of stock* (OOS), del detalle es que se logran acotar las situaciones que intervienen. El producto no disponible, la falta de unidades de transporte y falta de materiales, representan las causas más relevantes.

Medir: Se mide el impacto económico de las cajas faltantes, el impacto de los tiempos de pérdidas de utilización en el área de producción, el impacto de los tiempos de pérdidas de utilización en las unidades de transporte y el impacto del producto que se deja de manufacturar por falta de materiales.

Implementar: Se desarrolla la teoría de restricciones en los elementos con mayor tiempo de pérdida de utilización en la línea de producción y también se implementa la herramienta de mantenimiento productivo total para sostener las mejoras alcanzadas.

Controlar: El mantenimiento productivo total es una herramienta de mejora continua, por lo que permite que se controle el proceso, de forma futura.

Posteriormente se ponderó el producto faltante en los centros de distribución, así como el impacto económico que representa para la empresa. La información de producto faltante fue proporcionada por el área de planeación de la producción y la distribución, y el costo del producto por el área de finanzas.

Al analizar la información, se identificaron las causas por las que el producto no se tiene en los centros de distribución, de acuerdo al nivel de servicio requerido. Se equipararon tres causas principales: producto no disponible en planta, falta de transporte y falta de materia prima. El nivel de servicio se mide a través del producto entregado al cliente entre el producto solicitado por éste.

Se propone como alternativa disminuir el número de cajas faltantes en los centros de distribución; sin embargo, la investigación se concentra en la problemática de mayor impacto. Se utiliza teoría de restricciones y mantenimiento productivo total para aumentar la eficiencia del área de manufactura. Las metodologías permiten que disminuyan los tiempos de pérdidas de utilización en las líneas de producción, y en consecuencia, el área de manufactura entregue el producto al almacén de producto terminado, para que éste envíe a los centros de distribución.

El control se logra a través del rediseño de los procesos, la constancia de las prácticas implementadas y la extrapolación a más áreas del proceso.

Se desarrolla el trabajo en una línea de producción, pero la similitud en el resto de las líneas e incluso la similitud que existen en los procesos de las plantas de la embotelladora permiten que se pueda reproducir el proyecto para estandarizar y mejorar los procesos de la empresa a nivel nacional.

# 1. DISPONIBILIDAD DE BEBIDAS REFRESCANTES

---

En este capítulo se revisan algunos de los principales temas respecto a la disponibilidad de bebidas refrescantes en las manos de los clientes, el contexto de las industrias embotelladoras, haciendo énfasis en la industria Pepsi Beverages Company México, en el marco teórico de las fuerzas competitivas, según Michael Porter (Porter, 1992).

El capítulo describe la problemática de la industria embotelladora, incluyendo las organizaciones integrantes de PBC México; así como los principales productos elaborados en la compañía. También en el presente capítulo se detallan los procesos de embotellado y los problemas existentes en las entregas del producto a los centros de distribución y cruce de andén.

---

## 1.1. LA INDUSTRIA EMBOTELLADORA

---

### Contexto mundial

La industria de los alimentos y bebidas es altamente competitiva. Recientemente, PepsiCo lanzó diferentes estrategias para hacer frente a este desafío. Una de ellas es la adquisición de marcas existentes (PBC México), otra es la introducción de nuevos productos (pepsi kick, pepsi natural) y una tercera es entrar en mercados completamente nuevos (Bateman, 2009).

PepsiCo ya ha adquirido algunas marcas importantes como Tropicana y Gatorade. En la industria de bebidas ligeras, que vale más de 68 mil millones de dólares, donde Coca Cola ha sido reina durante mucho tiempo. Así que PepsiCo, una de las principales compañías en reconocer la tendencia hacia las bebidas no carbonatadas, puso mucho de su empeño en este trabajo. Como resultado, el agua de Pepsi, Aquafina es la número uno en ventas en Estados Unidos, y su Gatorade tiene el 80% del mercado de las bebidas deportivas. Además, ambas empresas presentan nuevas bebidas carbonatadas

fortificadas con vitaminas y minerales, conocidas como bebidas gasificadas, en lugar de refrescos. Ambas empresas esperan ser atractivas para los clientes que desean o se inclinan hacia bebidas más saludables. Estas bebidas competirán con el agua embotellada, con las bebidas deportivas como los jugos mineralizados y con bebidas hechas a base de té verde.

## Contexto nacional

Según la Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas, A.C. (ANPRAC, 2006), con 160 plantas ubicadas en todos los Estados de la República, la industria de refrescos de México generó durante 2005 un Producto Interno Bruto a pesos corrientes que representó el 0.4% del PIB Total; el 2.6% del PIB de la gran división de la Industria Manufacturera y el 8.7% del PIB de la división Alimentos Bebidas y Tabaco.

Por su volumen de producción, la industria de refrescos de México continúa ocupando el segundo lugar a nivel mundial después de la de Estados Unidos. Asimismo, México también ocupa el segundo lugar del mundo en cuanto al consumo per cápita de refrescos.

Tabla 1. Volumen de ventas de refrescos y aguas carbonatadas (ANPRAC, 2006)

| <b>VOLUMEN DE VENTAS DE REFRESCOS Y AGUAS CARBONATADAS</b><br>(MILLONES DE LITROS) |             |             |             |             |             |             |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>AÑO</b>                                                                         | <b>2000</b> | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> |
| Volumen de Ventas                                                                  | 15,091      | 15,052      | 15,159      | 15,386      | 15,601      | 16,060      |
| Var. %                                                                             | 4.2%        | -0.3%       | 0.7%        | 1.5%        | 1.4%        | 2.9%        |

Tabla 2. Consumo per cápita de refrescos y aguas carbonatadas (ANPRAC, 2006)

| <b>CONSUMO PER CAPITA DE REFRESCOS Y AGUAS CARBONATADAS</b><br>(LITROS) |             |             |             |             |             |             |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>AÑO</b>                                                              | <b>2000</b> | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> |
| Per capita                                                              | 151.0       | 148.4       | 147.2       | 147.3       | 148.1       | 151.5       |
| Var. %                                                                  | 2.4%        | -1.7%       | -0.8%       | 0.1%        | 0.5%        | 2.3%        |

Para desarrollar su actividad productiva esta industria demandó de otras ramas de actividad económica del país, por concepto de consumos intermedios \$60,783 millones de pesos (5,582 millones de dólares). Destacan entre esos consumos intermedios el azúcar, la resina PET, otros envases de plástico, vidrio y lata, gas carbónico, electricidad, agua, publicidad y servicios financieros.

El proceso de producción de esta industria se caracteriza por ser de capital intensivo y por un alto grado de consumo de capital fijo. Esto, unido a las necesidades de expansión de la capacidad de producción, la convierte en una importante demandante de bienes de capital, entre ellos maquinaria y equipo de producción, equipo de transporte, terrenos y edificios.

Durante 2005 los activos fijos de esta industria superaron los \$52,500 millones de pesos (4,820 millones de dólares) y la inversión fija bruta rebasó los 426 millones de dólares.

Tradicionalmente en México, las empresas refresqueras producen y distribuyen sus productos llevándolos hasta los comercios y establecimientos que lo expanden al consumidor final. Esto extiende la cadena de valor de esta industria al sector comercio, además de la importante y dinámica demanda que realiza a la industria automotriz, en particular en el rubro de camiones. Así los refrescos son distribuidos a un millón 400 mil puntos de venta en todo el país. De ellos, la gran mayoría son pequeños negocios familiares, para quienes el refresco representa una importante fuente de ingresos.

Finalmente, cabe destacar la importancia de esta industria como generadora de empleo. Durante 2005 ocupó a más de 140,000 personas en relación de dependencia, es decir con carácter permanente. Además, por sus encadenamientos productivos y las repercusiones directas e indirectas en el empleo de otras ramas de producción generó 750 mil empleos adicionales.

Un estudio de ANPRAC basado en las Encuestas de Ingreso Gasto de los Hogares 2002 y 2004 que reporta el INEGI, muestra que el gasto en refrescos de los hogares mexicanos pasa del 33.1% del gasto total en bebidas no alcohólicas en 2002 al 32.4% en el 2004,

mientras que el gasto en agua purificada pasa del 9.1% en 2002 al 11.7% en 2004. Por su parte el gasto en leche permanece constante mientras que el de jugos, concentrados, café, té y chocolate muestran disminuciones entre 2002 y 2004. Con base en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares de 2004, elaborada por el INEGI, los siguientes son los porcentajes que cada estrato de ingreso gasta en cada uno de los productos seleccionados, respecto a su gasto corriente total.

Tabla 3. Gasto corriente de consumo en hogares mexicanos (INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010)

| Deciles   | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | Total |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-------|
| Refrescos | 5.2 | 4.1 | 3.7 | 3.2 | 2.9 | 2.7 | 2.6 | 2.3  | 1.8 | 1.0 | 2.3   |
| Tortilla  | 6.5 | 5.5 | 4.5 | 4.0 | 3.3 | 2.8 | 2.5 | 1.9  | 1.4 | 0.5 | 2.1   |
| Frijol    | 4.0 | 2.8 | 2.1 | 1.8 | 1.5 | 1.6 | 1.3 | 1.0  | 0.7 | 0.4 | 1.1   |

*Nota:* Los ingresos de los hogares se clasifican en 10 estratos llamados deciles y se ordenan de menor a mayor.

La Secretaría de Economía establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas. En la siguiente gráfica se detalla información.

Tabla 4. Estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas (SE, 2009)

| ESTRATIFICACIÓN DE EMPRESAS |                       |                                 |                                        |                        |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| Tamaño                      | Sector                | Rango de número de trabajadores | Rango de monto de ventas anuales (mdp) | Tope máximo combinado* |
| Micro                       | Todas                 | Hasta 10                        | Hasta \$4                              | 4.6                    |
| Pequeña                     | Comercio              | Desde 11 hasta 30               | Desde \$4.01 hasta \$100               | 93                     |
|                             | Industria y Servicios | Desde 11 hasta 50               | Desde \$4.01 hasta \$100               | 95                     |
| Mediana                     | Comercio              | Desde 31 hasta 100              | Desde \$100.01 hasta \$250             | 235                    |
|                             | Servicios             | Desde 51 hasta 100              |                                        |                        |
|                             | Industria             | Desde 51 hasta 250              | Desde \$100.01 hasta \$250             | 250                    |

## **Indicadores económicos**

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (SE, 2009) señala como uno de sus objetivos lograr una economía competitiva mediante el aumento de la productividad, la inversión en infraestructura, el fortalecimiento del mercado interno y la creación de condiciones favorables para el desarrollo de las empresas, especialmente las micro, pequeñas y medianas.

Que las micro, pequeñas y medianas empresas son un elemento fundamental para el desarrollo económico de los países, tanto por su contribución al empleo, como por su aportación al Producto Interno Bruto, constituyendo, en el caso de México, más del 99% del total de las unidades económicas del país, representando alrededor del 52% del Producto Interno Bruto y contribuyendo a generar más del 70% de los empleos formales.

Que la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa tiene como objeto promover el desarrollo económico nacional a través del fomento a la creación de micro, pequeñas y medianas empresas y el apoyo para su viabilidad, productividad, competitividad y sustentabilidad, así como incrementar su participación en los mercados, en un marco de crecientes encadenamientos productivos que generen mayor valor agregado nacional.

*¿Por qué es importante el incremento en la Productividad?*

Porque la Productividad provoca una "reacción en cadena" al interior de la empresa, que abarca una mejor calidad de los productos, mejores precios, estabilidad de los empleos, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo.

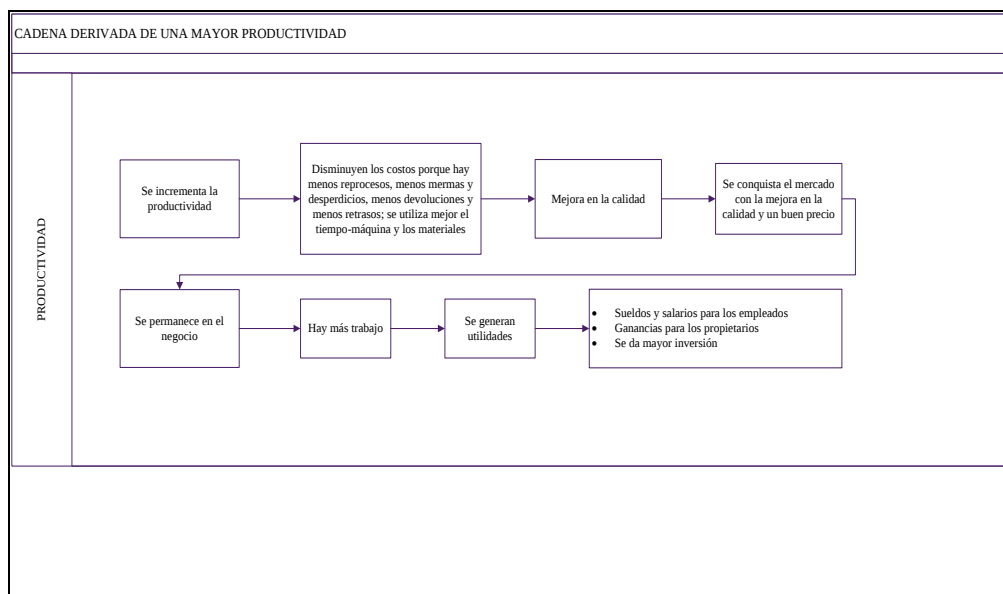


Figura 1. Cadena derivada de la productividad (INEGI, El ABC de los indicadores de la Productividad, 2003)

Los indicadores proporcionan una visión de la relevancia social de la tesis, los factores económicos, políticos y sociales.

### Fuerzas competitivas

Según Porter (Porter, 1992), el primer determinante fundamental para la utilidad de una empresa es lo atractivo del sector industrial. La estrategia competitiva debe surgir de una comprensión sofisticada de las reglas de competencia que determinan lo atractivo en un sector industrial.

Las cinco fuerzas competitivas de Porter determinan la utilidad en el sector industrial porque influyen los precios, los costos, y la inversión requerida de las empresas en un sector.

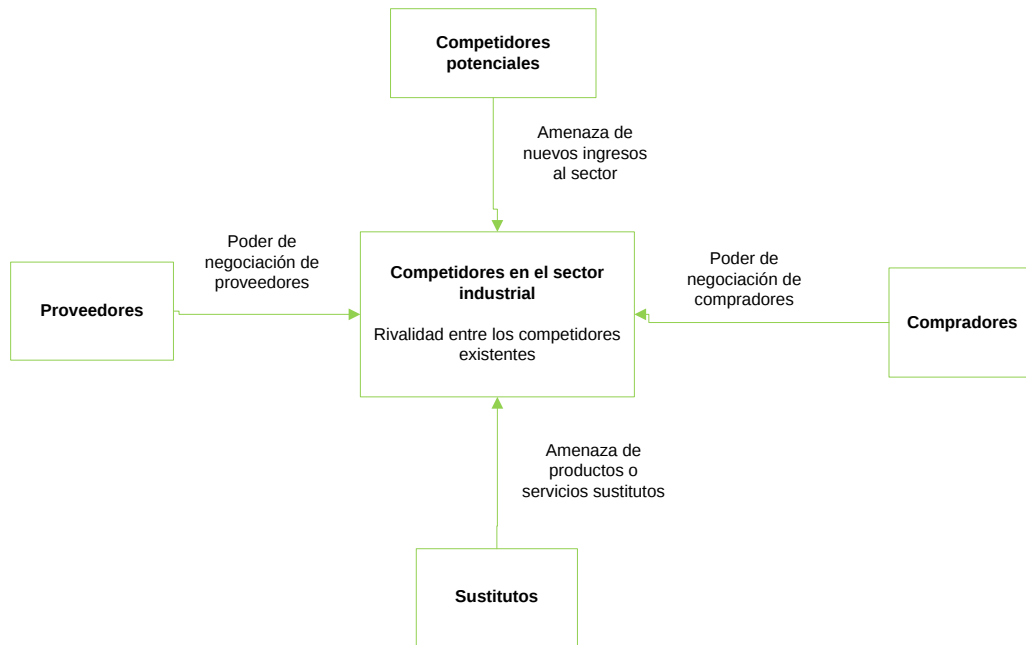


Figura 2. Fuerzas competitivas de Porter (Porter, 1992)

De acuerdo a las cinco fuerzas competitivas de Porter, se determina para la empresa objeto de estudio el siguiente escenario:

*Competidores en el sector industrial:* Coca- Cola y PepsiCo son obvios competidores, aunque el gusto de los consumidores ha cambiado del refresco tradicional al agua embotellada y a otras muchas bebidas. El resto de los competidores de la empresa tienen una trayectoria similar a la de Pepsi. En la última década se ha intensificado la competencia entre las industrias embotelladoras de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. A continuación se citan algunos de sus principales competidores.

- Cadbury Schweppes
- The Coca Cola Company
- Big Cola
- Red Cola
- Entre otras.

*Competidores potenciales:* En potencia, la población representa una competencia para la empresa, para ello es necesario reunir ciertos requisitos (recursos financieros, humanos, tecnológicos, entre otros).

*Proveedores:* La materia prima requerida para la elaboración de los productos de la empresa es: azúcar o fructuosa, concentrado y jugo, etiqueta, preforma y tapa. Los proveedores encargados del abastecimiento son:

- Azúcar o fructuosa: Ingenios de San Cristóbal
- Concentrado y jugo: PepsiCo
- Etiqueta: Estudio color, Artes gráficas, Minigrip y Artigráfica industrial
- Preforma y tapa: Procesos Plásticos SA

*Compradores:* Los clientes compran los bienes o servicios que ofrece una organización. En este caso los clientes pertenecen a un nivel socioeconómico medio-bajo para todas las edades de esa población. Sin clientes o consumidores una compañía no sobrevivirá.

*Sustitutos:* Además de los productos que compiten en forma directa, otros pueden afectar el desempeño de una compañía al ser sustitutos o complementos de ofertas de la misma. Un *sustituto* es una amenaza potencial; los consumidores lo utilizan como alternativa, comprando menos de un tipo del producto y más del otro. Un *complemento* es una oportunidad potencial, porque si los consumidores compran más de un producto determinado, requerirán más del producto complementario.

---

## **1.2. PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA**

---

### **Organizaciones integrantes de PBC México**

La empresa Pepsi Beverages Company México se dedica a la elaboración de bebidas refrescantes; está integrada por diferentes embotelladoras (PBC, 2010) a lo largo del territorio mexicano. Las industrias que pertenecen a este grupo son:

- Industrias del Refresco S de RL
- Bebidas Purificadas del Sureste S de RL

- Embotelladora Metropolitana S de RL de CV
- Industria de Refrescos del Noreste S de RL de CV
- Industria de Refrescos S de RL de CV
- Bebidas Purificadas SA de CV
- Electropura S de RL de CV

Para restringir la entidad de estudio, se analizará únicamente a Planta Iztacalco, que pertenece a Embotelladora Metropolitana S de RL de CV, junto con Izcalli y Acoxta.

### Principales productos

Los principales productos elaborados en la Planta Iztacalco se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Productos elaborados en Planta Iztacalco (PBC, 2010)

| PRODUCTO                                                 |
|----------------------------------------------------------|
| Pepsi, Mirinda, 7 Up , Squirt , Manzana Sol de 3 Lts     |
| H2oh! Lima-Limón 600 ML y 1.5 Lts                        |
| H2oh! Toronja 600 ML y 1.5 Lts y 12 Oz                   |
| Aguas Frescas Guayaba, Naranja , Limón, Jamaica de 3 Lts |
| H2oh! Manzana 600 ML y 1.5 Lts                           |
| Kirkland 0.5 y 1.5 Lts                                   |
| E-Pura 330, 600, 1000 , 1500 y 5000 ML.                  |
| Electropura 0.5 y 1.5 Lts.                               |

### Análisis organizacional

El entorno económico de la empresa la ubica como una empresa capitalista, y como es conocido, uno de sus objetivos es obtener la mayor ganancia posible en un período constante de tiempo a través de la venta de sus diversos productos. La gama de productos que ofrece es muy amplia y, está buscando su diversificación en el mercado.

Para cumplir con el objetivo de ganar/ganar, Embotelladora Metropolitana S de RL de CV compró a Electropura S de RL de CV, integrada por la planta de Los Reyes, de

Tlalnepantla, de Clavería y de Tlalpan. La compra obedece a factores internos y externos, es decir, a la situación financiera de Electropura.

La visión estratégica de los directivos básicamente consistió en utilizar los canales de distribución de la Embotelladora para distribuir los productos de Electropura, implementar los procesos de la Embotelladora a Electropura. Dentro de los beneficios que se esperan, está el aumento de utilidades por ambas empresas.

Los cambios organizacionales llevaron a replantear las operaciones, es decir, se crean departamentos con una visión innovadora para superar los resultados actuales. Las metodologías implementadas permitirán la integración de diferentes áreas, así como la solución de los problemas que se detecten.

El primer acercamiento, a los problemas observados, hace referencia a ciertos elementos de la cadena de suministro, en los cuales es necesario rastrear los puntos que no son parte de la solución, sino que se han convertido en problemas.

---

### **1.3. PROCESOS DE EMBOTELLADORA**

---

#### **Proceso de manufactura de producto**

El proceso general de embotellamiento de los productos mencionados se describe en el siguiente esquema, con el fin de determinar los puntos específicos de análisis. El proceso de embotellado muestra las operaciones donde sufre una transformación la materia prima, hasta obtener el producto terminado.

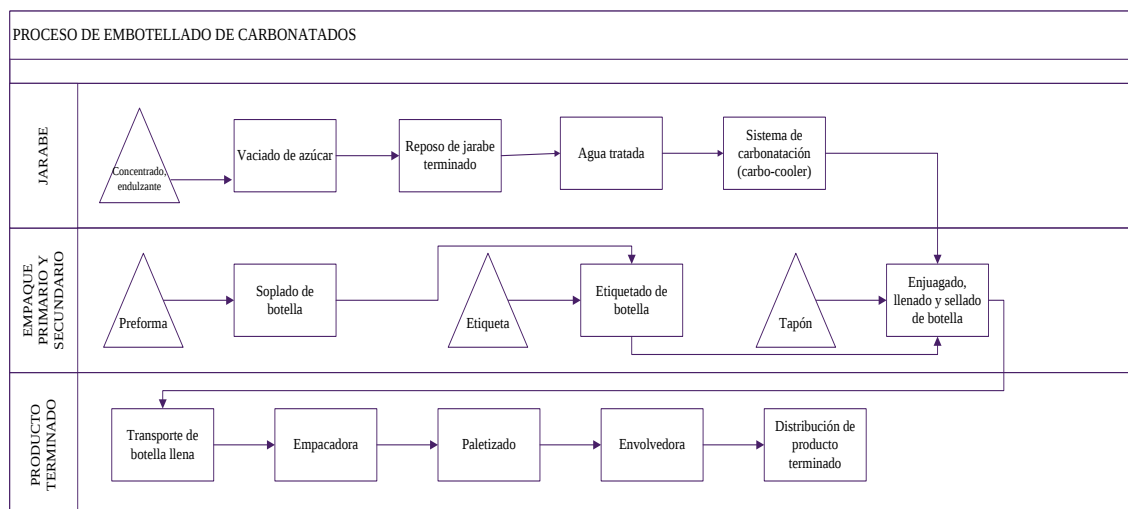


Figura 3. Proceso de embotellado de bebidas (PBC, 2010)

*Almacén de materia prima:* Es el área que se encarga de proveer la materia prima necesaria para obtener el producto terminado. Dentro de los principales productos que se manejan en el área, los más importantes se describen a continuación, así como sus proveedores.

- ◆ Azúcar o fructuosa: Ingenios de San Cristóbal
- ◆ Concentrado y jugo: PepsiCo
- ◆ Etiqueta: Estudio color, Artes gráficas, Minigrip y Artigráfica industrial
- ◆ Preforma y tapa: Procesos Plásticos S. A
- ◆ Polietileno: Abyplastic, Protermo

*Vaciado de azúcar:* Se hace el vaciado del azúcar para preparar el jarabe.

*Tanques de jarabe terminado:* Son los recipientes que contienen el jarabe a utilizarse para la elaboración de la bebida final.

*Agua tratada:* Es el agua después del proceso de cloración y filtración, estos procesos garantizan la inocuidad del producto final.

*Carbo-cooler:* Es el recipiente (mecanismo) donde se hace la mezcla de jarabe terminado y agua tratada, ahí también se adiciona el CO<sub>2</sub>, esto ocurre para las bebidas carbonatadas.

*Sopladora de botella:* Es el instrumento en que, a partir de una preforma con determinadas características, forma la botella de PET para envasar el producto.

*Etiquetadora de botella:* Es la máquina que coloca la etiqueta a cada botella soplada, para ser enjuagada y envasada.

*Enjuagador, llenadora y taponador:* Son los procesos para asegurar la calidad e inocuidad del producto, llenado de botella de PET y sellado del producto terminado que recibe el cliente.

*Transportador de botella:* Es el mecanismo de transporte de producto terminado entre las diferentes estaciones de trabajo del proceso, para formarse en cajas de acuerdo a los requerimientos de venta y a cuestiones de logística de transportación.

*Empacadora:* Es el equipo que agrupa las botellas en paquetes requeridos por los clientes (centros de distribución).

*Paletizado:* Es la máquina que acomoda los paquetes de producto terminado en los pallets para enviarlos a los centros de distribución.

*Envolvedora:* Es el aparato que coloca poli stretch al armado de producto en el pallet, para garantizar estabilidad durante su almacenamiento y distribución.

*Distribución:* Es el proceso a través del cual se hace llegar el producto terminado a la mano de los clientes (centros de distribución y consumidores finales).

## Procesos específicos de distribución de producto terminado

A continuación se presentan los principales procesos para la entrega de producto final a los clientes de la planta (Centros de distribución). La manufactura de los productos, se realiza de acuerdo a la descripción del siguiente proceso, en el que básicamente se definen las áreas de interacción y la información compartida por éstas.

### Envío de producto terminado a centros de distribución

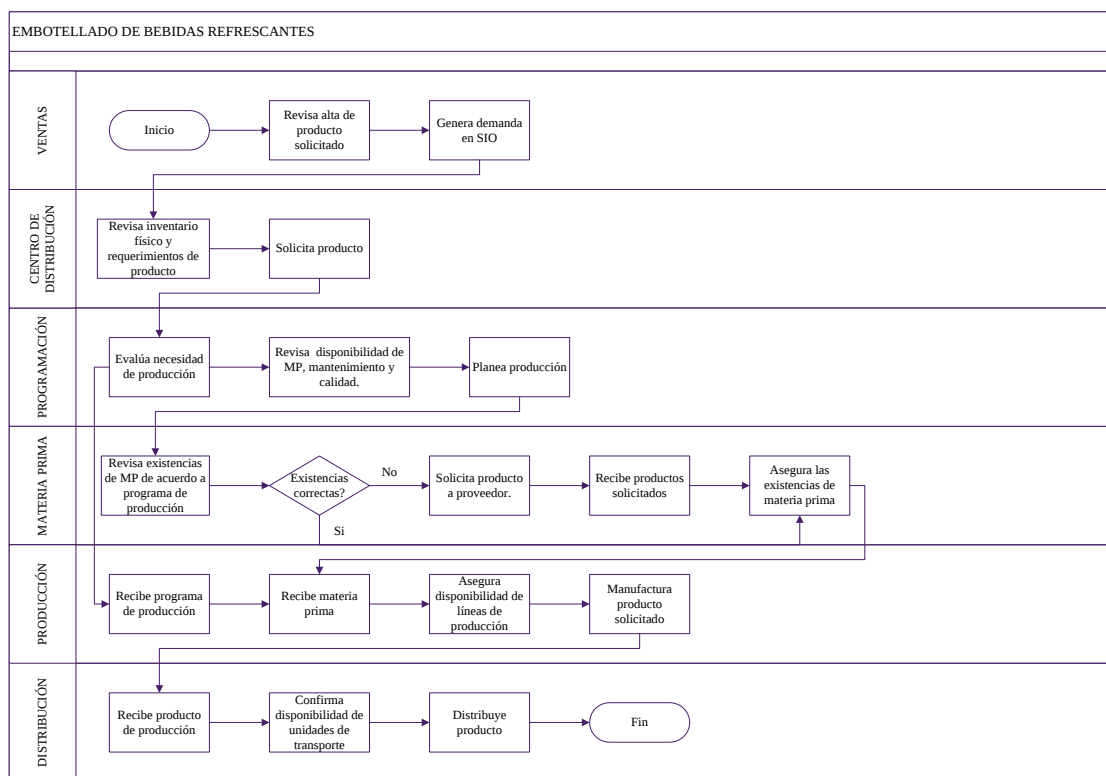


Figura 4. Proceso de distribución de producto terminado (PBC, 2010)

La función principal de la Planta Iztacalco es manufacturar el producto necesario para que el cliente tenga el producto en el momento que guste. Las áreas de planeación de la producción, programación de la distribución y transporte se encargan de coordinar las actividades para que se cumpla con la entrega.

## Elaboración del programa de producción

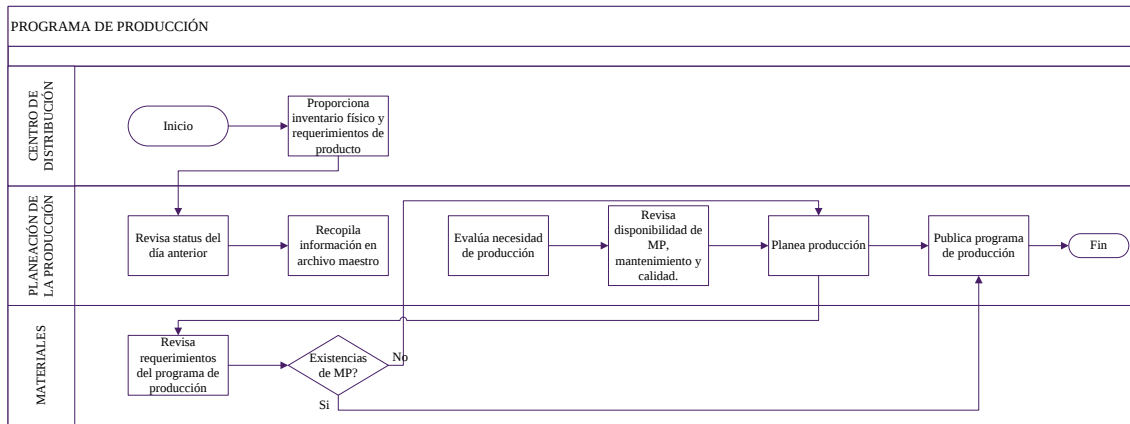


Figura 5. Elaboración del programa de producción (PBC, 2010)

El programa de producción coordina las actividades respecto a qué, cuándo y cuánto producir. La producción se relaciona directamente con la demanda de los clientes, las existencias de materia prima, las existencias de producto terminado y la disponibilidad de las líneas de producción. El programa prevé cubrir la demanda de los productos solicitados por los clientes en tiempo y forma; los proveedores de producción son el almacén de materia prima; producción entrega bebidas refrescantes al almacén de producto terminado, quien envía el producto a los centros de distribución.

## Distribución de producto terminado a centros de distribución y cruce de andén

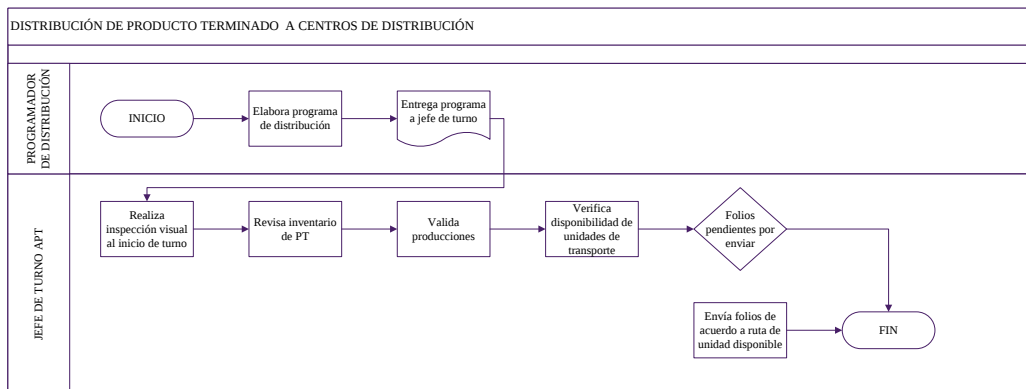


Figura 6. Proceso de distribución de producto terminado a centros de distribución (PBC, 2010)

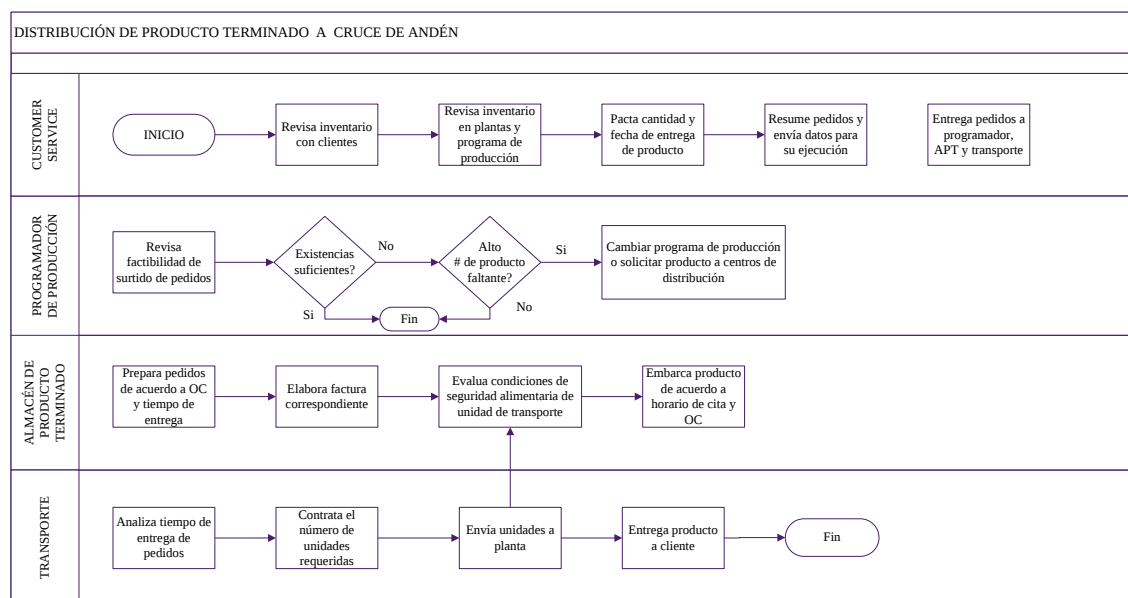


Figura 7. Proceso de distribución de producto terminado a cruce de andén (PBC, 2010)

El almacén de producto terminado se encarga del resguardo del producto mientras se efectúa la entrega de éste a los centros de distribución. La distribución debe cumplir con un nivel de servicio solicitado por los clientes (centros de distribución), donde la calidad, cantidad y tiempo de entrega son determinantes para la entrega exitosa del producto al consumidor. Los clientes del almacén de producto terminado se pueden dividir en tres bloques:

- Región Metropolitana (EMSA), con 25 centros de distribución.
- Interior de la República Mexicana (Filiales), con 25 centros de distribución y plantas.
- Tiendas de autoservicio (Venta directa), con 18 marcas y lugares de entrega.

Tabla 6. Áreas de distribución de producto terminado (PBC, 2010)

| EMSA     | FILIALES        | VENTA DIRECTA    |
|----------|-----------------|------------------|
| Jardines | Tlalnepantla    | Costco           |
| Oriente  | Iguala          | Oxxo México      |
| Mixcoac  | Cuernavaca      | Oxxo Guadalajara |
| Vallejo  | San Luis Potosí | 7 Eleven         |
| Neza     | Querétaro       | Waldos           |

|                       |                     |                |
|-----------------------|---------------------|----------------|
| Xochimilco            | León                | Soriana        |
| Chalco                | Irapuato            | Wal Mart       |
| Tecamac               | Aguascalientes      | Martí          |
| Pachuca               | Culiacán            | Casa-Chapa     |
| Tulancingo            | Sonora              | Oxxo Obregón   |
| Tula – Tlaxcoapan     | Mexicali            | Oxxo Chihuahua |
| Huachinango           | Monterrey           | Sport-City     |
| Ixmiquilpan           | Gómez Palacio       | Benavides      |
| Zacualtipán           | Chihuahua           | Extra          |
| Cedis Jesús María     | Poza Rica           | HEB            |
| Cedis Rivero          | Baja California Sur | Interjet       |
| Cedis Merced          | Tehuacán            | Sam's          |
| Cedis Perú            | Puebla              | Smart          |
| Ticomán               | Acapulco            |                |
| Naucalpan             | Campeche            |                |
| Atizapán              | Mérida              |                |
| Rojo Gómez            | Cancún              |                |
| Planta Acoxta         | Toluca              |                |
| Planta Izcalli        | Tampico             |                |
| Izcalli Venta Directa | Geusa               |                |

Planta Iztacalco envía a EMSA, los productos elaborados en Iztacalco, a FILIALES envía productos manufacturados por las tres plantas de la Región Metropolitana y a tiendas de autoservicio envía productos fabricados en PBG México y productos importados a la República Mexicana.

---

## 1.4. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

---



---

### 1.4.1. CAJAS FALTANTES EN LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN Y VENTAS DIRECTAS

---

El punto de partida son los datos históricos que se tienen de los centros de distribución. A partir de éstos se inicia con el análisis de los posibles problemas que aquejan a la empresa, para que finalmente se tenga el problema específico a analizar.

A continuación se presenta un análisis de las principales causas de cajas faltantes, rechazos de producto y de producto no enviado a los centros de distribución.

### **Descripción de las causas de cajas faltantes o rechazadas en los centros de distribución**

*Falta de producto:* El cliente recibe menos producto del solicitado.

*Camión remitido a corralón:* Problemas con las unidades de transporte de la compañía.

*Sistema de la tienda:* El cliente no cuenta con los sistemas de información adecuados para recibir el producto solicitado.

*Recortado en tienda:* El cliente sólo recibe una parcialidad de la cantidad solicitada.

*Producto dañado:* El cliente no recibe el producto porque que no cumple con las especificaciones de calidad requeridas.

*Pedido no liberado:* Pedido sin finalizar, por el cliente o por el proveedor.

*Carga de más:* El cliente recibe una mayor cantidad de producto a la cantidad solicitada.

*Producto cambiado por el APT:* El almacén de producto terminado envía un producto diferente al solicitado por el centro de distribución.

Las causas anteriores son los datos reportados por los centros de distribución. A partir de ello surge la necesidad de evaluar los motivos que dan origen a producto faltante en los centros de distribución.

De acuerdo a un análisis de los motivos internos (del proveedor) que dan origen a las cajas faltantes en la planta, se detallan los siguientes:

*Retraso en la línea de producción:* Es cuando en la línea de producción se presentan demoras que no permiten la entrega del producto a tiempo al almacén de producto terminado, para que éste lo distribuya a los centros de distribución.

*Falta de transporte:* Significa que no existen unidades de transporte disponibles para llevar el producto a los centros de distribución. El transporte puede ser propio o externo.

*Falta de materiales:* Es cuando producción no cuenta con la materia prima para la elaboración de producto terminado.

*Planeación:* Se dice cuando las cajas faltantes son originadas por un problema en la planeación de la producción o distribución del producto.

*Error preventa:* Se presenta cuando existe un problema en los datos de compra de los clientes (generalmente, órdenes de compra).

*Error en carga:* Es cuando las cargas ejecutadas por el almacén de producto terminado presentan algún tipo de error, normalmente, envío de un producto no solicitado por el centro de distribución.

*Problema de calidad:* Se presenta cuando el producto terminado no cumple con las especificaciones de calidad e inocuidad, el producto no se distribuye y se afecta de forma directa la venta a los clientes.

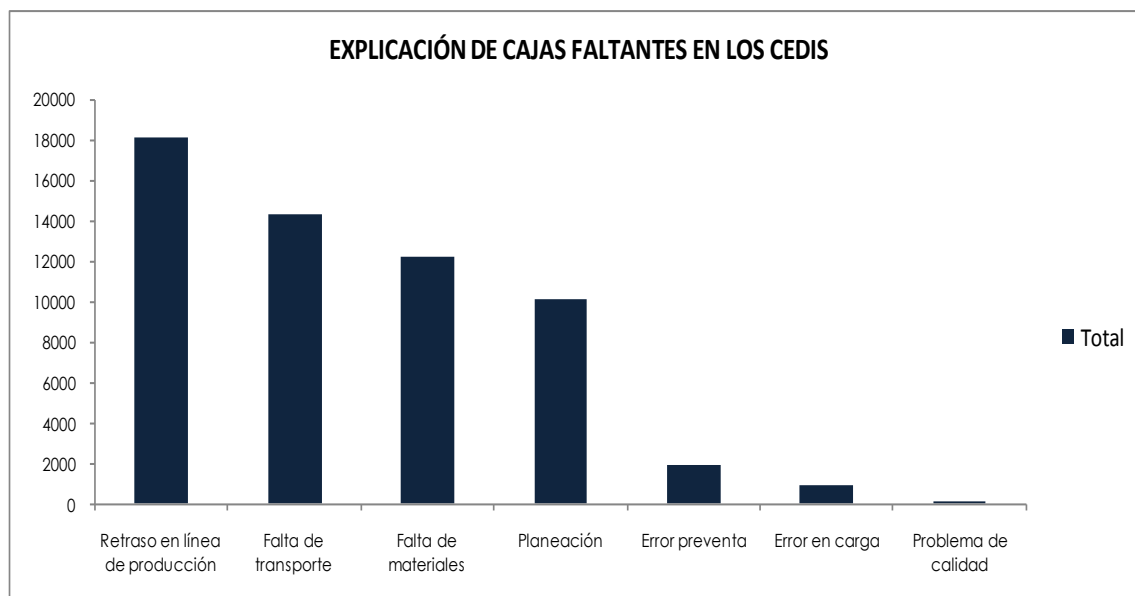


Figura 8. Causas de rechazo en los centros de distribución (PBC, 2010)

Tabla 7. Causas de cajas faltantes en los centros de distribución (PBC, 2010)

| Motivo                         | Total  | % fa    |
|--------------------------------|--------|---------|
| Retraso en línea de producción | 18,117 | 31.35%  |
| Falta de transporte            | 14,347 | 56.17%  |
| Falta de materiales            | 12,242 | 77.35%  |
| Planeación                     | 10,104 | 94.83%  |
| Error preventa                 | 1,991  | 98.28%  |
| Error en carga                 | 938    | 99.90%  |
| Problema de calidad            | 58     | 100.00% |
| Total general                  | 57,797 |         |

Los principales problemas en las entregas de producto a los clientes de cruce de andén se enlistan en la Tabla 8.

Tabla 8. Causas de rechazo en los centros de distribución (PBC, 2010)

| Código | Descripción                                       |
|--------|---------------------------------------------------|
| UTC    | Unidad llego tarde a la cita                      |
| EF     | Error en Facturación                              |
| PL     | Producto Ladeado                                  |
| COC    | Cancelación de la orden de compra por el cliente. |
| NCP    | No se Cargo en Planta                             |
| SC     | Sistema Cliente (Error)                           |
| PSA    | Producto Sin Alta                                 |
| TRAN   | Pendiente por Entregar (TRANSITO)                 |
| FT     | Falta de Transporte                               |
| PDP    | Producto Descatalogado por PBG                    |
| EPI    | Error Programación Interna                        |
| BVP    | Bajo Volumen de Pedido                            |
| EEM    | Error en Embarque                                 |
| PC     | Producto cambiado (Bodega)                        |
| PCC    | Producto conCodigo Cambiado                       |
| FC     | Fecha de caducidad Corta                          |
| DC     | Detenido por credito                              |
| PR     | Pedido Reprogramado                               |
| PRC    | Pedido Reprogramado por el Cliente                |
| CPO    | Cambio de Planta Origen                           |
| NPC    | No se Presento el Cliente en la fecha indicada    |
| NEO    | Entrega en Oportunidad                            |

De las problemáticas anteriores, las que ocurren con mayor frecuencia y que disminuyen el nivel de servicio en las entregas de cruce de andén se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Causas de rechazo en cruce de andén (PBC, 2010)

| Motivo |                         |
|--------|-------------------------|
| FP     | Falta Producto (Planta) |
| NCP    | No se Cargo en Planta   |
| PD     | Producto Dañado         |

El período considerado en tabla 9, es de enero a abril de 2010. Del análisis se puede determinar que uno de los mayores incidentes en los centros de distribución, que llevan a ventas pérdidas, es la *falta de producto*; es decir, que el proveedor (la planta) no cumple con todos los requerimientos de producto necesarios para los clientes (los centros de

distribución). Lo anterior ocasiona retrasos en el tiempo de entrega, desde el área de producción al almacén de producto terminado y finalmente en la distribución a los clientes.

El *producto no cargado en planta* tiene dos orígenes: producto no disponible en planta y error al ejecutar del programa de distribución.

El *producto dañado*, es producto no apto para la venta, pues presenta anomalías en cuestiones de calidad e inocuidad alimentaria.

Del análisis de producto faltante en los centros de distribución, se observa que los niveles de ventas pérdidas en el transcurso del 2009 (enero a mayo) son altamente significativas y sobrepasan el millón de pesos durante 5 meses, es decir, se pierden aproximadamente dos millones de pesos anuales por cajas faltantes en los centros de distribución.

Tabla 10. Productos no disponibles (PBC, 2010)

| Descripción                               | Total  |
|-------------------------------------------|--------|
| Epura 1 Lts Pet 4 Tanquecito Arte         | 8,023  |
| Epura 330 Ml Pet 12 paga 11               | 5,180  |
| Aguas Frescas Electro Jamaica 3 Lts Pet 6 | 4,139  |
| Epura 2 Lts Pet 8                         | 4,041  |
| Epura 600 Ml Pet 6 paga 5                 | 3,997  |
| Epura Sport Cap 1 Lts Pet 12              | 3,272  |
| Be Light 1 Lts Pet Kiwi-Fresa 6           | 2,576  |
| H2OH! Lima-Limon 1.5 Lts Pet 6            | 2,182  |
| H2OH! Manzana 1.5 Lts Pet 6               | 2,056  |
| Aguas Frescas Electro Limón 3 Lts Pet 6   | 1,895  |
| H2OH! Mandarina 600 Ml Pet 6              | 1,782  |
| Pepsi Natural 600 Ml Pet 6                | 1,774  |
| Epura 5 Lts Pet 4                         | 1,673  |
| Epura 1 Lts Pet 8 Tanquecito Para Mi      | 1,509  |
| Epura 1.5 Lts Pet 6                       | 1,499  |
| H2OH! Lima-Limon 600 Ml Pet 6             | 1,470  |
| H2OH! Manzana 600 Ml Pet 6                | 1,445  |
| Epura 600 Ml Pet 12                       | 1,185  |
| Be Light 1 Lts Pet Limón 6                | 981    |
| Epura 1.5 Lts Pet 12                      | 964    |
| H2OH! Mandarina 1.5 Lts Pet 6             | 828    |
| Be Light 1 Lts Pet Jamaica 6              | 800    |
| Aguas Frescas Electro Naranja 3 Lts Pet 6 | 680    |
| Mzna Sol 3 Lts Pet 6                      | 642    |
| Electro 0.5 Lts Pet 24                    | 625    |
| Pepsi 3 Lts Pet 6                         | 512    |
| Epura 1 Lts Pet 12 Tanquecito             | 415    |
| Gatorade Manzana 600 Ml Pet 6             | 400    |
| Gatorade Naranja 600 Ml Pet 6             | 396    |
| Epura 330 Ml Pet 24                       | 189    |
| Squirt 3 Lts Pet 6                        | 153    |
| Gatorade Naranja 1 L Pet 6                | 130    |
| Mix Propel 0.5 Lts Mand/Lim/Jam Pet 12    | 112    |
| Be Light 1 Lts Pet Mango 6                | 100    |
| Gatorade Limonada 1L Pet 6                | 89     |
| Mr Q Juicy Citrus Punch 2 Lts Pet 8       | 64     |
| Aguas Frescas Electro Guayaba 3 Lts Pet 6 | 10     |
| Mirinda Bag in Box                        | 9      |
| Total general                             | 57,797 |

El producto faltante ha aumentado en todos los meses analizados. Las altas temperaturas que se han registrado en varias regiones del país han originado un constante problema en cuanto a la disponibilidad del producto, pues no sólo han generado aprietos en la empresa, sino que los proveedores se han visto inmersos en situaciones similares.

Mediante la técnica de lluvia de ideas entre los principales personajes que intervienen en el proceso de distribución de producto terminado de la empresa, se determinaron algunas de las posibles causas que están generando las desviaciones mencionadas anteriormente. El análisis comprende las observaciones de los centros de distribución, de cruce de andén, del personal del almacén de producto terminado, de transporte y de planeación.

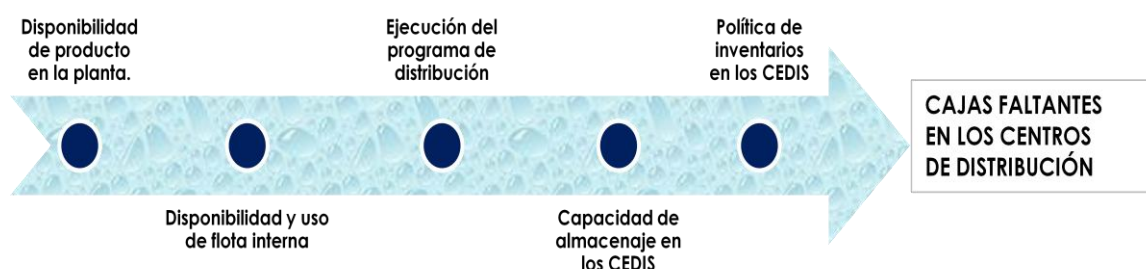


Figura 9. Causas de cajas faltantes

A partir de ése primer acercamiento, se realiza la revisión de dos de los puntos que intervienen en el bajo nivel de servicio en los centros de distribución.

#### 1.4.2. DISPONIBILIDAD DE PRODUCTO EN LA PLANTA

---

La capacidad de las líneas de producción en Planta Iztacalco depende de la capacidad de cada una de las líneas, que, normalmente, está dado por la velocidad su elemento más lento (pues además se tienen que considerar algunos puntos para obtener la capacidad real de las líneas). Los elementos que hacen que las líneas de producción sean

dependientes, son, por ejemplo, el sistema de suministro de agua, los sistemas de presión, los sistemas de nitrógeno, entre otros.

Tabla 11. Velocidades de los equipos de embotellado (PBC, 2010)

| VELOCIDADES DE EQUIPOS DE EMBOTELLADO |                    |                   |                       |                   |                      |                     |                |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|---------------------|----------------|
| LINEA                                 | PRESENTACION<br>LT | LLENADORA<br>B/H. | CARBO COOLLER<br>B/H. | SOPLADORA<br>B/H. | ETIQUETADORA<br>B/H. | ETIQ. MANGA<br>B/H. | S.M.I.<br>B/H. |
| UNO                                   | 0.33               | 30900             | 114697                | 19200             | 24000                |                     | 79200          |
|                                       | 0.6                | 30900             | 63083                 | 19200             | 24000                |                     | 79200          |
|                                       | 0.5                | 30900             | 75700                 | 19200             | 24000                |                     | 79200          |
|                                       | 1                  | 19200             | 37850                 | 19200             | 24000                |                     | 39600          |
|                                       | 1.5                | 19200             | 25233                 | 19200             | 24000                |                     | 39600          |
| DOS                                   | 2.5                | 20000             | 20000                 | 15000             | 18000                |                     | 26400          |
|                                       | 3.0                | 15000             | 16667                 | 19200             | 24000                |                     | 26400          |
| TRES                                  | 0.6                | 35000             | 63083                 | 42000             | 48000                |                     | 61920          |
|                                       | 0.5                | 42000             | 75700                 | 42000             | 48000                |                     | 61920          |
|                                       | 1                  | 21000             | 37850                 | 42000             | 36000                |                     | 30960          |
| CUATRO                                | 0.6                | 30000             | 36000                 | 18000             | 18000                | 27000               | 57600          |
|                                       | 0.5                | 36000             | 44000                 | 18000             | 18000                |                     | 57600          |
|                                       | 1                  | 22000             | 22000                 | 18000             | 18000                |                     | 28800          |
|                                       | 1.5                | 12900             | 14666                 | 18000             | 18000                | 15000               | 28800          |
|                                       | 2                  | 11000             | 11000                 | 18000             | 18000                |                     | 19200          |
|                                       |                    |                   |                       |                   |                      |                     |                |
| CINCO                                 | 5                  | 4000              | 4000                  | 2400              | 4000                 |                     | 10320          |
| SEIS                                  | 18.25              | 150               |                       |                   |                      |                     |                |

*Velocidad llenadora (botellas/hora):* Es el número de botellas que pueden llenarse por hora, con su respectiva tapa colocada.

*Velocidad carbo cooler (litros por hora):* Es el número litros de jarabe terminado y agua tratada, a los que se les inyecta de CO<sub>2</sub>, por hora.

*Velocidad sopladora (botellas/hora):* Es el número de botellas de PET formadas a partir de una preforma por hora.

*Velocidad etiquetadora (botellas/hora):* Es el número de etiquetas colocadas (por hora) en las botellas de PET.

*Velocidad envolvedora (botellas/hora):* Es el número de botellas formadas y envueltas en paquetes de producto con polietileno, por hora, para su almacenamiento y distribución.

A continuación se presenta el detalle de cajas faltantes por línea de producción. Con ello se deja latente un análisis de la capacidad instalada en las líneas de producción, es decir,

una exploración de la demanda del producto que se elabora en cada una líneas con respecto a la capacidad real de éstas.

La tabla 12 presenta el número de cajas faltantes de los productos que se elaboran en las líneas de producción de planta Iztacalco. La línea que tiene mayor número de cajas faltantes es la 1 con el 44.67% y la línea 3 con el 20.85%. Las líneas 1, 3 y 4 representan el 81.61% del total de ajas faltantes durante el primer cuatrimestre del 2010.

Tabla 12. Cajas faltantes por línea de producción (PBC, 2010)

| Línea         | Total  |
|---------------|--------|
| 1             | 25,817 |
| 3             | 12,052 |
| 4             | 9,297  |
| 2             | 8,055  |
| 5             | 1,673  |
| Ext           | 903    |
| Total general | 57,797 |

Donde: *Ext*: Es el producto no elaborado en Planta Iztacalco.



Figura 10. Cajas no disponibles en los centros de distribución por línea (PBC, 2010)

Los tiempos de pérdidas de utilización en las líneas de producción provocan retrasos en la entrega de producto al almacén de producto terminado, quien a su vez, envía el producto de forma retardada a los centros de distribución, y éstos cargan las unidades de venta sin

el producto que se les envió de forma tardía. El programa de distribución se realiza con base en las existencias diarias (6:30 am) y el programa de producción. Las existencias son las cantidades de producto terminado en piso; el programa de producción es el producto programado que se espera tener en un terminado horario, sin embargo, está sujeto al buen funcionamiento de las líneas de producción.

### 1.4.3. DISPONIBILIDAD DE TRANSPORTE

La capacidad de distribución de producto terminado con unidades de la empresa se considera constante, mientras que el número de viajes que se programan es variable debido a que la demanda no es constante. La variabilidad, en cuanto al requerimiento de unidades para la distribución de producto, ocasiona la subutilización del transporte en determinadas semanas y en otras se puede llegar a tener escasez de producto por no tener la capacidad de distribución o a aumentar contratar unidades para la distribución del producto.

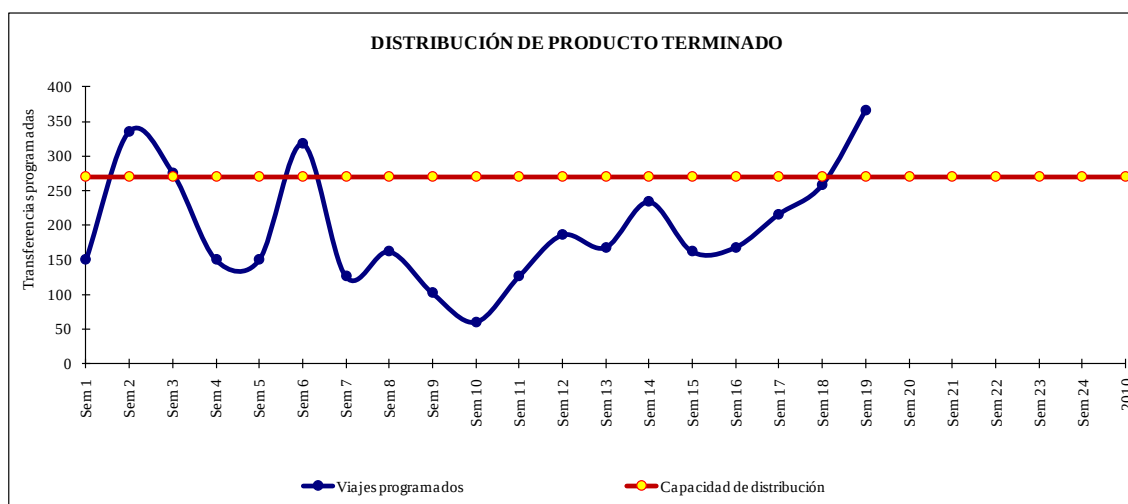


Figura 11. Viajes programados contra capacidad de distribución con unidades de transporte propias (PBC, 2010)

La empresa tiene, básicamente, 3 tipos de unidades de transporte propio, la diferencia entre cada una de ellas es la capacidad de transportación de producto que pueden realizar.

- ◆ Unidad sencilla: Unidad de transporte con capacidad promedio de 2,500 cajas.
- ◆ Full: Unidad de transporte que consta de dos cajas y en promedio pueden trasladar 52 pallets con aproximadamente 5,000 cajas.
- ◆ Camión: Unidad de transporte que traslada aproximadamente 900 cajas en 8 pallets.

Cuando la capacidad de distribución con flota propia es excedida, se toma la decisión de contratar unidades de transporte externo.

En la siguiente gráfica se muestra el comportamiento de unidades de transporte utilizadas para cumplir con la entrega de producto terminado a los centros de distribución (unidades propias y rentadas).

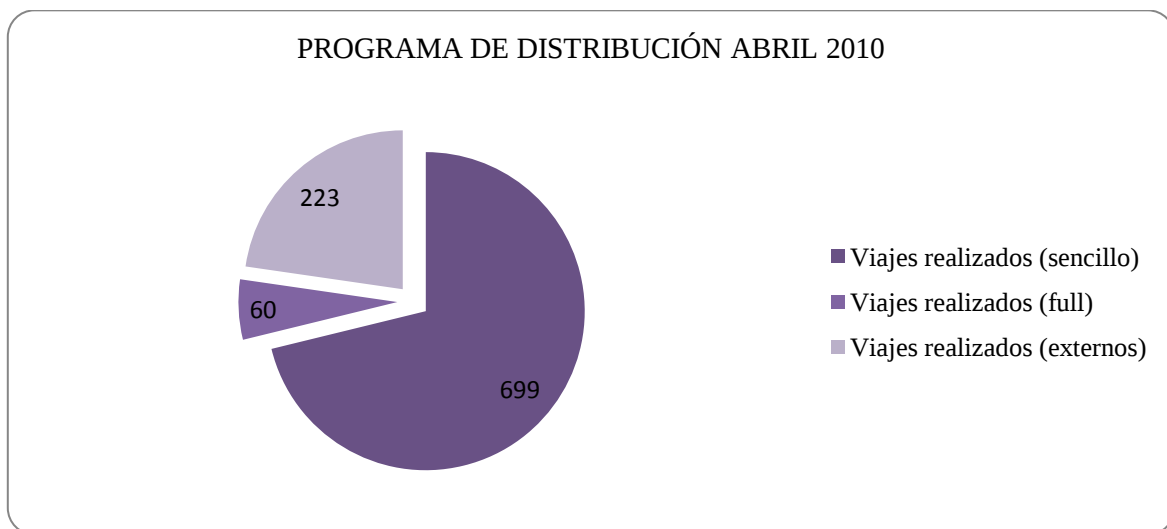


Figura 12. Unidades de transporte utilizadas para la distribución de producto en abril de 2010

La capacidad de distribución de la flota interna es de 38 viajes por día, sin embargo esta disponibilidad se puede reducir debido a fallas mecánicas, congestionamiento en las vías de transporte, que va estrechamente ligado con el horario en el cual se despachan las

unidades y la velocidad con que se atienden las unidades en los centros de distribución y en la planta.

1.4.4. DISPONIBILIDAD DE MATERIALES

La disponibilidad de materiales representa la tercera causa en los motivos de cajas faltantes en los centros de distribución. Los insumos utilizados son preforma, tapa, etiqueta, polietileno/corrugado y concentrado.

Preforma: Es el envase de las bebidas embotelladas (PET). Las características de preforma dependen del producto que contienen y de los acuerdos comerciales e imagen de la marca. En Iztacalco se requieren 19 tipos de preforma para las diferentes presentaciones de producto.

Tabla 13. Catálogo de preformas (PBC, 2010)

| PREFORMA                                    |
|---------------------------------------------|
| BOLSA ALUMINIZADA POST MIX.                 |
| MAQUILA DE PREFORMA 58GR CRISTAL            |
| PREFORMA 17 GRS. AZUL EPURA PCO 1881        |
| PREFORMA 17GRS. CRISTAL PCO 1881 VIRGEN 90% |
| PREFORMA 20 GRS EPURA CRISTAL PARA AGUA VIR |
| PREFORMA 25 GR CRISTAL.                     |
| PREFORMA 25 GR VERDE H2OH.                  |
| PREFORMA 25 GRS EPURA CRISTAL PARA AGUA VIR |
| PREFORMA 30 GRS EPURA CRISTAL PARA AGUA VIR |
| PREFORMA 33 GRS CRISTAL.                    |
| PREFORMA 40 GRS EPURA CRISTAL PARA AGUA VIR |
| PREFORMA 45 GR CRISTAL.                     |
| PREFORMA 45 GR VERDE H2OH.                  |
| PREFORMA 48 GR VERDE                        |
| PREFORMA 48 GRS CRISTAL VIRGEN (90%) PCR (1 |
| PREFORMA 49 GRS CRISTAL VIRGEN (90%) PCR (1 |
| PREFORMA 60 GR VERDE                        |
| PREFORMA 60 GRS CRISTAL                     |
| PREFORMA 80 GRS EPURA PP CRISTAL PARA AGUA  |

Tapa: Su función consiste en asegurar que el producto permanezca dentro del pet y se descarte cualquier tipo de contacto del producto con el exterior. Dependiendo del producto, en Iztacalco se manejan 15 tipos de tapas.

Tabla 14. Catálogo de tapas (PBC, 2010)

| TAPA                                        |
|---------------------------------------------|
| TAPA PCO 1881 LINER LESS BLANCA SIN LOGO    |
| TAPA PCO-1881 LINNER LESS AZUL EPURA        |
| TAPA PG 183 C/LINNER AMARILLA SQUIRT        |
| TAPA PG-183 7UP H2O                         |
| TAPA PG-183 AZUL CON LINER.                 |
| TAPA PG-183 AZUL PEPSI BREATH TAKING C/LINN |
| TAPA PG-183 LINNERLESS AZUL E-PURA SIN LINN |
| TAPA PG-183 LINNERLESS BLANCA SIN LINNER SB |
| TAPA PG-183 NARANJA CON LINER P/H2OH        |
| TAPA PG-183 NARANJA CON LINER.              |
| TAPA PG-183 ROJA CON LINER.                 |
| TAPA PG-183 ROJA P/ MANZANITA SOL H2OH      |
| TAPA PG-183 SPORT CAP                       |
| TAPA PG-183 VERDE CON LINER.                |
| TAPAROSCA AZUL E-PURA V5.0                  |

Etiquetas: Son la imagen de la empresa y del producto hacia los clientes. Contienen información jurídica y nutrimental. Básicamente, por cada presentación de producto existe una etiqueta asociada al producto; 31 son las etiquetas más utilizadas.

Tabla 15. Catálogo de etiquetas (PBC, 2010)

| ETIQUETA                                           |
|----------------------------------------------------|
| ETIQUETA 7UP H2Oh! DE MANGA 1.5 LTS                |
| ETIQUETA 7UP H2Oh! DE MANGA 600 ML                 |
| ETIQUETA AGUA E-PURA 1.0 LT                        |
| ETIQUETA AGUA E-PURA 1.5 LT                        |
| ETIQUETA AGUA E-PURA 600ML                         |
| ETIQUETA AGUA KIRKLAND 1.5 LTS                     |
| ETIQUETA AGUA KIRKLAND 500 ML                      |
| ETIQUETA AGUAS FRESCAS ELECTROPURA 3.0 LTS JAMAICA |
| ETIQUETA AGUAS FRESCAS ELECTROPURA 3.0 LTS LIMON   |
| ETIQUETA AGUAS FRESCAS ELECTROPURA 3.0 LTS NARANJA |
| ETIQUETA AGUAS FRESCAS GUAYABA 3.0 LTS PET         |
| ETIQUETA AGUE E-PURA 330 ML                        |
| ETIQUETA ELECTROPURA 1.5 LT.                       |
| ETIQUETA ELECTROPURA 500 ML.                       |
| ETIQUETA EPURA 1.0 LTS TANQUECITO ELLEN WEST       |
| ETIQUETA EPURA 2.0 LTS PET                         |
| ETIQUETA JUICY CITRUS 2 LTS (CAROLINA)             |
| ETIQUETA MANDARINA H2OH! DE MANGA 1.5 LTS PET      |
| ETIQUETA MANDARINA H2OH! DE MANGA 600 ML PET       |
| ETIQUETA MANZANITA SOL CON JUGO NATURAL 1.5        |
| ETIQUETA MANZANITA SOL CON JUGO NATURAL 3.0        |
| ETIQUETA MANZANITA SOL H2Oh! DE MANGA 1.5 LTS PET  |
| ETIQUETA MANZANITA SOL H2Oh! DE MANGA 600 ML PET   |
| ETIQUETA MIRINDA CARMEN 1.5 LT (CAROLINA).         |
| ETIQUETA MIRINDA NARANJA CARMEN 3 LTS (CARO        |
| ETIQUETA PEPSI COLA 1.5 LT (CAROLINA).             |
| ETIQUETA PEPSI COLA 3 LT (CAROLINA).               |
| ETIQUETA SEVEN UP ESMERALDA 1.5 LT (CAROLIN        |
| ETIQUETA SEVEN UP ESMERALDA 3.0 LT (CAROLIN        |
| ETIQUETA SQUIRT 1.5 LT (CAROLINA).                 |
| ETIQUETA SQUIRT 3.0 LT (CAROLINA)                  |

Polietileno: Es el material que con que se forma la caja de producto terminado. En Iztacalco se tienen 10 tipos de polietileno para cubrir la operación.

Tabla 16. Catálogo de polietilenos/corrugados (PBC, 2010)

| <b>POLIETILENO/CORRUGADO</b>                |
|---------------------------------------------|
| CAJA BAGIN BOX.                             |
| POLIETILENO TERMOENCOGIBLE UV 275 X 53      |
| POLIETILENO TERMOENCOGIBLE UV 275 X 53      |
| POLIETILENO BAJA DENSIDAD 275 X 53 U.V. 4 X |
| POLIETILENO TERMOENCOGIBLE UV 275 X 53      |
| POLIETILENO BAJA DENSIDAD 275 X 53 U.V. 4 X |
| POLIETILENO TERMOENCOGIBLE 275 X 60.        |
| POLIETILENO BAJA DENSIDAD 275 X 53 U.V. 4 X |
| POLIETILENO TERM. IMPRESO EPURA 1.0 LT 4 PA |
| POLIETILENO BAJA DENSIDAD 275 X 53 U.V. 4 X |

Concentrado: Es el jarabe o sabor que se utiliza en la elaboración de los productos. Esto aplica para las bebidas con saborizante. Básicamente, se utilizan 15 tipos de concentrados.

Tabla 17. Catálogo de concentrados (PBC, 2010)

| <b>CONCENTRADO</b>                          |
|---------------------------------------------|
| CONCENTRADO AGUAS FRESCAS ELECTROPURA GUAYA |
| CONCENTRADO AGUAS FRESCAS ELECTROPURA JAMAI |
| CONCENTRADO AGUAS FRESCAS ELECTROPURA LIMON |
| CONCENTRADO AGUAS FRESCAS ELECTROPURA NARAN |
| CONCENTRADO H20h! 7UP                       |
| CONCENTRADO MANDARINA H2OH!                 |
| CONCENTRADO MANZANITA SOL CON JUGO NATURAL  |
| CONCENTRADO MANZANITA SOL H2Oh              |
| CONCENTRADO MIRINDA CARMEN                  |
| CONCENTRADO MR "Q" JUICY CITRUS P/HFCS      |
| CONCENTRADO MR "Q" JUICY CONGA P/HFCS       |
| CONCENTRADO PEPSI                           |
| CONCENTRADO PEPSI LIGHT BAG IN BOX          |
| CONCENTRADO SEVEN UP ESMERALDA.             |
| CONCENTRADO SQUIRT                          |

De enero a abril de 2010 se tienen registrados los siguientes datos de materia prima no disponible para las líneas de producción.

Tabla 18. Cajas faltantes por falta de materiales (PBC, 2010)

| <b>Material</b> | <b>Cajas faltantes</b> |
|-----------------|------------------------|
| Preforma        | 1,000                  |
| Tapa            | 2,000                  |
| Etiqueta        | 4,242                  |
| Polietileno     | 3,000                  |
| Concentrado     | 2,000                  |
| <b>Total</b>    | <b>12,242</b>          |

## 2. LITERATURA DE LA CADENA DE SUMINISTRO

---

Este capítulo considera la bibliografía necesaria para desarrollar la propuesta de mejora en la distribución de producto terminado en la industria embotelladora. La cadena de valor se presenta como el panorama e introducción para analizar la situación de la empresa. La logística y cadena de suministro genera valor agregado para el cliente, para lo cual es necesario evaluar los costos inherentes a los procesos organizacionales.

La cadena de suministro tiene diferentes niveles de planeación, éstos están directamente relacionados con el horizonte de tiempo, de largo, intermedio y corto alcance; refiriéndose a planeación estratégica, planeación táctica y planeación operativa. De la planeación operativa se revisan: ubicación de las instalaciones, decisiones de inventario, decisiones de transportación y el nivel de servicio al cliente.

---

### 2.1. LA CADENA DE VALOR Y LA VENTAJA COMPETITIVA

---

Cada empresa es un conjunto de actividades que se desempeñan para diseñar, producir, llevar al mercado, entregar y apoyar a sus productos. Todas estas actividades pueden ser representadas usando una cadena de valor.

El nivel relevante para la construcción de una cadena de valor son las actividades de una empresa para un sector industrial particular. La cadena de valor de una industria o un sector industrial es demasiado amplia. Aunque las empresas en el mismo sector industrial pueden tener cadenas de valor similares a las cadenas de sus competidores, difieren con frecuencia.

La ventaja competitiva (Porter, 1992) no puede ser comprendida viendo a una empresa como un todo. Radica en las muchas actividades discretas que desempeña una empresa en el diseño, producción, mercadotecnia, entrega y apoyo de sus productos. Cada una de

estas actividades puede contribuir a la posición de costo relativo de las empresas y crear una base para la diferenciación. Una ventaja en el costo, por ejemplo, puede surgir de fuentes tan disparatadas como un sistema de distribución físico de bajo costo, un proceso de ensamble altamente eficiente, o del uso de una fuerza de ventas superior. La diferenciación puede originarse en factores igualmente diversos, incluyendo el abastecimiento de las materias primas de alta calidad, un sistema de registro de pedidos responsable o un diseño de producto superior.

Una forma sistemática de examinar todas las actividades que una empresa desempeña y cómo interactúan, es necesaria para canalizar las fuentes de la ventaja competitiva. La cadena de valor disgrega a la empresa en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de los costos y las fuentes de diferenciaciones existentes y potenciales. Una empresa obtiene la ventaja competitiva, desempeñando estas actividades estratégicamente importantes más baratas o mejor que sus competidores.

La cadena de valor de una empresa está incrustada en un campo más grande de actividades, llamado sistema de valor. Los proveedores tienen las cadenas de valor (valor hacia arriba) que crean y entregan los consumos comprados usados en la cadena de una empresa. Los proveedores no sólo entregan un producto sino que también puede influir el desempeño de la empresa de muchas otras maneras. Además, muchos productos pasan a través de los canales de las cadenas de valor (valor del canal) en su camino hacia el comprador. La base última de la diferenciación es una empresa y el papel de sus productos en la cadena de valor del comprador, que determina las necesidades del comprador.

---

## **2.2. EL MODELO DE ANÁLISIS FODA**

---

El análisis FODA surgió de la investigación conducida por el Stanford Research Institute entre 1960 y 1970. Sus orígenes nacen de la necesidad de descubrir por qué falla la planificación corporativa. Se analizan las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la empresa. A partir del análisis se establecen las estrategias para la corrección de las observaciones.

## **Análisis estructural de las industrias**

El primer determinante fundamental es la rentabilidad de una empresa, es el atractivo de la industria. La estrategia competitiva proviene de un conocimiento completo de las reglas de la competencia que rigen el atractivo. El fin principal de la estrategia es enfrentar esas reglas y, en teoría, modificarlas en su favor. En toda industria, sin importar si es nacional o internacional, o si produce un bien o un servicio, las reglas de la competencia están contenidas en cinco fuerzas de la competencia: la entrada de más competidores, la amenaza de los sustitutos, el poder negociador de los compradores, el poder negociador de los proveedores y la rivalidad entre los competidores actuales.

La fuerza combinada de los cinco factores determina la capacidad de las compañías de un sector industrial para ganar en promedio tasas de rendimiento sobre la inversión que superen el costo del capital. La fuerza varía de un sector a otro, pudiendo cambiar a medida que evolucionan. A ello se debe que no sean iguales entre sí desde el punto de vista de la rentabilidad intrínseca. Muchos competidores obtienen atractivos rendimientos en aquellas en que los cinco factores son favorables, como en la de productos farmacéuticos, en la de refrescos y en la de publicación de base de datos.

La rentabilidad no depende del aspecto del producto ni de si ofrece mucha o poca tecnología, sino de la estructura de la industria. Los cinco factores determinan la rentabilidad de la industria porque influyen en los precios, los costos y en la inversión que deben realizar las compañías, es decir, en los elementos del rendimiento. Por ejemplo, la fuerza de los compradores incide en los precios, lo mismo que en la amenaza de sustitución. También influye en los costos y en la inversión porque los clientes más poderosos exigen un servicio caro. El poder negociador de los proveedores determina el costo de las materias primas y de otros insumos. La intensidad de la rivalidad afecta a los precios y a los costos de competir en las siguientes áreas: planta, desarrollo de productos, publicidad y fuerza de ventas. La amenaza de entrada limita los precios y moldea la inversión necesaria para disuadir a otros participantes.

La fuerza de los cinco factores de la competencia depende de la *estructura de la industria*, es decir, de las características económicas y técnicas de un sector industrial. La estructura de la industria es relativamente estable, pero puede cambiar a medida que evoluciona el sector industrial. El cambio estructural modifica la solidez global y relativa de las fuerzas de la competencia y, por tanto, puede ejercer un influjo positivo o negativo en la rentabilidad. Las tendencias más importantes de la industria para las estrategias son las que afectan su estructura.

---

### **2.3. MAPEO DE PROCESOS**

---

Uno de los principios de la norma ISO 9000:2000 es el enfoque a procesos, el cual plantea que ‘un resultado programado se alcanza eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso’ (INTE-ISO 9000:2000).

Enfocarse en la administración por procesos consiste en la identificación y gestión sistemática de los diferentes procesos que constituyen la organización, y en particular su interacción, de tal manera que estén alineados.

Según la Norma ISO 9000:2000, un proceso es una actividad apoyada por recursos y gestión que transforma entradas en salidas. Las salidas de una función son la entrada de otra.

Oakland define a los procesos como la transformación de un conjunto de insumos, los cuales pueden incluir acciones, métodos y operaciones, en resultados que satisfacen las necesidades y expectativas de los clientes, en forma de productos, servicios o información. Así, un proceso inicia con un insumo y termina con un producto, que pueden ser datos, materia prima, información, productos intermedios, partes, servicios, producto terminado.

Una organización es un conjunto de procesos que tienen una relación básica proveedor-cliente de tal manera que cada cliente está afectado por uno o más procesos en un momento cualquiera y existen uno o más procesos que dependen de él ya que suministra

insumos necesarios para realizar dichos procesos (proveedor); dicho de otra manera, en una organización todos los miembros hacen las veces de clientes recibiendo un insumo o, son proveedores, sirviendo a alguien que se está atendiendo. En consecuencia todos los miembros de la organización son clientes y proveedores (Oakland, 2003).

### **Identificación de los procesos clave de la organización**

La documentación de los procesos y procedimientos es un elemento de referencia que permite identificar, conocer, entender y comprender lo que se debe realizar para la administración por procesos.

### **MODELO PARA LA DIAGRAMACIÓN DE PROCESOS**

---

El modelo de diagramación SIPOC (Supplier, Input, Process, Output y Customer), está basado en la cadena cliente-proveedor descrita por Jhon S Oakland (2003) en su obra “Administración por Calidad Total”.

En el modelo SIPOC se considera la importancia de conocer la cadena cliente-proveedor, así como los requisitos que uno y otro requieren o necesitan y la secuencia de las actividades a seguir en cada proceso en el que están involucrados con el fin de no romper las cadenas y hacer más eficientes los procesos.

### **MODELO SIPOC (SUPPLIER, INPUT, PROCESS, OUTPUT Y CUSTOMER)**

El modelo SIPOC, conocido también como PEPSC (Proveedor, Entrada, Proceso, Salida y Cliente) sirve para identificar o definir procesos. El uso de éste método en la práctica empresarial, aún cuando ha sido probado en la descripción de procesos productivos, no se encuentra documentado.

El modelo se trata de una secuencia de componentes relacionados entre sí, que tiene inicio con la entrada de materiales, información o recursos de los proveedores. Las entradas entran a una secuencia de actividades, movimientos o acciones que forman

parte del proceso, en donde se transforman en una salida que cumpla con los requisitos de los clientes que lo han solicitado.

Independientemente de la técnica que se use, todos los modelos individuales deben formar un conjunto integrado. Esto es, cuando el flujo sale debe llegar a otro u otros subprocesos. El objetivo esencial es la rastreabilidad del flujo natural de los procesos. Cuando esta habilidad funciona, los procesos se integran.

Un diagrama de flujo o mapa de procesos es una representación gráfica que permite visualizar como fluye un proceso, a través de todas sus actividades y sus interconexiones. Muestra la secuencia de pasos, actividades y decisiones que transforman una entrada en una salida para un determinado cliente (interno o externo).

---

## **2.4. OBJETIVOS DE SERVICIO AL CLIENTE**

---

En mayor medida que cualquier otro factor, el nivel proporcionado de servicio logístico al cliente afectará en forma notable el diseño del sistema. Los bajos niveles de servicio permiten inventarios centralizados en sólo unas cuantas ubicaciones y también permiten el uso de formas de transporte menos costosas. Los altos niveles de servicio por lo general requieren justamente lo contrario. Sin embargo, cuando se presionan los niveles hacia sus límites superiores, los costos de logística se elevarán a una razón desproporcionada con respecto del nivel de servicio. Por ello, la primera preocupación en la planeación estratégica de logística debe ser el adecuado establecimiento en los niveles de servicio al cliente.

### **2.4.1. MEDICIÓN AL CLIENTE**

---

El servicio al cliente (Sadler, 2007) se refiere a los parámetros de servicio de entrega de producto y a servicios como garantía y servicios post-venta. El servicio también se refiere a una gama de 'los servicios intangibles' a los cuales los clientes quieren disfrute para su

propio bien o complementar un producto físico que ellos compran. La mayoría de los bienes y servicios que se adquieren comprenden ambas partes, tangible e intangible. Para medir el Servicio al Cliente se consideran los indicadores que actualmente son de uso común en la mayoría de las empresas:

### **Cumplimiento de las órdenes de los clientes (Order Fill Rate, OFR)**

El Cumplimiento de las Órdenes (Sadler, 2007) (Order Fill Rate) se mide en la proporción en la que se cumple el volumen de los productos en las órdenes específicas de los clientes, las cuales tienen que ser surtidas dentro de un período de tiempo compromiso.

$$OFR = \frac{\$Prod\ ordenado - \$Prod\ no\ enviado - \$Prod\ enviado\ en\ exceso}{\$Valor\ del\ producto\ que\ el\ cliente\ ordeno} \times 100$$

### **Precisión de la entrega a los clientes (Delivery Accuracy, DA)**

La Precisión de la Entrega (Sadler, 2007) se mide como la proporción en la que el cliente recibe producto libre de defectos que le fue enviado por el proveedor.

$$DA = \frac{\$Valor\ del\ producto\ que\ el\ cliente\ recibio\ a\ bien}{\$Valor\ del\ producto\ que\ se\ envió\ al\ cliente} \times 100$$

### **Entregas a tiempo (On Time Delivery, OTD)**

La Entrega a Tiempo (Sadler, 2007) (OTD) se mide como la proporción de producto que el cliente recibió a tiempo con respecto a todo el producto que le fue enviado por el proveedor.

$$OTD = \frac{\$Valor\ del\ producto\ que\ el\ cliente\ recibio\ a\ tiempo}{\$Valor\ del\ producto\ recibido\ bien} \times 100$$

Los indicadores del servicio a los clientes descritos, como ya se dijo anteriormente son de uso generalizado en la mayoría de las empresas, sin embargo, pareciera que estos

indicadores son considerados como eventos mutuamente exclusivos, cuando en realidad la relación entre ellos es que existe un evento primario del cual todos los otros eventos son sus subconjuntos, y existe también un evento secundario del cual todos los demás son subconjuntos del mismo con excepción del evento primario.

### **Índice de servicio a clientes (Perfect Orders, PO)**

El Indicador de Servicio a Clientes (Sadler, 2007) (Customer Service Index / Perfect Orders), determina la proporción de producto ordenado que se entregó de manera perfecta a los clientes. Considerando la relación que existe entre los indicadores se define como sigue:

$$ISC = \%OFR \times \%DA \times \%OTD$$

El Índice de Servicio a Clientes mide la efectividad con que la cadena de suministro puede entregar al cliente los productos que solicitó en: cantidad, calidad y tiempo. Si no se cumple con un desempeño alto en este indicador, está por demás decir que la cadena está fallando en algún eslabón.

- ♦ El Cumplimiento de las Órdenes refleja si hubo tiempo en la cantidad de producto para enviarlo al cliente de acuerdo con la orden del mismo. Si no hubo producto para cubrir las ordenes de los clientes.

#### **2.4.2. MEDICIÓN AL ÁREA DE MANUFACTURA**

---

##### *El indicador de OEE (Efectividad Total de los Equipos)*

La medición del OEE (Sadler, 2007) de acuerdo a la determinación total del Tiempo Total Disponible está definido por la totalidad de la compañía y considera que la capacidad productiva está siendo requerida al 100% por la demanda, sin embargo, en la realidad ocurre que la demanda del mercado no requiere que las líneas de producción operen todo el tiempo, sino que sólo se requiere de 'una parte' del Tiempo Total Disponible.

Por lo tanto, cuando se requiere medir la efectividad en la operación de los activos por parte de área de Manufactura es adecuado considerar el 'Tiempo de No Demanda' y deducir este en la medición de OEE de manufactura.

### El tiempo de no demanda

Es el tiempo en que la línea de producción tiene que quedar sin operar debido a que no hay demanda para los productos que se fabrican en ella (Sadler, 2007).

### El tiempo de manufactura

Es el tiempo que se tiene que programar y operar en línea de producción a fin de fabricar las cantidades de productos que son necesarias para la venta (Sadler, 2007).

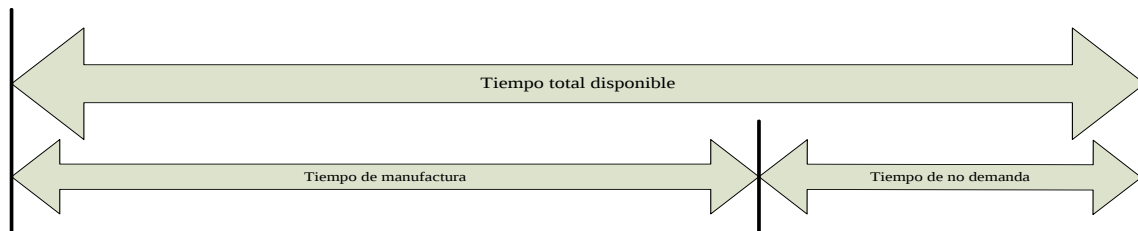


Figura 13. Tiempo de manufactura (Sadler, 2007)

Con la definición de la medición de OEE para el total de la operación y para la medición de manufactura se tienen las siguientes fórmulas de indicadores de Utilización:

$$Utilización = \frac{Tiempo\ real\ trabajado\ (minutos)}{Tiempo\ total\ disponible\ (minutos)} \times 100$$

$$Utilización\ de\ manufactura = \frac{TRT\ (min)}{TTD\ (min) - TNoD\ (min)} \times 100$$

Donde:

TRT= Tiempo Real Trabajado

TTD= Tiempo Total Disponible

TNoD= Tiempo de No Demanda

## **Homogeneización de las unidades de los indicadores de OEE**

En primera instancia el indicador de Utilización mide la efectividad en el aprovechamiento del tiempo, entonces a fin de tener claras las definiciones y los conceptos de tiempos, tenemos el siguiente resumen:

### **Tiempo total disponible**

Para una línea de producción en un período de tiempo dado, es la totalidad de tiempo calendario de ese período sin hacer ninguna consideración o descuento (Ejemplo: Para el período de un año en una línea de producción tenemos 365 días disponibles).

**El tiempo de no demanda:** Es el tiempo en el que la línea de producción tiene que quedar sin operar debido a que no hay demanda para los productos que se fabrican.

**El tiempo de manufactura:** Es el tiempo que se tiene que programar y operar la línea de producción a fin de fabricar las unidades que son necesarias para la venta. El tiempo de manufactura incluye el Tiempo Real Trabajado y el Tiempo de Pérdidas de Utilización.

### **Tiempo real trabajado**

En una corrida de fabricación, es el tiempo que la línea de producción está trabajando en su actividad de elaborar un producto determinado. El TRT inicia desde el momento en que termina el período de preparación de la línea e incluye todo el tiempo efectivo (tiempo durante el cual la línea está trabajando excluyendo todos los paros de la misma), para determinar cuando la corrida se detiene e inclusive se contemplan las actividades de limpieza y preparación para la corrida de otro producto.

## Tiempo de pérdidas de utilización

Son todos los tiempos en que la línea está sin operar debido a causas que son responsabilidad del área de manufactura, como son: preparaciones, limpiezas, fallas mecánicas, fallas eléctricas, fallas de operación, problemas de materiales, fallas de programación, etcétera. En suma, podemos decir que todas las fallas que ocasionan que la línea de producción se detenga son Pérdidas de Utilización.

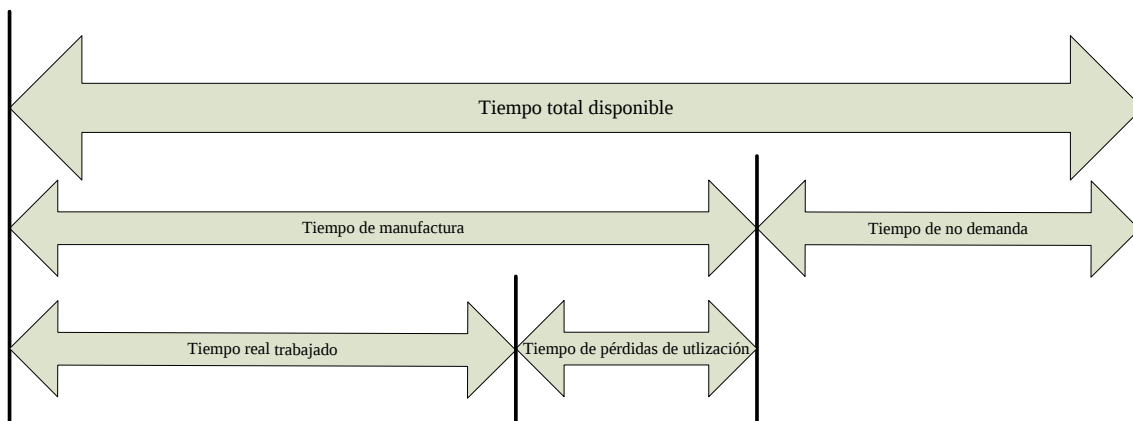


Figura 14. Tiempo de pérdidas de utilización (Sadler, 2007)

---

## 2.5. LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

---

El siguiente apartado presenta definiciones de cadena de suministro, según Ballou, Handfield y Mentzer.

La *administración de la cadena de suministros* (Ballou R. H., 2004) (SC, por sus siglas en inglés) abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de comunicación relacionados. Los materiales y la información fluyen en sentido ascendente y descendente en la cadena de suministros.

La *administración de la cadena de suministros* (SCM) es la integración de estas actividades mediante mejoramiento de las relaciones de la cadena de suministros para alcanzar una ventaja competitiva sustentable

La *administración de la cadena de suministros* (Nichols, 1999) se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo.

La *administración de la cadena de suministros* (Mentzer, 2001) trata de la coordinación de los flujos de producto mediante funciones y a través de las compañías para lograr la ventaja competitiva y la productividad para empresas individuales en la cadena de suministros, y para los miembros de la cadena de suministros de manera colectiva.

De acuerdo a las definiciones anteriores, se presentarán los temas necesarios para el desarrollo de la problemática analizada.

Logística y cadena de suministros (Ballou R. H., 2004) es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima que se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado.

En general, una sola empresa no es capaz de controlar todo su canal de flujo de producto, desde la fuente de la materia prima hasta los puntos de consumo final, aunque esto sería una oportunidad emergente. Para propósitos prácticos, la logística de negocios para una empresa individual tiene alcance más limitado. Normalmente, el máximo control gerencial

que puede esperarse acaba en el suministro físico inmediato y en los canales físicos de distribución.

*Canal físico de suministro* se refiere a la brecha de tiempo y espacio entre las fuentes inmediatas de material de una empresa y sus puntos de procesamiento. De manera similar, *canal físico de distribución* se refiere a la brecha de tiempo y espacio entre los puntos de procesamiento de una empresa y sus clientes. Debido a las semejanzas en las actividades entre los dos canales, el suministro físico y la distribución física comprenden aquellas actividades que están integradas en la logística de los negocios. La dirección de la logística de los negocios se conoce ahora popularmente como dirección de la cadena de suministros.

La logística gira en torno a crear valor: para los clientes y proveedores de la empresa, y valor para los accionistas de la empresa (Ballou R. H., 2004). El valor en la logística se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Los productos y servicios no tienen valor a menos que estén en posesión de los clientes cuándo (tiempo) y dónde ellos deseen consumirlos.

Una buena dirección logística visualiza cada actividad en la cadena de suministros como una contribución al proceso de añadir valor. Si sólo se le puede añadir poco valor, entonces se podrá cuestionar si dicha actividad debe existir. Sin embargo, se añade valor cuando los clientes prefieren pagar más por un producto o un servicio que lo que cuesta ponerlo en sus manos.

La integración de la cadena de suministro requiere de grandes etapas, como: la ubicación, transformación y el movimiento de la materia prima de los bienes materiales y acabados. Además de los movimientos físicos, el concepto de gestión de la cadena de suministro debe aplicarse a la información, el liderazgo y la gestión del componente de empresas en la cadena de suministro. El concepto puede ser representado por el Nivel Doble Bell, modelo que comprende la totalidad de disposición importante de información y los pasos desde la creación de las materias primas hasta la entrega de productos acabados y servicio a los consumidores.

Para una exitosa cadena de valor, se tienen tres etapas estratégicas:

- Planificar el flujo de materiales, bienes y servicios a los clientes a partir de fuentes a lo largo de las etapas de la cadena de intercambio de información, electrónica y verbal,
- Llevar a cabo los movimientos físicos necesarios y las conversiones en las cantidades y en los momentos requeridos para los consumidores dentro de costos aceptables, y
- Gestionar las innovaciones, cambios y desarrollos en beneficio de los productos familias de mercado para todas las empresas y en beneficio de todos los que desee clientes.

La logística integral comprende:

- ◆ Procesamiento de órdenes
- ◆ Compras. Requiere tener el número de compañías capaces de proporcionar materias primas y componentes. Colocar las órdenes de compra para entregar a las compañías la cantidad de material suficiente para el proceso de manufactura. Una orden típica especifica los materiales con un número de referencia, da la cantidad requerida y tiempo de entrega, y lugar de entrega. Recibe los materiales y componentes en tiempo y evalúa a los proveedores para asegurar que ellos son capaces de llevar a cabo las entregas prometidas.
  - a. Selección de la fuente de suministros
  - b. Momento correcto para comprar
  - c. Cantidades a comprar
- ◆ Transporte de entrada
  - Cumplimiento en normas de calidad
  - Programación de entregas
- ◆ Planeación de programación y producción

- Programación de producción
- Especificar cantidades adicionales (modificaciones)
- Secuencia y rendimiento del tiempo de producción
- Programación de suministros para producción y operaciones
  
- ◆ Administración de inventario
  - Políticas de almacenamiento de materias primas y bienes terminados
  - Estimación de ventas a corto plazo
  - Mezcla de producto en los centros de aprovisionamiento
  
- ◆ Transporte de distribución y entrega
  - Selección del modo y servicio de transporte
  - Consolidación del flete
  - Rutas del transportador
  - Programación de vehículos
  - Selección del equipo
  - Procesamiento de quejas
  - Auditorías de tarifas
  
- ◆ Administración de almacenes
  - Número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento
  - Estrategias a tiempo, de sistema *push* y de sistema *pull*
  - Determinación de espacios
  - Distribución de las existencias y diseño del punto para descarga
  - Configuración del almacén
  - Colocación de las existencias
  
- ◆ Sistemas de información
  - Procedimientos de la interfaz pedidos de venta-inventarios
  - Métodos de transmisión de información de pedidos
  - Reglas de pedido
  - Recopilación, almacenamiento y manipulación de la información

- Análisis de datos
- Procedimientos de control
- Toma de órdenes y pronóstico de la demanda

### 2.5.1 NIVELES DE PLANEACIÓN

---

La planeación logística trata de responder a las preguntas qué, cuándo y cómo, y tiene lugar en tres niveles: estratégica, táctica y operativa. La principal diferencia entre ellas es el horizonte de tiempo para la planeación. La *planeación estratégica* se considera de largo alcance, donde el horizonte de tiempo es mayor de un año. La *planeación táctica* implica un horizonte de tiempo intermedio, por lo general menor de un año. La *planeación operativa* es una toma de decisiones de corto alcance, con decisiones que con frecuencia se toman sobre la base de cada hora o a diario. La cuestión es cómo mover el producto de manera efectiva y eficiente a través del canal de logística estratégicamente planeado.

Cada nivel de planeación requiere de una perspectiva diferente. Debido a su largo horizonte de tiempo, la planeación estratégica trabaja con información que por lo general está incompleta o es imprecisa. Los datos pueden ser promedios, y los planes con frecuencia se consideran como suficientemente adecuados si se encuentran bastante cercanos a lo óptimo. En el otro extremo del espectro, la planeación operativa trabaja con información muy precisa, y los métodos de planeación deberán de ser capaces de manejar una gran cantidad de esta información y aun así obtener planes razonables.

### 2.5.2 PRINCIPALES ÁREAS DE PLANEACIÓN

---

La planeación logística aborda cuatro áreas principales de problemas:

- ◆ Ubicación de instalaciones,
- ◆ Decisiones de inventario,
- ◆ Decisiones de transportación y
- ◆ Niveles de servicio al cliente.

Exceptuando el establecimiento de un nivel deseado de servicio al cliente (el servicio al cliente es resultado de las estrategias formuladas en las otras tres áreas), la planeación logística puede denominarse como un triángulo de toma de decisiones de logística. Estas áreas de problemas se interrelacionan y deberán ser planeadas como una unidad, aunque es común planearlas en forma independiente. Cada una de ellas ejerce un impacto importante sobre el diseño del sistema.

### **Estrategia de ubicación de instalaciones**

La disposición geográfica de los puntos de abastecimiento y de sus puntos de contratación crea un bosquejo para el plan de logística. El establecimiento del número, ubicación y tamaño de las instalaciones y la asignación de la demanda de mercado para ellos determinarán las rutas por medio de los cuáles dirigirán los productos al mercado.

Una importante facilidad para el despacho de productos minoristas es un centro de distribución (Sadler, 2007) (DC), un tipo de almacén, el cual juega un importante papel en la distribución de salida de bienes. Un centro de distribución recibe una amplia variedad de productos, en resumen realiza las siguientes tareas:

- ♦ Armado de cantidades de producto solicitado por el cliente
- ♦ Almacenaje
- ♦ Respuesta rápida a ordenes del cliente
- ♦ Resumen de producto dañado del cliente

Los centros de distribución normalmente están vinculados a las fábricas y otras corrientes continuas por exigencias de los sistemas de planeación de la distribución (DRP).

### **Decisiones de inventario**

Las decisiones de inventario se refieren a la forma en que se manejan los inventarios. La asignación de inventarios (entrada) a los puntos de almacenamiento contra la salida (pulling) hacia los puntos de almacenamiento mediante las reglas de abastecimiento de inventario, representan dos estrategias. La ubicación selectiva de distintos artículos en la

línea de producción en los almacenes de la planta, regionales o de campo, o la administración de los niveles de inventario mediante el uso de distintos métodos de control de inventario perpetuo, son otras estrategias. La política particular utilizada por la empresa afectará la decisión de ubicación de instalaciones, y por tanto esta política deberá ser considerada en la estrategia de logística.

### **Clasificación de los inventarios**

Existen diversas formas de clasificación de los inventarios (Abed, 1996). De acuerdo con el tipo de demanda de un artículo, se define como:

- ♦ Inventario con demanda determinística
- ♦ Inventario con demanda probabilística

Cuando no se conocen con certeza los requerimientos sobre cierto período ocurre la demanda probabilística, pero su patrón puede ser descrito mediante una distribución de probabilidad conocida. En este caso la distribución de probabilidad puede ser estacionaria o no estacionaria en el tiempo.

Por el tipo de artículos en inventario, éste se divide en:

- ♦ Inventario de materia prima. Se compone de los materiales utilizados para elaborar los componentes de los artículos terminados.
- ♦ Inventario de producto en proceso. Compuesto por materiales y elementos en diferentes etapas del proceso de fabricación, que se encuentran entre una operación y otra.
- ♦ Inventario de producto terminado. Compuesto por artículos terminados listos para ser entregados al cliente.

Otra clasificación, tomando en cuenta el tipo de demanda del artículo:

- ♦ Demanda independiente. Es aquella que se ve influenciada por condiciones de mercado que están fuera de control de las operaciones internas del sistema productor. Los inventarios de producto terminado y las partes de repuesto tendrían este tipo de demanda.

- ♦ Demanda dependiente. Aquella que se deriva de la demanda de otro producto o componente. Los inventarios de materia prima y de producto en proceso tienen demanda dependiente.

Esta clasificación propone enfoques diferentes para la administración del nivel de inventario según el patrón de demanda: para la demanda independiente se propone una filosofía de reposición (modelo EOQ) y para la dependiente una de requerimientos (MRP).

## SISTEMAS TRADICIONALES DE GESTIÓN DE STOCKS

### Sistema de punto de pedido

Cuando el nivel de inventario llegue a una cantidad determinada (punto de pedido), surgirá la necesidad de reponer el almacén (Inza, 2006)

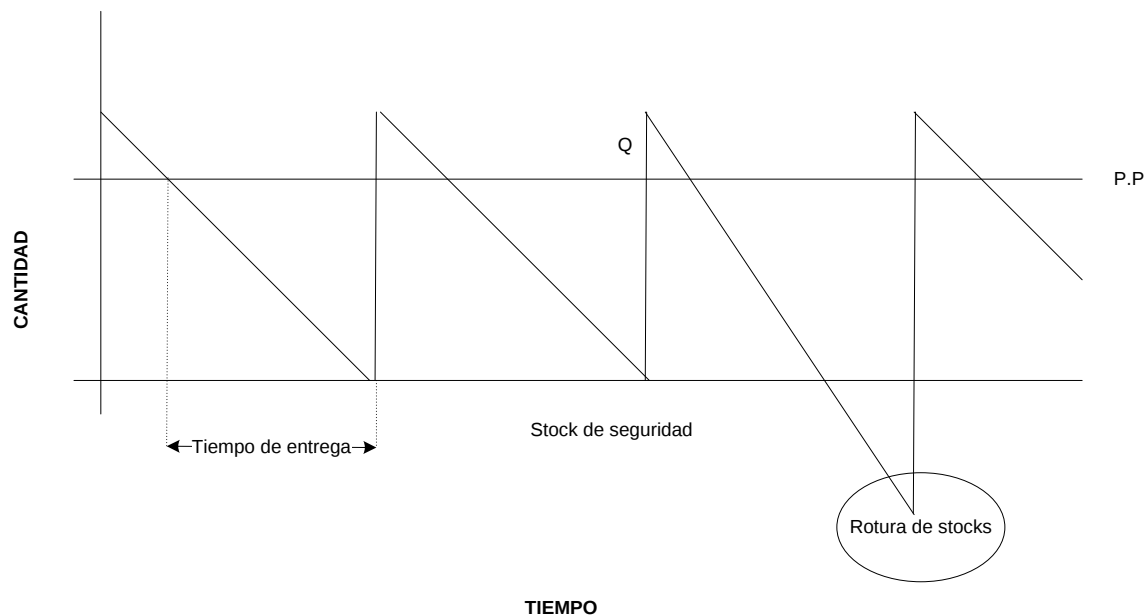


Figura 15. Sistema de punto de pedido (Inza, 2006)

Donde,

PP= Punto de pedido

RS= Ritmo de salidas

PE= Plazo de entrega de los proveedores

SS= Stock de seguridad

## **Sistemas integradores**

El proceso de aprovisionamiento ha sufrido tradicionalmente una falta de integración con los demás procesos empresariales. En este sentido, puede tender a comprar grandes cantidades de lotes de materia prima estandarizada para asegurar un flujo continuo de materiales hacia producción y aprovechar los *rappels* concedidos por los proveedores, pudiendo perjudicar la calidad de material obtenido (conflicto de objetivos con Producción), los costes relacionados con la posesión del stock (conflicto de objetivos con Gestión de stock) y la variedad de productos exigidos por el mercado (conflicto con Ingeniería Técnica/Marketing).

En consecuencia, en aras de ofrecer una mayor lógica al flujo de los productos a lo largo de la cadena de suministro, y acercar el funcionamiento del proceso de aprovisionamiento al concepto de logística integral, el objetivo del siguiente apartado es presentar una serie de sistemas, técnicas o filosofías de trabajo que contribuyan a que el proceso de aprovisionamiento se integre con los demás procesos, tanto internos como externos.

## **Fundamentos de la planeación de requerimientos de materiales (MRP)**

En general, un plan de producción es una especificación global de las cantidades de cada artículo final y subensambles producidos, la sincronización exacta de los tamaños de lotes de producción y el programa final de terminación. El plan de producción se puede desglosar en varias partes:

- 1) El programa maestro de producción,
- 2) El sistema de planeación de requerimientos de materiales (MRP),
- 3) El programa detallado de requerimientos del taller

En el corazón del plan de producción están los pronósticos de la demanda de los artículos finales que se producen en el horizonte de planeación. Un artículo final es la salida del

sistema productivo; esto es, los productos que salen a través de su puerta. Los componentes son artículos en etapas intermedias de la producción y las materias primas son recursos que entran al sistema (Nahmias, 2007).

El plan maestro de producción (MPS), es una especificación exacta de las cantidades y tiempos de producción de cada uno de los artículos finales en un sistema productivo. El MPS maneja artículos *no agregados*. Como tal, las entradas que determinan el plan maestro de la producción son pronósticos de la demanda futura por artículo.

El medio a través del cual se logra el plan maestro de producción es el sistema de planeación de requerimientos de materiales. Los resultados del plan de requerimientos se traducen en programas específicos en el piso de producción y en necesidad de materias primas.

### **El sistema MRP**

El MRP (*Material Requirement Planning*), es un sistema de planificación de necesidades de material que permite determinar las necesidades de compra y/o de fabricación de los productos periodo a periodo, en base a un plan maestro de producción (MPS) determinado y teniendo en cuenta el estado de los stocks y las estructuras de los productos.

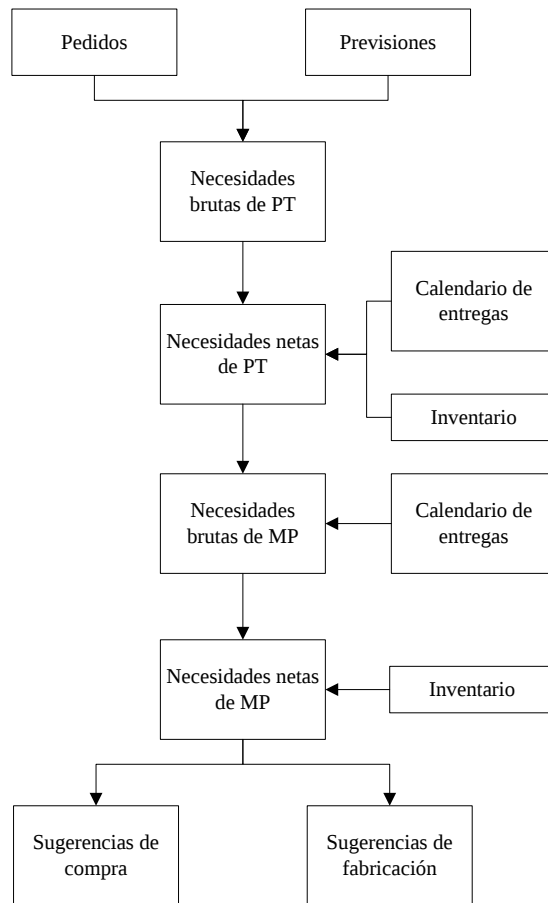


Figura 16. Esquema de planeación y requerimiento de materiales (MRP) (Inza, 2006)

Para poder comprender y aplicar correctamente el sistema MRP, resulta necesario entender previamente una serie de conceptos relacionados, como por ejemplo la estructura de los productos, el calendario inverso y el plan maestro de producción.

## Distribución

Distribución es un término ampliamente utilizado y que suele abarcar muchas operaciones logísticas.

Puede definirse también como un conjunto de actividades destinadas a mitigar las variaciones físicas que existan entre la demanda y la producción, ajustándolas en el espacio, tiempo y también en su rentabilidad. Debe destacarse que la distribución física

transmite la propiedad. La finalidad de este proceso es la de conseguir que los productos estén en el lugar adecuado, en el momento preciso y a un coste mínimo.

Puede definirse también como un conjunto de actividades destinadas a ver las variaciones físicas que existan entre la demanda y la producción, ajustándolas en el espacio, tiempo y también en la rentabilidad.

El concepto de distribución se empleará para englobar todas las operaciones comprendidas entre los dos momentos siguientes:

- ♦ Carga del vehículo en el almacén.
- ♦ Descarga de mercancías en el punto de venta.

La finalidad de todo este proceso es la de conseguir que los productos estén en el lugar adecuado, en el momento preciso y a un costo mínimo. En una economía de mercado competitivo, el hecho de que un producto no esté en el momento preciso en el punto de venta significa que el consumidor decidirá adquirir un producto alternativo, con lo que se estarán perdiendo ventas de aquel producto.

Deberá tenerse en cuenta que la distribución puede considerarse como el último eslabón del proceso de comercialización de cualquier mercancía. Esto tiene gran importancia dado que en el caso de este último paso no funcione correctamente, de nada servirán los esfuerzos realizados anteriormente en el proceso de diseño y producción, puesto que la comercialización no reportará los beneficios esperados.

Los dos principales objetivos que debe conseguir un sistema de distribución son:

- ♦ Buen servicio
  - Plazos de entrega, protección de la carga, buena coordinación en los centros de distribución. En definitiva la satisfacción del receptor.
- ♦ Costes mínimos

- Reducir y optimizar al máximo el sistema de costes, lo que conlleva la posibilidad de contratar el transporte y la distribución a terceros en el caso de no tener un flujo constante de salidas, con lo que deberán uniformar las unidades de carga.

En una economía de mercado competitivo, el hecho de que un producto no esté en el momento preciso en el punto de venta significa que el consumidor decidirá adquirir un producto alternativo, con lo que se estarán perdiendo ventas de aquel producto. Desde otro punto de vista, se está proporcionando un servicio comercial deficiente.

Deberá tenerse en cuenta que la distribución puede considerarse como el último eslabón del proceso de comercialización de cualquier mercancía. Esto tiene gran importancia dado que en el caso que este último paso no funcione correctamente, de nada servirán los esfuerzos realizados anteriormente en el proceso de diseño y producción, puesto que la comercialización no reportará los beneficios esperados.

Los dos principales objetivos que debe conseguir un sistema de distribución son:

- ◆ Buen servicio

Plazos de entrega, protección de la carga, buena coordinación en la (des)carga. En definitiva la satisfacción del receptor.

- ◆ Costes mínimos

Reducir y optimizar al máximo el sistema de costes, lo que conlleva la posibilidad de contratar el transporte y la distribución a terceros en el caso de no tener un flujo constante de salidas, con lo que se deberán uniformar las unidades de carga.

## *Sistemas de transporte*

En los sistemas de distribución, el transporte es el punto más importante a tener en cuenta. Puede realizarse utilizando transporte propio, contratando a autónomos o prestatarios logísticos y también puede darse una combinación de ambos, como ocurre en muchos casos en que las empresas mantienen una mínima flota de vehículos de transporte, con lo que tienen costes fijos mínimos y contratan externos en momentos puntuales de necesidad, de forma que sólo tienen que soportar costes de transporte en estos momentos.

Este sistema mixto, en el caso de que el transporte propio tenga una utilización del 100%, permite ajustar costes dado que se debe mantener una flota menor, sin reducción de la capacidad operativa del distribuidor.

En la actualidad la tendencia que se impone con más fuerza es la de contratar todos los sistemas de distribución a prestatarios logísticos, incluyendo por lo tanto el sistema de transporte, y dedicar todos los recursos de la empresa a otras funciones.

En el caso de que la empresa sea propietaria de los medios de transporte, pueden diferenciarse dos tipos:

- ◆ Propiedad del vehículo.
- ◆ Propiedad del vehículo y conductor en plantilla.

Hay diversificaciones de los costes, en el caso en que la empresa sea solamente propietaria del vehículo, o también soporte en plantilla al conductor.

Existen por parte de la empresa ciertos incentivos para intentar mejorar los rendimientos en el caso que el transporte sea propio, los más frecuentes son:

- ◆ Primas por viaje realizado
- ◆ Primas por valor de carga repartida y distribuida

## **Estrategia de transporte**

Las decisiones de transporte pueden incluir la selección del modo de transporte, el tamaño del envío y al establecimiento de rutas, así como la programación. Estas decisiones son influidas por la proximidad de los almacenes a los clientes y a las plantas, lo cual, a su vez, afecta la ubicación de almacenes. Los niveles de inventario también responden a las decisiones de transporte mediante el tamaño del envío.

Los niveles de servicio al cliente, la localización de las instalaciones, el inventario y la transportación son las principales áreas de la planeación, debido al impacto que tienen las decisiones en estas áreas sobre las utilidades de la empresa, el flujo de efectivo y las reinversiones. Cada área de decisión se interrelaciona y la estrategia de transporte debe planearse al menos con cierta consideración de equilibrio.

A medida que el cliente recibe un mayor nivel de servicio, se pierden menos clientes como consecuencia de situaciones de falta de inventario, entregas lentas y poco fiables, y cumplimiento impreciso de los pedidos. El costo de ventas perdidas disminuye ante un servicio mejorado. En contrapeso con el costo de ventas perdidas se encuentra el costo de mantener un nivel de servicio. Un mejor servicio por lo general significa que deberá pagarse más por la transportación, procesamiento de pedidos e inventarios.

Estas actividades de movimiento-almacenamiento para los flujos de inventario sólo son una parte del sistema de logística total. Además existe una red de flujos de información. La información se deriva de los ingresos por ventas, costos de producción, niveles de inventario, utilización de almacenes, pronósticos, tarifas de transportación y aspectos similares. Los eslabones en la red de información por lo general consisten en los métodos por correo y electrónicos para transmitir la información de un punto geográfico a otro.

El transporte (Sadler, 2007) es la operación de servicio que mueve los materiales y bienes entre los diferentes procesos y entre las etapas de la cadena. Muchas de las compañías de transporte piensan que los movimientos que proveen son estratégicamente importantes para la entrega de bienes a los clientes. Tales empresas están ocupadas en

la integración entre varios movimientos de modo que la eficacia de transporte sea optimizada, sin embargo la importancia de esta eficiencia es limitada a una gama de recursos y materiales.

El objetivo es utilizar la información para elegir los modos y tipos de transporte para mover varios tipos de materiales, componentes y bienes en un tipo de industria. Se tiene que obtener el costo de la eficiencia de transporte de los proveedores a la fábrica y de la fábrica hacia los clientes.

### **Efectivo uso del transporte**

La meta de las industrias es lograr el más económico uso de transporte mejorando la utilización de vehículos. El objetivo básico es optimizar el peso y capacidad cúbica del vehículo en cada jornada sin retrasar la entrega de bienes o materiales. Una forma de lograrlo es, que el vehículo transporte materiales en ambos sentidos de su trayecto, así no regresa vacío. El regreso puede ser con bienes de la misma compañía o de otra (Sadler, 2007).

### **Alternativas de distribución y modalidades de transporte**

Una vez que los productos almacenados han sido solicitados por los agentes siguientes de la cadena de suministro y se encuentren acondicionados para su envío, el último eslabón de la cadena logística consiste en distribuir y transportar los productos a sus puntos de destino.

Para llevar a cabo esta función de la manera más eficiente posible, la empresa deberá, en primer lugar, haber diseñado un sistema de distribución acorde a sus necesidades, y en segundo lugar, a la hora de planificar sus envíos, deberá contratar los medios de transporte más adecuados para cada caso.

#### **Objetivos de la distribución**

- ♦ Alcanzar un cierto nivel de calidad del servicio

- ✎ Disponibilidad de stock para atender a los pedidos en los plazos requeridos
  - ✎ Rapidez en el plazo de entrega
  - ✎ Fiabilidad en las entregas
  - ✎ Respetar condiciones de entrega (horario, temperatura, unidad de manipulación)
  - ✎ Información acerca de la situación de los pedidos.
- ◆ Minimizar los costes
    - ✎ Costes de almacenaje (seleccionar correctamente la ubicación geográfica de los almacenes, plataformas)
    - ✎ Costes de posesión de stock (evitar duplicidades en diferentes centros logísticos, por ejemplo)
    - ✎ Costes de transporte (planificación de rutas, evitar retornos en vacío)

## Modelos de distribución

Entre la multitud de diferentes modelos de canales de distribución que puede seleccionar e implementar una empresa, no existe ninguno que pueda ser considerado la panacea o sistema ideal.

**Modelo descentralizado:** Se trata del modelo de distribución más utilizado en los sectores industriales. Los productos que salen de la fábrica son distribuidos, a través de un almacén regulador (en ocasiones directamente desde la fábrica), a diferentes delegaciones, los cuales se encargan de suministrar productos en sus respectivas zonas geográficas.

La mayor ventaja que aporta este sistema de distribución consiste en la cercanía de los productos almacenados de las delegaciones con respecto a sus puntos de destino, con lo que se facilita la entrega de productos en plazos muy cortos.

Sin embargo, este modelo de distribución es bastante pesado en cuanto a costes estructurales, ya que las inversiones en terrenos, infraestructuras de almacén, stock (duplicidades en diferentes almacenes) y personal pueden llegar a ser muy importantes.

**Modelo centralizado:** La tendencia de las empresas, en muchas ocasiones, está siendo la desinversión en delegaciones, para así centralizar sus productos y combatir los fuertes costes fijos antes mencionados.

El problema con el que se encuentran muchas empresas es que no mueven el volumen suficiente de mercancías como para garantizar transportes rentables (camiones completos) con la frecuencia requerida por los clientes. O simplemente, los clientes les exigen entregas en lotes muy pequeños con una gran frecuencia.

La solución para estas situaciones puede ser el consolidar, con otros cargadores, varias pequeñas cargas para completar un tráiler y rentabilizar el transporte de larga distancia.

En los centros de consolidación se llevan a cabo, en este caso, operaciones de identificación, clasificación y consolidación de productos en función de sus destinos, sin que la mercancía permanezca almacenada de una forma permanente. Esta forma de actual también se le conoce como *cross-docking*.

En este caso, volvemos al modelo inicial descentralizado, pero con la diferencia de que se sustituyen las delegaciones por plataformas de distribución *cross-docking*, donde entran trailers y salen camionetas con cargas des consolidadas y reorganizadas sin que la mercancía haya permanecido almacenada.

En consecuencia, en este sistema de distribución de productos pueden surgir ahorros en infraestructura para la no existencia de estanterías en las plataformas, a la vez que evitan duplicidades de stock que existan en diferentes delegaciones.

### 2.5.3 PLANEACIÓN AGREGADA

---

Un plan agregado es un procedimiento para facilitar el desarrollo del presupuesto de operación. Un plan agregado determinará los niveles de la fuerza laboral, el tiempo extra y el inventario, con el objetivo de minimizar el costo.

#### **Estrategias puras**

*Cambio en los niveles de inventario.* Si acumulamos inventarios durante períodos inactivos de la demanda, aumentarán el capital laboral y los costos asociados con la obsolescencia, el almacenamiento, los seguros y el manejo. Por el contrario, durante los períodos de demanda en aumento, los cambios en los niveles de inventario a acumulaciones pueden llevar a un servicio inadecuado al cliente, tiempos de entrega más prolongados, posibles ventas pérdidas y la entrada potencial de nuevos competidores en el mercado.

*Cambio en los niveles de la fuerza de trabajo.* Es probable que el gerente cambie el tamaño de la fuerza laboral por medio de la contratación o el despido de empleados de producción, para igualar el índice de producción de modo que se cubra la demanda con exactitud. Es posible mantener una fuerza laboral constante y variar horas de trabajo.

*Subcontratación.* La compañía podría subcontratar mano de obra durante los períodos de demanda más alta para incrementar la capacidad y cubrir la demanda.

*Influencia en la demanda.* Es probable que la gerencia pueda influir en el patrón de la demanda.

#### **Estrategias combinadas, según Sim Narasimhan**

Las estrategias combinadas implican el uso de dos o más variables controlables para llegar a un plan de producción factible.

*Plan 1. Variación del tamaño de la fuerza laboral.* La demanda se puede cubrir con exactitud si se varía el tamaño de la fuerza laboral. El plan comprende la contratación y el despido, según sea necesario. La tasa de producción será igual a la demanda. Nótese que tanto el inventario como las órdenes pendientes de surtir son cero en cada mes y que los costos resultantes para aquéllos son cero.

*Plan 2. Cambio en los niveles de inventario.* Se elige un nivel de producción igual a la demanda promedio y se cubren las variaciones en la demanda mediante la tenencia de un inventario. Ya que cualquier pronóstico comprende determinada cantidad de incertidumbre, es probable que la empresa decida manejar el inventario desde el principio del período 1.

*Plan 3. Subcontratación.* Es probable que la empresa prefiera producir una cantidad igual a sus requerimientos mínimos y cubrir el resto de la demanda por medio de la subcontratación. Quizá la subcontratación no siempre sea factible o aceptable. Esta decisión nos lleva a un cuarto plan, que comprende una estrategia combinada.

*Plan 4. Estrategia combinada.* En esta estrategia variará la capacidad de producción ligeramente, incrementándola o reduciéndola conforme varíe la demanda agregada. Los cambios drásticos en la capacidad de producción se reducen y se eviten las situaciones de contrataciones y despidos frecuentes.

#### 2.5.4 TEORÍA DE RESTRICCIONES

---

Dos fenómenos básicos (Michael Umble, 1995): los eventos independientes y las fluctuaciones estadísticas, son comunes a todas las operaciones de manufactura. La presencia simultánea de ambos fenómenos en una industria manufacturera tiene consecuencias muy serias. Debido a que hay acontecimientos dependientes, las variaciones en el flujo del producto causado por fluctuaciones estadísticas no afectan el promedio, sino lo contrario, pues las variaciones se acumulan y lesionan el flujo planeado del producto para toda la planta.

Por la propia naturaleza de los recursos, es casi imposible balancear la capacidad de los recursos en una planta manufacturera. Pero esto puede constituir un beneficio inesperado. Debido a las numerosas interrupciones que sufren en forma constante en las plantas manufactureras, los intentos por equilibrar la capacidad de la planta son, a menudo, contraproducentes. Esas actividades de equilibrio pueden perjudicar el rendimiento específico, el inventario y los gastos de operación de toda la planta.

Debido a que las capacidades de los equipos no se pueden equilibrar, se pueden determinar dos categorías de recursos: cuellos de botella y los que no lo son. Se requiere toda la capacidad en los recursos de cuello de botella para lograr el rendimiento específico. No puede haber tiempo perdido en un cuello de botella, porque lo resentiría el rendimiento específico. Pero los recursos que no son cuellos de botella tienen exceso de capacidad. Por ello, el valor mínimo de la capacidad de transformación en un recurso que no es cuello de botella es de cero, hasta el punto en que se puede consumir todo su exceso de capacidad. Que un recurso sea cuello de botella no constituye una importante diferencia en la forma en que se deberían administrar los recursos.

Las interacciones que hay entre los recursos llevan a la conclusión de que hay una marcada diferencia entre poner en acción y utilización. En muchos casos, es posible poner en acción un recurso, en especial uno que no es cuello de botella, independientemente de que sea útil o productivo para el sistema. Pero de acuerdo a los conceptos fundamentales de la manufactura sincrónica, los recursos sólo se deben utilizar (es decir, poner en acción para que hagan una aportación positiva al funcionamiento de la empresa) y no sólo ponerlos en acción. El grado posible de utilización de un recurso que no sea cuello de botella está limitado por el sistema. Y al poner en acción un recurso, sin utilizarlo, para alcanzar los objetivos de la planta, resulta un costoso desperdicio.

*Diferencia entre recursos que son cuellos de botella y recursos que no lo son (Michael Umble, 1995), son:*

Recurso que es cuello de botella: Cualquier recurso cuya capacidad es igual o menor que la demanda que se le impone.

Recurso que no es cuello de botella: Cualquier recurso cuya capacidad es igual o mayor que la demanda que se le impone.

- ♦ Tiempo de producción: Tiempo empleado para procesar un producto.
- ♦ Tiempo de preparación: Tiempo empleado en la preparación para procesar un producto.
- ♦ Tiempo ocioso de espera: Tiempo no empleado en la preparación o en el procesamiento.
- ♦ Tiempo desperdiciado: El empleado en la transformación de materiales que no se puede convertir en rendimiento específico. Puede incluir productos de calidad inaceptable, materiales de producción en proceso que no se necesita, o producto terminado para el cual no hay demanda.

En un recurso cuello de botella (X), por definición, todo el tiempo disponible se debería emplear sólo en producción y preparación. Cualquier tiempo ocioso o desperdiciado que ocurra en un recurso X influye en forma directa en todo el trabajo de la planta. Sin embargo, en los recursos (Y) que no son cuellos de botella, la producción y la preparación no deberían consumir todo el tiempo disponible. Cabe esperar que este exceso de capacidad aparezca como alguno más perjudicial que el tiempo ocioso. Para el funcionamiento sincrónico de la planta, lo más crítico es que el exceso de capacidad de los recursos Y no se convierta en tiempo desperdiciado.

## DETERMINACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LAS RESTRICCIONES

---

### La importancia de las restricciones

Cada empresa tiene cuando menos una restricción. De lo contrario, podría ganar cantidades ilimitadas de dinero. El grado al cual pueda funcionar un sistema se determina, a fin de cuentas, por el grupo de restricciones que rigen el sistema. Por lo tanto, para mejorar la productividad y la rentabilidad de la empresa

## **Tipos de restricciones**

Existen diversas categorías de restricciones en la industria manufacturera, como son: mercado, técnicas de materiales, de capacidad, logística, administrativas y conductuales. Los requisitos y necesidades del mercado definen los límites de rendimiento específico de la empresa.

### *Restricciones de mercados*

El factor crítico que impulsa a cualquier planta manufacturera es la demanda del mercado, que determina los límites del rendimiento específico dentro de los cuales debería funcionar la empresa. El tipo de producto por el cual hay demanda, lo determina el mercado. Hay ciertas consideraciones adicionales como límites de cantidad, necesidades de tiempo de espera, precios de competencia y normas de calidad que por lo general no son establecidas por la empresa, sino por el mercado (Rosenzweig, 2004).

### *Restricciones de materiales*

Si no se cuenta con los insumos necesarios, se debe cerrar el proceso de manufactura. Se puede considerar que las restricciones de materiales son a corto plazo o a largo plazo. Las restricciones a corto plazo a menudo ocurren cuando el proveedor no entrega en la fecha programada, o el material está defectuoso. Estas situaciones tienen grandes posibilidades de alterar el flujo uniforme del sistema de producción. A veces, las restricciones de materiales también se producen por planear con largos tiempos de espera del material comprado. Las restricciones típicas de materiales a largo plazo son el resultado de escasez de materiales en el mercado. Cuando se prepare el programa maestro de producción se deben tener en cuenta las restricciones de materiales durante la producción.

También se pueden producir restricciones de materiales durante la producción, cuando no hay suficientes componentes para las existencias de producción en proceso. Este problema, por lo general, se origina de cuatro causas. Las escaseces de material casi

siempre son el resultado de una mala programación de flujo del producto; también pueden ocurrir porque en una operación producción se ha producido demasiado desperdicio o muchas unidades defectuosas que no se pueden trabajar, por ello no hay suficiente material para concluir la orden de trabajo en las operaciones subsecuentes; también pueden ocurrir cuando una estación alimentadora está parada y no puede suministrar el material necesario a las siguientes estaciones del proceso. Las escaseces de material también pueden ocurrir por 'robos'; éstos ocurren cuando el material destinado a una orden o producto determinados se desvían a un producto diferente.

#### *Restricciones de capacidad*

Se dice que hay una restricción de capacidad cuando la capacidad disponible es un recurso que puede ser insuficiente para responder a la carga de trabajo necesaria para apoyar el rendimiento específico deseado.

#### *Restricciones logísticas*

Cualquier restricción inherente al sistema de planeación y control de la manufactura utilizado en la empresa, se cataloga como una restricción logística. Las restricciones logísticas pueden perjudicar el funcionamiento sincrónico del sistema en cualquier punto, desde la entrada del material para trabajo hasta el embarque final.

#### *Restricciones administrativas*

Las restricciones administrativas son las estrategias y políticas de la empresa implantadas por la dirección, y que perjudican todas las decisiones relacionadas con la manufactura. Las restricciones administrativas pueden influir en el sistema de dos formas básicas. Pueden producir situaciones que lleven a la suboptimización del sistema, o pueden agravar el efecto de otras restricciones ya presentes en el mismo.

### *Restricciones conductuales*

Las restricciones conductuales pueden surgir por los hábitos, métodos y actitudes de los administradores o de los trabajadores. Estas actitudes reflejan a menudo costumbres y cultura de toda la empresa.

#### 2.5.5 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

---

Para mejorar la administración de los equipos, hace más de 30 años Japón introdujo en sus empresas un concepto de mantenimiento preventivo originario de los Estados Unidos, el cual hace énfasis en la importancia que tiene que involucrar al personal de producción al de mantenimiento en labores de mantenimiento productivo, pues esto ha dado buenos resultados sobre todo en las industrias de punta.

El término TPM (Total Productive Maintenance) que se conoce mejor como Mantenimiento Productivo Total, fue establecido en 1971 por el Instituto Japonés para el mantenimiento de planta con una definición que abarca los siguientes puntos:

- ♦ El TPM pretende crear una cultura corporativa para alcanzar el máximo de eficiencia posible dentro del proceso productivo.
- ♦ El TPM establece un sistema de administración de planta el cual previene las pérdidas y logra la reducción de metas a cero, tales como: cero accidentes, cero defectos y cero fallas en los equipos involucrados en el sistema de producción.
- ♦ Involucra a todos los departamentos de la compañía.
- ♦ Todos los empleados participan activamente, desde la alta gerencia hasta los operarios.
- ♦ Fomenta la participación y la motivación a través de pequeños grupos de trabajo.

#### *Definición de TPM*

El TPM se definió originalmente por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) incluyendo las siguientes cinco estrategias:

- ♦ Maximizar la eficacia global que cubra la vida entera del equipo.
- ♦ Establecer un sistema programa de mantenimiento global que cubra la vida entera del equipo.
- ♦ Involucrar a todos los departamentos que planifiquen, usen y mantengan los equipos.
- ♦ Sin embargo, el TPM se aplica a toda la empresa, abarcando los departamentos de desarrollo del producto, así como los administrativos y de ventas. Para reflejar esta tendencia, el JIPM ha introducido en 1989 una nueva definición de TPM, con los siguientes componentes estratégicos:
- ♦ Crear una organización corporativa que maximice la eficacia de los sistemas de producción.
- ♦ Gestionar la planta con una organización que evite todo tipo de pérdidas (accidentes, defectos, averías) en la vida entera de producción.
- ♦ Involucrar a todos los departamentos en la implantación del TPM.

En Mantenimiento Productivo Total, la palabra total tiene tres significados importantes que determinan los principales gastos del TPM:

- ♦ Eficiencia total: El TPM busca la eficiencia económica o rentabilidad de toda la empresa.
- ♦ Mantenimiento total: Establecimiento de un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo (incluye mantenimiento preventivo, mantenimiento de averías y mantenimiento correctivo o facilidad del mantenimiento y la operación por medio de mejoras en el diseño).
- ♦ Participación total de todos. Existencia de un sistema organizacional que permite las actividades de pequeños grupos de trabajo para la realización en cada departamento y en cada nivel (actividades de mantenimiento autónomo en la planta).

### *Razones para introducir el TPM*

El TPM hace el proceso productivo más eficiente con la eliminación de los problemas causados por la máquina considerando la marcha de este programa como un arma estratégica hacia la calidad (satisfacción del cliente).

### *Metas principales del TPM*

- ♦ Desarrollar un óptimo sistema Hombre-Máquina, en el cual, el operario sea responsable del óptimo funcionamiento de la máquina a través de actividades de mantenimiento diario (limpieza, lubricación, ajustes y cambios). Lograr un mejoramiento de la eficacia global del equipo.
- ♦ Mejora la calidad general del ambiente de trabajo, con lo que se persigue cambiar las actitudes y comportamiento de las personas.
- ♦ Prevención: Establecimiento agresivo de objetivos y metas, tales como cero averías, cero defectos y cero accidentes laborales.

### **3. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS QUE ORIGINAN LAS CAJAS FALTANTES Y BAJO NIVEL DE SERVICIO**

---

El primer apartado del capítulo presenta el análisis de la capacidad de producción de las líneas de planta Iztacalco, la finalidad es detectar si ésta es suficiente para cubrir la demanda y en caso contrario revisar la disponibilidad de las líneas de producción del resto de las plantas del área metropolitana. El cálculo de la capacidad de producción contiene datos teóricos, por lo que resulta necesario revisar a detalle los tiempos de pérdidas de utilización que ocurren dentro de la operación de la planta, por lo tanto, se hace un análisis a detalle de los tiempos de pérdidas de utilización en los centros de trabajo del área de manufactura.

El segundo apartado del capítulo presenta el análisis del transporte, para lo cual se divide en dos rubros, el transporte interno y el transporte externo. El transporte interno es propiedad de la empresa, quien tiene que absorber todos los costos generados por el tiempo de pérdida de utilización generado en los centros de distribución, en la planta y en el taller automotriz; adicionalmente a los costos inherentes del área. El transporte externo, como su nombre lo indica, es propiedad de un tercero que presta sus servicios a la compañía.

---

#### **3.1. RETRASOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN**

---

##### **3.1.1. CAPACIDAD DE LA PLANTA**

---

El balance y análisis de la capacidad de la planta se realiza de acuerdo a la línea de producción, el empaque del producto (volumen que contiene), personal disponible, horas por cambio de sabor o formato, horas por mantenimiento y limpieza; esos elementos proporcionan la capacidad disponible en horas por semana. La información externa que influye en el cálculo de la capacidad son las horas de producción requeridas, que están en función de la demanda y el volumen requerido por maquila e inter-compañías.

Las producciones acumuladas desde enero a abril de 2010 se presentan en la tabla 14, ésta ayudará a la determinación de la capacidad de la planta

Tabla 19. Producciones acumuladas por línea (PBC, 2010)

| SABOR                                     | Mes              |                  |                  |                  | Prom cja/hr       |              |
|-------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|
|                                           | ENERO            | FEBRERO          | MARZO            | ABRIL            | TOT GRAL (Cjs)    | PROD TEÓRICA |
| EPURA 330 ML PET 24                       | 8,695            | 8,312            | 9,270            | 5,610            | 31,887            | 720          |
| EPURA 330 ML PET 12 PAGA 11               | 6,919            | 23,323           | 29,793           | 13,494           | 73,529            | 1440         |
| KIRKLAND 0.5 LTS PET 30                   | 63,297           | 51,433           | 77,899           | 48,224           | 240,853           | 576          |
| EPURA 1 LTS PET 4 TANQUECITO              |                  |                  | 608              |                  | 608               | 4080         |
| EPURA 1 LTS PET 4 TANQUECITO ARTE         |                  | 18,651           |                  | 8,828            | 27,479            | 4080         |
| EPURA 1 LTS PET 12 TANQUECITO             | 77,201           | 113,591          | 94,687           | 47,003           | 332,481           | 1440         |
| EPURA 1 LTS PET 8 TANQUECITO PARA MI      | 23,432           | 43,908           | 18,503           | 30,833           | 116,676           | 1440         |
| EPURA 1.5 LTS PET 12                      | 203,862          | 141,093          | 236,826          | 159,309          | 741,090           | 1550         |
| EPURA 1.5 LTS PET 6                       | 11,924           | 8,039            | 10,746           | 4,131            | 34,840            | 1600         |
| ELECTRO 1.5 LTS PET 12                    | 32,506           | 36,026           | 38,768           | 55,031           | 162,331           | 1440         |
| KIRKLAND 1.5 LTS PET 12                   | 26,102           | 12,726           | 14,863           | 15,887           | 69,578            | 1440         |
| EPURA 2 LTS PET 8                         | 51,578           | 66,190           | 124,691          | 35,031           | 277,490           | 1400         |
| AGUAS FRESCAS ELECTRO GUAYABA 3 LTS PET 6 | 3,243            | 3,303            | 6,573            | 3,405            | 16,524            | 2125         |
| AGUAS FRESCAS ELECTRO JAMAICA 3 LTS PET 6 | 20,347           | 14,932           | 13,709           | 14,653           | 63,641            | 2125         |
| AGUAS FRESCAS ELECTRO LIMON 3 LTS PET 6   | 14,077           | 11,205           | 10,040           | 11,160           | 46,482            | 2125         |
| AGUAS FRESCAS ELECTRO NARANJA 3 LTS PET 6 | 13,308           | 8,318            | 11,212           | 10,629           | 43,467            | 2125         |
| PEPSI 3 LTS PET 6                         | 815,844          | 640,371          | 818,776          | 588,867          | 2,863,858         | 2125         |
| MZNA SOL 3 LTS PET 6                      | 21,295           | 79,232           | 212,020          | 114,198          | 426,745           | 2125         |
| SQUIRT 3 LTS PET 6                        | 84,673           |                  |                  |                  | 84,673            | 2125         |
| 7 UP 3 LTS PET 6                          |                  | 32,430           | 48,457           |                  | 80,887            | 2125         |
| ELECTRO 0.5 LTS PET 24                    | 59,136           | 81,525           | 56,725           | 47,143           | 244,529           | 1440         |
| EPURA 600 ML PET 12                       | 665,532          | 532,709          | 934,864          | 449,915          | 2,583,020         | 2700         |
| EPURA 600 ML PET 24                       | 5,630            | 2,194            | 17,992           | 10,800           | 36,616            | 1440         |
| EPURA 600 ML PET 6 PAGA 5                 | 21,785           | 13,220           | 33,266           | 9,800            | 78,071            | 3000         |
| EPURA SPORT CAP 1 LTS PET 12              | 81,550           | 99,856           | 219,846          | 209,767          | 611,019           | 2000         |
| BE LIGHT 1 LTS PET LIMON 6                | 27,771           | 29,124           | 40,984           | 29,645           | 127,524           | 2500         |
| BE LIGHT 1 LTS PET MANGO 6                | 27,468           | 32,950           | 42,754           | 13,060           | 116,232           | 2500         |
| BE LIGHT 1 LTS PET JAMAICA 6              | 34,065           | 54,999           | 58,804           | 27,540           | 175,408           | 2500         |
| BE LIGHT 1 LTS PET KIWI-FRESA 6           | 33,245           | 41,166           | 46,713           | 15,070           | 136,194           | 2500         |
| EPURA 1.5 LTS PET 12                      |                  | 34,363           |                  |                  | 34,363            | 2700         |
| H2OH! MANZANA 600 ML PET 6                | 68,084           | 64,226           | 90,643           | 39,431           | 262,384           | 2340         |
| H2OH! LIMA-LIMON 600 ML PET 6             | 109,015          | 95,099           | 150,235          | 81,930           | 436,279           | 2340         |
| H2OH! MANDARINA 600 ML PET 6              | 8,040            | 16,337           | 27,281           | 11,360           | 63,018            | 2340         |
| H2OH! MANZANA 1.5 LTS PET 6               | 36,644           | 44,526           | 37,359           | 40,818           | 159,347           | 1500         |
| H2OH! LIMA-LIMON 1.5 LTS PET 6            | 57,224           | 48,325           | 44,666           | 62,413           | 212,628           | 1500         |
| MZNA SOL 1.5 LTS PET 12                   | 4,480            |                  |                  |                  | 4,480             | 1300         |
| SQUIRT 1.5 LTS PET 12                     | 18,450           |                  |                  |                  | 18,450            | 1300         |
| PEPSI 1.5 LTS PET 12                      | 10,359           |                  |                  |                  | 10,359            | 1300         |
| H2OH! MANDARINA 1.5 LTS PET 6             | 8,766            | 12,672           | 7,611            | 8,579            | 37,628            | 1300         |
| MIRINDA 1.5 LTS PET 12                    | 3,336            |                  |                  |                  | 3,336             | 1300         |
| 7 UP 1.5 LTS PET 12                       | 2,119            |                  |                  |                  | 2,119             | 1300         |
| MR Q JUICY CONGA 2 LTS PET 8              |                  |                  | 3,825            | 46,194           | 50,019            | 1000         |
| MR Q JUICY CITRUS PUNCH 2 LTS PET 8       |                  |                  | 24,570           | 54,455           | 79,025            | 1000         |
| EPURA 5 LTS PET 4                         | 118,953          | 104,940          | 149,724          | 58,572           | 432,189           | 550          |
| MZNA SOL BAG IN BOX                       | 3,607            | 3,351            | 4,423            | 3,074            | 14,455            | 100          |
| MIRINDA BAG IN BOX                        | 1,277            | 638              | 1,809            | 1,175            | 4,899             | 100          |
| PEPSI LIGHT BAG IN BOX 5.0                | 720              | 362              | 718              | 360              | 2,160             | 100          |
| PEPSI BAG IN BOX                          | 4,315            | 2,655            | 4,520            | 3,373            | 14,863            | 100          |
| 7 UP BAG IN BOX                           | 640              | 1,181            | 2,355            | 631              | 4,807             | 100          |
| <b>TOT GRAL</b>                           | <b>2,890,514</b> | <b>2,629,501</b> | <b>3,779,128</b> | <b>2,391,398</b> | <b>11,690,540</b> |              |

Como se menciona anteriormente, para el cálculo real de las producciones, se maneja el siguiente esquema, manipulado para obtener la información requerida.

Tabla 20. Capacidad de producción Línea 1 (PBC, 2010)

| Planta | Línea | Empaque                             | Tripulaciones* | Cap disp hrs semana | % Capacidad neta | Hrs prod requeridas | hrs cambio sabor/formato** | Mantto/ otros ** | Promedio Cjs/Hr | Demanda | Maquila | Total  |
|--------|-------|-------------------------------------|----------------|---------------------|------------------|---------------------|----------------------------|------------------|-----------------|---------|---------|--------|
| P_IJT  | 1     | Epura 330 Ml Pet 24                 |                |                     | 2%               | 3                   |                            |                  | 720             | 1,971   |         | 1,971  |
| P_IJT  | 1     | EPURA 330 ML PET 12 Temmo           |                |                     | 2%               | 3                   |                            |                  | 1440            | 4,568   |         | 4,568  |
| P_IJT  | 1     | Epura 1.0 12 Pack Tanquesito        |                |                     | 11%              | 16                  |                            |                  | 1440            | 23,281  |         | 23,281 |
| P_IJT  | 1     | Epura 1.0 4 Pack Tanquesito( Temmo) |                |                     | 0%               | 1                   |                            |                  | 4080            | 2,888   |         | 2,888  |
| P_IJT  | 1     | Epura 1.0 8 Pack Tanquesito         |                |                     | 4%               | 6                   |                            |                  | 1440            | 8,902   |         | 8,902  |
| P_IJT  | 1     | Epura 1.5 Lts Pet 12 Tapa Normal    | 3              | 144                 | 38%              | 55                  | 4                          | 12               | 1550            | 85,868  |         | 85,868 |
| P_IJT  | 1     | Epura 1.5 Lts Pet 8 Canderel        |                |                     | 0%               | 0                   |                            |                  | 1500            | -       |         | -      |
| P_IJT  | 1     | Epura 1.5 Lts Pet 6 pack            |                |                     | 1%               | 2                   |                            |                  | 1600            | 2,602   |         | 2,602  |
| P_IJT  | 1     | Epura 2.0 Lts Pet 8 pack            |                |                     | 0%               | 0                   |                            |                  | 1400            |         | 2,500   | 2,500  |
| P_IJT  | 1     | Kirkland 0.5 30 pack                |                |                     | 20%              | 28                  |                            |                  | 576             | 16,400  |         | 16,400 |
| P_IJT  | 1     | Kirkland 1.5 12 pack                |                |                     | 1%               | 2                   |                            |                  | 1440            | 2,200   |         | 2,200  |
| P_IJT  | 1     | Electro 1.5 Lts Pet 12              |                |                     | 5%               | 7                   |                            |                  | 1440            | 10,244  |         | 10,244 |

Total de producción neta utilizada 85%  
 Horas de producción requeridas para cubrir la demanda total 123  
 Horas libres, (cap disponible - hs de prod requeridas - hs para cambio de sabor/formato - hs para mantenimiento) 5  
 Utilización de la línea 96.6%  
 Demanda de producción requerida por organizaciones internas (no considera inventarios en piso) 158,924  
 Demanda total de producto (inter-compañías y maquilas) 161,424

Donde:

**Planta:** Es la ubicación física en la cual se produce un artículo. El tema de estudio considera la producción en Planta Iztacalco, sin embargo, cuando la capacidad de la planta es insuficiente, se evalúa la posibilidad de producción en las otras plantas del área metropolitana.

**Línea:** Es la línea de producción en la cual se manufactura un determinado producto. Planta Iztacalco cuenta con 6 líneas de producción. La elaboración de un producto en determinada línea depende de la categoría de seguridad alimentaria a la que pertenece el producto, del nivel de certificación de la línea y de las características físicas de ésta.

**Empaque:** Es el producto (carbonatado o no carbonatado) con sus características específicas de contenido y número de botellas por caja.

**Tripulaciones:** Es el número de turnos requeridos para cubrir con la demanda requerida. Las tripulaciones pueden manipularse de acuerdo a las necesidades de venta, lo cual puede generar trabajar en tiempo extra.

**Capacidad disponible** (horas por semana): Esta en función del número de días a trabajar por semana, el número horas que tiene cada turno y el número de turnos durante los cuales se producirá un producto.

**Horas de producción requeridas:** Es el número de horas que se requieren para cumplir con la demanda de producto.

**Porcentaje de capacidad neta:** Es el porcentaje de utilización de la línea de producción, depende del número de horas de producción requeridas entre el número de horas disponibles. Este porcentaje no incluye el tiempo de preparación de la línea (saneamiento, reparaciones de fallas mecánicas, cambios de sabor, entre otros).

**Horas para cambio de sabor o formato:** Es el tiempo requerido para realizar el saneamiento a la línea de producción por cambio de sabor o hacer cambio de moldes para embotellar un producto diferente y que de acuerdo a normas de seguridad alimentaria no requiere saneamiento.

**Horas para Mantenimiento/otros:** Es el espacio utilizado para hacer el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo necesarios para el buen funcionamiento de las líneas de producción y que además están ligados con la calidad del producto. Aquí se incluye el tiempo que se utiliza para hacer pruebas para nuevos productos o empaques.

**Promedio de cajas por hora:** Es el número de producto promedio que es capaz de entregar una línea de producción. Está basado en el análisis de las diferentes estaciones de trabajo y en las especificaciones técnicas de la maquinaria.

**Demanda:** Es la cantidad de producto que se requiere entregar a los centros de distribución de toda la república (pero que se encuentran dentro del área de cobertura de la empresa, es decir, sin ocasionar invasión de mercado) de acuerdo al pronóstico de venta y a las promociones vigentes.

**Maquila:** Es el volumen de producto requerido por los clientes a los cuales se les maquila un producto determinado (por ejemplo Geusa: Guadalajara, Puebla, Herdome y Occidente) y que tiene condiciones de costo diferentes al resto de las empresas a las cuales se les surte producto.

**Total:** Es la suma de producto requerido por los centros de distribución, inter-compañías y maquiladoras, para cumplir con los volúmenes de ventas correspondientes.

Al conocer las limitaciones de producción que puede llegar a tener la planta, se evalúan diferentes alternativas como trabajar los fines de semana, elaborar productos en otra planta e incluso pedir la maquila de producto en otra empresa. La decisión que se tome tiene diversos riesgos y costos que deben evaluarse antes de decidirse por alguna de las opciones planteadas anteriormente.

### 3.1.2. ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE PÉRDIDAS DE UTILIZACIÓN EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

---

Se analizan la problemática para la elaboración del producto terminado. Para entender el proceso, a continuación se presentan los diagramas de embotellado para las líneas de la planta.

**Preparación de jarabe:** El proceso consiste en obtener el jarabe para poder realizar el producto correspondiente, para ello es necesario contar con la materia prima requerida. La fructuosa, azúcar líquida, azúcar sólida, concentrados, sales y agua dealcalizada ingresan a los tanques de jarabe simple, no sin antes pasar por varios pasos de inspección y revisión de calidad de todos los materiales primarios que ingresan al proceso. Durante el proceso se realizan diversas inspecciones y mediciones que garantizan la calidad del producto para que pueda ser liberado y embotellado en las líneas de producción.

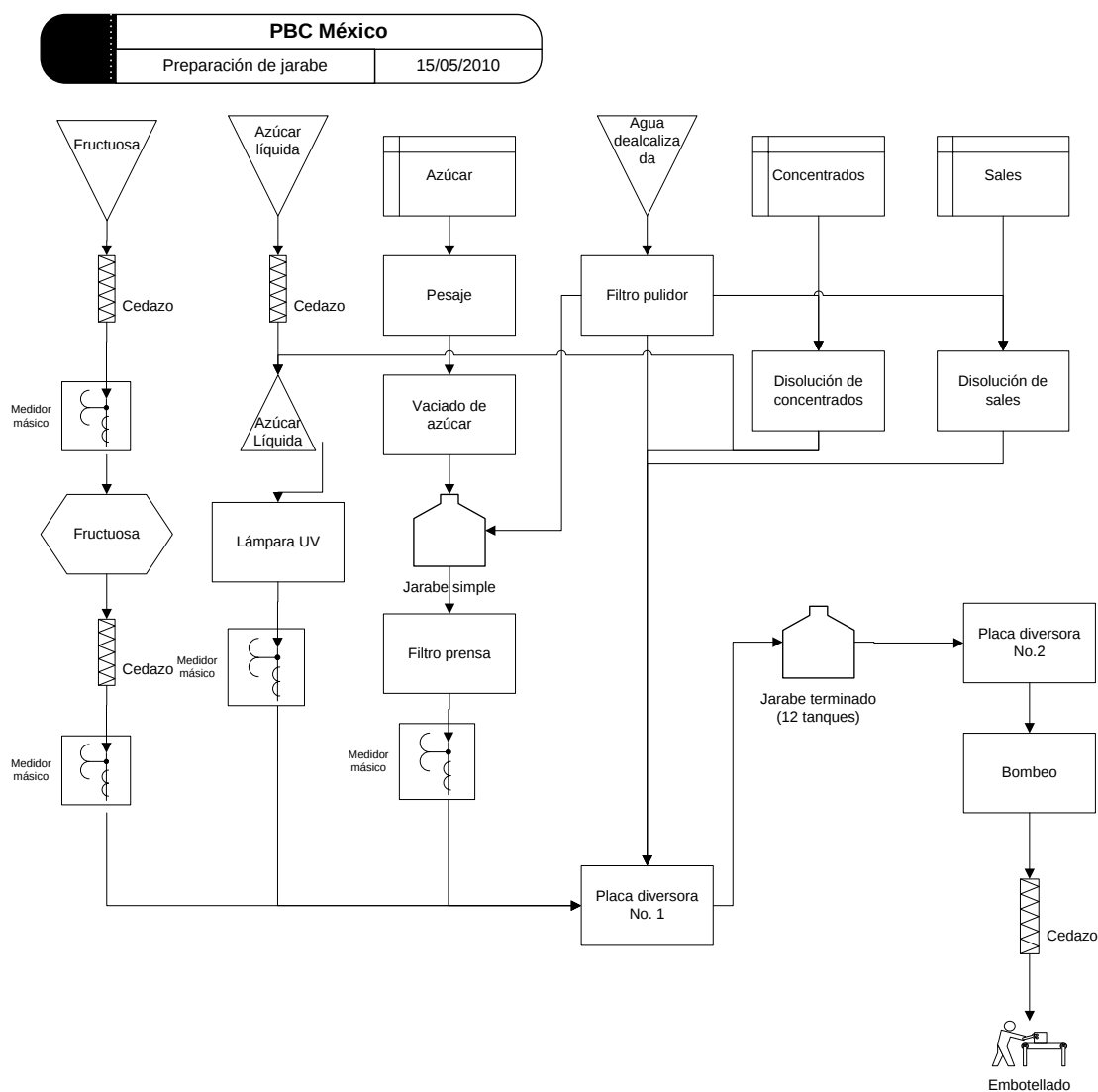


Figura 17. Proceso de preparación de jarabe (PBC, 2010)

**Preparación de dietéticos:** El proceso y objetivos de éste son prácticamente los mismos que se sigue en el de Preparación de Jarabe, la diferencia radica en los ingredientes que se utilizan para la preparación del producto. En la Preparación de dietéticos se intensifica la revisión en cuanto a la ausencia total de azúcares, pues estas bebidas están dirigidas a un segmento de clientes que pueden verse afectados en su salud en caso de no cumplir con la declaración de ingredientes en la etiqueta nutrimental.

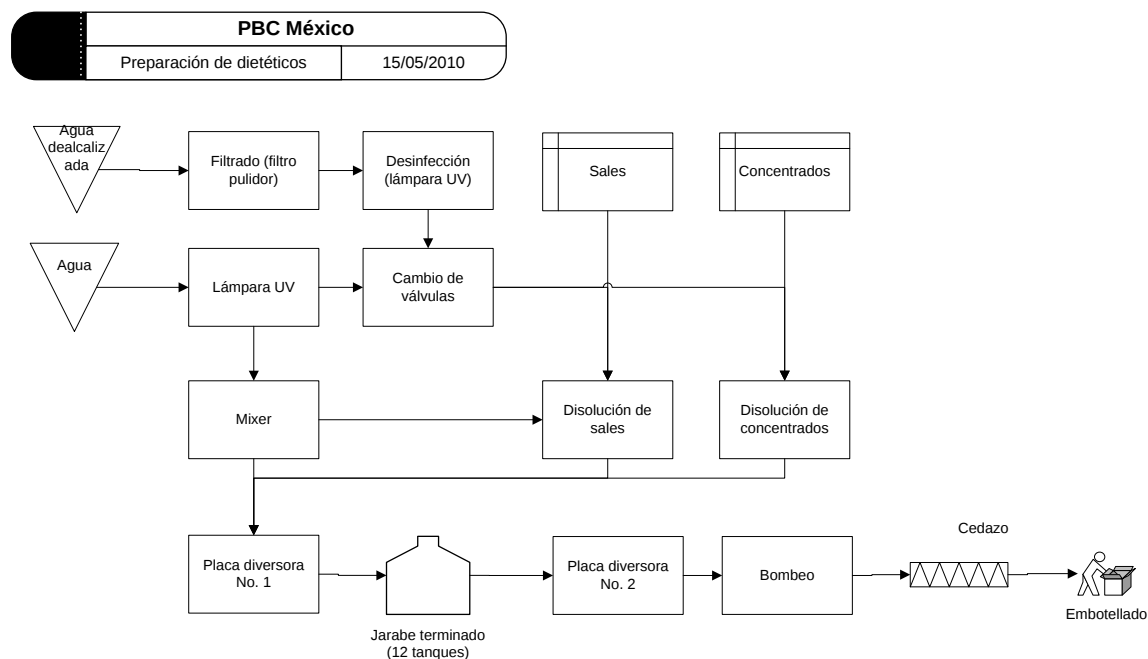


Figura 18. Proceso de elaboración de jarabe para productos dietéticos (PBC, 2010).

**Línea 6, llenado de bag in box:** Este proceso inicia con la recepción del jarabe, el cual es envasado bolsas de 19 litros, mientras las cajas se arman de forma manual, la etiqueta también es colocada por el llenador. Todos los productos que se manufacturan en esta línea son carbonatados, por las características del jarabe y los elementos requeridos para obtener el producto final.

Este producto es el que se sirve en los *post mix*, y que básicamente consiste en mezclar el jarabe terminado con agua y CO2.

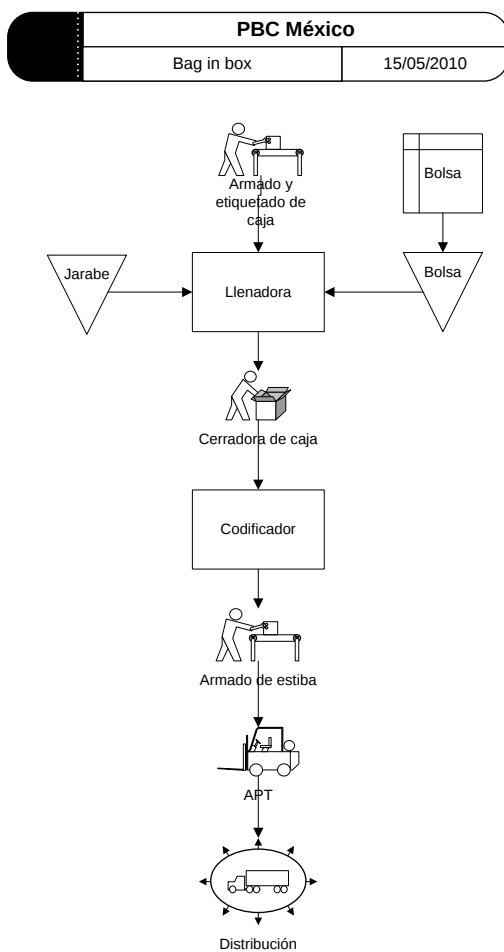


Figura 19. Proceso de llenado de bag in box (PBC, 2010).

**Línea 1:** En esta línea sólo se embotella agua de 330 ml, 1, 1.5 y 2 litros en diferentes presentaciones. De la alimentación de preforma en la sopladora se obtiene la botella soplada que es trasladada a través de transportadores aéreos hasta la etiquetadora. Posteriormente se enjuaga la botella y llena con agua, mediante bandas transportadoras las botellas llegan a codificador donde se les coloca información sobre fechas de consumo preferente, se forman los paquetes, se codifican y finalmente se estiban en un pallet para ser entregados al almacén de producto terminado.

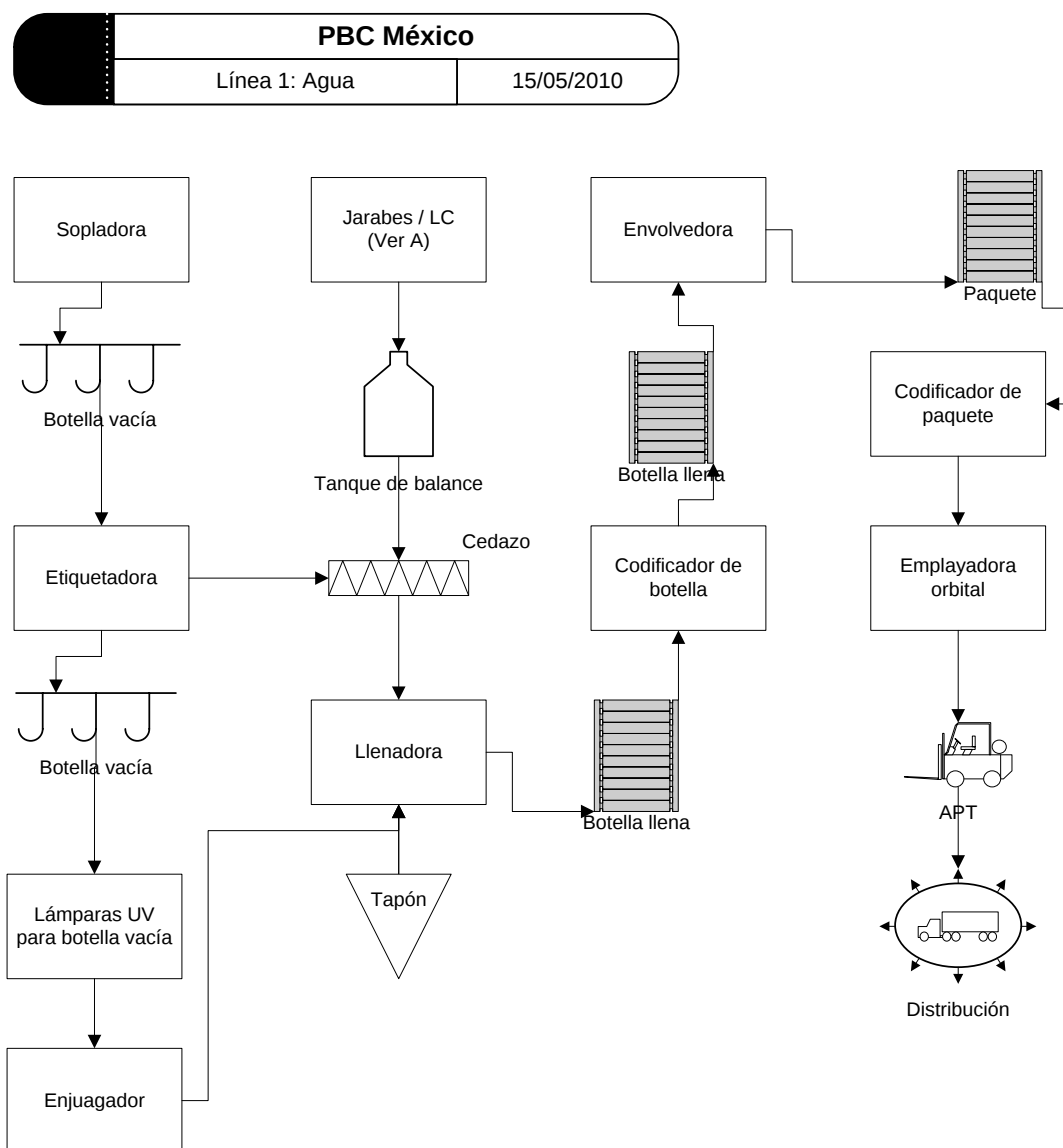


Figura 20. Proceso de embotellado en línea 1 (PBC, 2010).

**Tratamiento de agua:** Este proceso se realiza como preparación para toda el agua que se embotellará en las líneas de producción. El agua se obtiene de tres fuentes, de la red pública de agua potable, de pipas y de pozos que tiene la empresa. Inicialmente el agua pasa por un proceso de cloración, oxidación, por filtros pulidores, purificadores de carbón y por dos tratamientos de osmosis inversa. El agua vuelve a pasar por filtros pulidores, para que finalmente se le adicione ozono y se haga llegar hasta las líneas de embotellado.

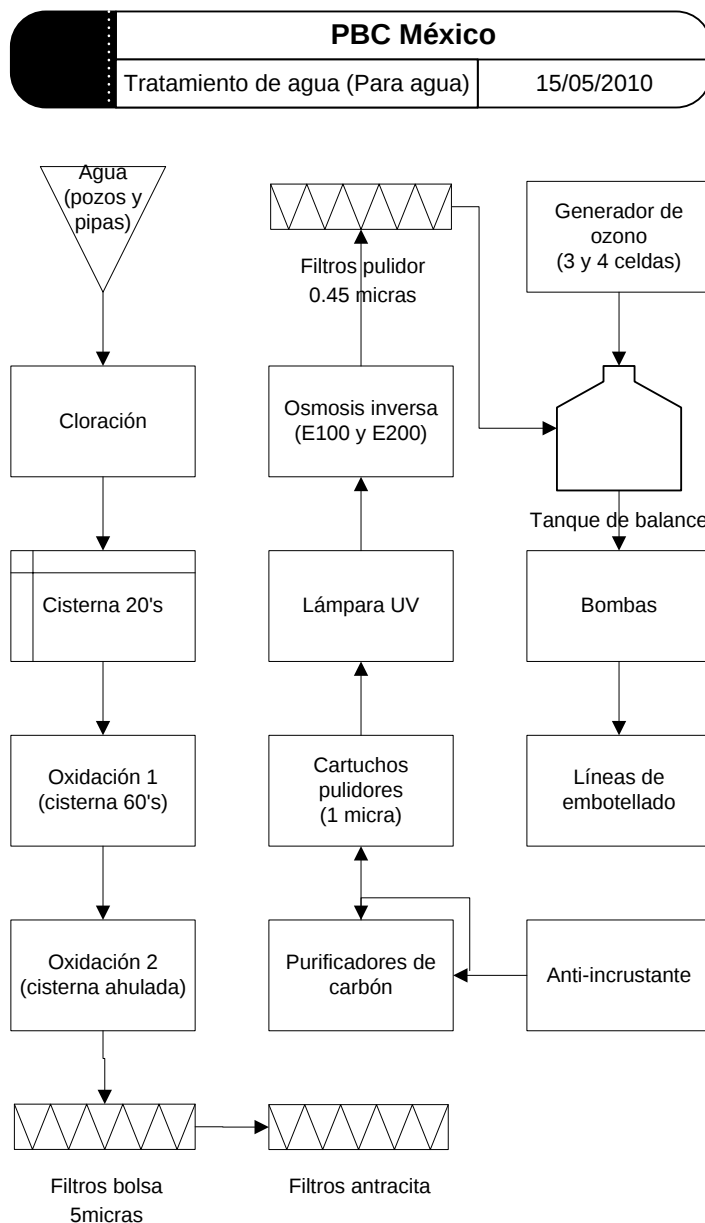


Figura 21. Proceso en tratamiento de aguas (PBC, 2010).

En las líneas de producción, la sopladora requiere aire de alta presión y los transportadores aéreos aire de baja presión. El aire tanto de alta como de baja presión se clasifican dentro del grupo de equipos auxiliares, al cual también pertenece el nitrógeno y el amoníaco que se requiere en las líneas de producción para enfriar el jarabe y adicionarle el bióxido de carbono (para las bebidas carbonatadas). El nitrógeno se utiliza en el envasado de agua, pues es éste quién le proporciona el cuerpo y estabilidad a las botellas con producto terminado.

Con el conocimiento que se tiene del proceso de embotellado en todas las líneas de producción, se analizan los tiempos de pérdidas de utilización que existen y que finalmente ocasionan que los productos lleguen en forma retrasada o no lleguen a los centros de distribución.

Durante el 2010 se han generado 498 horas de tiempos de pérdidas de utilización que equivalen a aproximadamente 21 días, es decir el 17.5% del tiempo se ha utilizado en actividades que no generan valor agregado.

Tabla 21. Tiempos de pérdidas de utilización por línea de producción (PBC, 2010)

| LÍNEA | TIEMPO (Ene-Abr 2010) |      |                |
|-------|-----------------------|------|----------------|
|       | HS                    | DÍAS | Líneas con OOS |
| L2    | 138                   | 6    | 1              |
| L3    | 127                   | 5    | 3              |
| L4    | 119                   | 5    | 4              |
| L1    | 85                    | 4    | 2              |
| L5    | 28                    | 1    | 5              |
| Total | 498                   | 21   | Ext            |

La línea 2 es la línea con mayor demanda de los productos que en ella se elaboran y su capacidad de producción es una de las más altas de la planta, por lo tanto, el impacto que se tiene en el número de cajas faltantes en los centros de distribución no es el más alto (ver Tabla 21) respecto a las otras líneas. La importancia en el estudio de los tiempos de pérdidas de utilización radica en identificar las desviaciones que disminuyen el tiempo de manufactura.

Las líneas 3 y 4 presentan prácticamente los mismos tiempos de pérdidas de utilización y la suma de sus tiempos de pérdidas de utilización constituyen el 47.62% del gran total. Es importante mencionar que respecto al número de cajas faltantes, se encuentran posicionadas en el mismo lugar, es decir, que los productos que llegan a faltar en los centros de distribución están en el 2° y 3er lugar del total de cajas faltantes.

La línea 1 esta posicionada en el 4° lugar en tiempos muertos, sin embargo respecto en número de cajas faltantes sus productos están en el primer lugar, por lo que es necesario que se corrijan o minimicen los tiempos muertos.

La línea 5 está en el 5° lugar en tiempos de pérdidas de utilización y también en el de cajas faltantes. La demanda del producto que se manufactura en esta línea es mucho menor respecto a la demanda del resto de los productos.

### **Causas de tiempos de pérdidas de utilización en producción**

LLE: Es el centro de trabajo donde las botellas vacías se llenan con el producto correspondiente. Los tiempos de pérdidas de utilización por problemas en la llenadora se ubican en éste rubro.

OPE: Son las actividades realizadas por personal de la planta. En este rubro se ubican las fallas que son ocasionados por falta de operadores de montacargas o de cada una de las estaciones de trabajo (operador de sopladora, operador de llenadora, operador de etiquetadora, operador de envolvedora y personal sindicalizado que tiene diferentes funciones).

SOP: El objetivo de esta estación de trabajo es dar forma a las preformas de PET con las cuales se envasará el producto terminado. Los tiempos de pérdidas de utilización generados por problemas en la sopladora, consisten en detener la operación en esta estación.

TRA: Es el recurso que transporta los materiales a través de las diferentes estaciones del proceso de producción hasta obtener el producto terminado que se distribuye en los centros de distribución. El tiempo de pérdida de utilización corresponde a problemas en los transportadores del producto en proceso, dentro de las líneas de producción.

C.CAL: Es el área que debe asegurar la calidad del producto, desde el inicio hasta el final. Los tiempos de pérdidas de utilización son generados cuando no se cuenta con las condiciones requeridas que aseguren la calidad del producto.

ETI: El objetivo de este centro de trabajo es colocar la etiqueta a las botellas sopladas de producto terminado. Cuando se tienen problemas en el funcionamiento de la etiquetadora, se generan los tiempos muertos.

ELEC: Es el recurso que asegura que el sistema eléctrico funcione correctamente. Las fallas en el sistema eléctrico generan tiempo de pérdida de utilización en las líneas de producción, cuando se requiere que éstas estén trabajando.

ENV: Es la estación de trabajo donde se coloca película a los pallets con producto terminado para asegurar la estabilidad del producto. Las estaciones de trabajo de las líneas de producción son dependientes, y cuando una falla, se tiene un retraso en cadena hacia las demás estaciones.

E.AUX: Es el sistema que garantiza el funcionamiento de los sistemas de aire de alta y baja presión, el sistema de refrigeración (amoníaco), suministro de nitrógeno (líquido y gaseoso) (presurización de las llenadoras) y CO<sub>2</sub>.

APT: Es el área que se encarga de la continuidad del proceso de producción mediante el abastecimiento de pallets, así como en el acomodo de producto terminado fuera del área de tras embotellado, para no obstruir el flujo del proceso y finalmente enviarlo a los centros de distribución.

JAR: Es el área que prepara el jarabe requerido en cada producto, debe cumplir con todas las condiciones de calidad, inocuidad y seguridad en tiempo, para evitar retrasos en las líneas de producción.

T.H2O: Es el recurso que se encarga del tratamiento de agua para asegurar el suministro de ésta.

En la tabla 22 se muestra el análisis de los tiempos de pérdidas de utilización de enero a abril de 2010 en todas las líneas de producción. Los datos se obtienen de las bitácoras de los supervisores de producción.

Tabla 22. Tiempos de pérdidas de utilización por centro de trabajo (PBC, 2010).

| TIPO          | Eventos | % fa   | TIPO          | Total | % fa   |
|---------------|---------|--------|---------------|-------|--------|
| LLE           | 8376    | 22.2%  | OPE           | 97    | 19.5%  |
| OPE           | 7520    | 42.1%  | SOP           | 94    | 38.3%  |
| SOP           | 5963    | 57.8%  | LLE           | 87    | 55.9%  |
| TRA           | 5498    | 72.4%  | TRA           | 50    | 65.9%  |
| C.CAL         | 2822    | 79.8%  | C.CAL         | 44    | 74.7%  |
| ETI           | 2726    | 87.1%  | ETI           | 38    | 82.4%  |
| ELEC          | 1886    | 92.0%  | ELEC          | 33    | 88.9%  |
| ENV           | 1471    | 95.9%  | ENV           | 25    | 93.9%  |
| E.AUX         | 567     | 97.4%  | E.AUX         | 12    | 96.3%  |
| APT           | 446     | 98.6%  | JAR           | 10    | 98.2%  |
| JAR           | 383     | 99.6%  | APT           | 6     | 99.3%  |
| T.H2O         | 140     | 100.0% | T.H2O         | 3     | 100.0% |
| Total general | 37798   |        | Total general | 498   |        |

|        |         |
|--------|---------|
| SEMANA | (Todas) |
| LÍNEA  | (Todas) |

|     |         |
|-----|---------|
| AÑO | 2010    |
| MES | (Todas) |

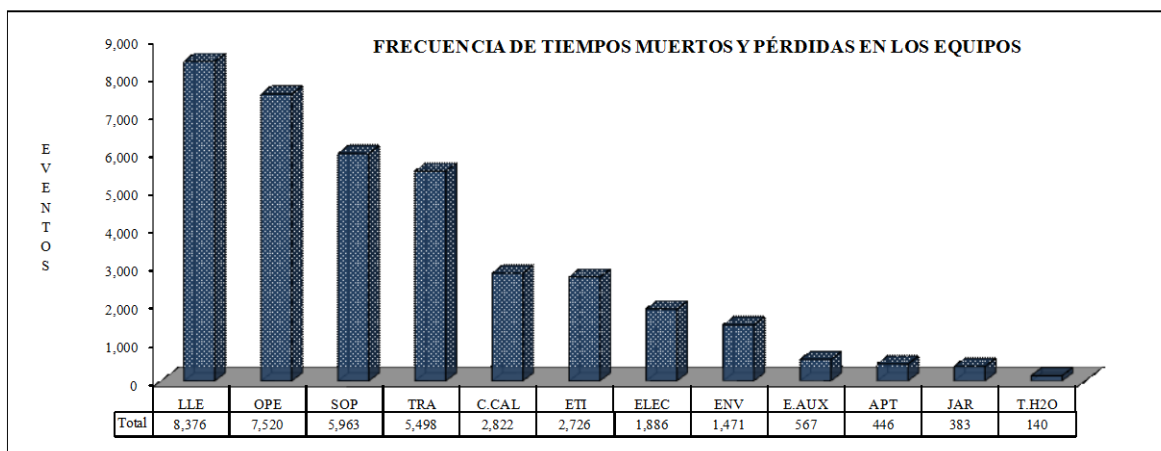


Figura 22. Frecuencia de tiempos de pérdidas de utilización en las líneas de producción (PBC, 2010)

|        |         |
|--------|---------|
| SEMANA | (Todas) |
| LÍNEA  | (Todas) |

|     |         |
|-----|---------|
| AÑO | 2010    |
| MES | (Todas) |

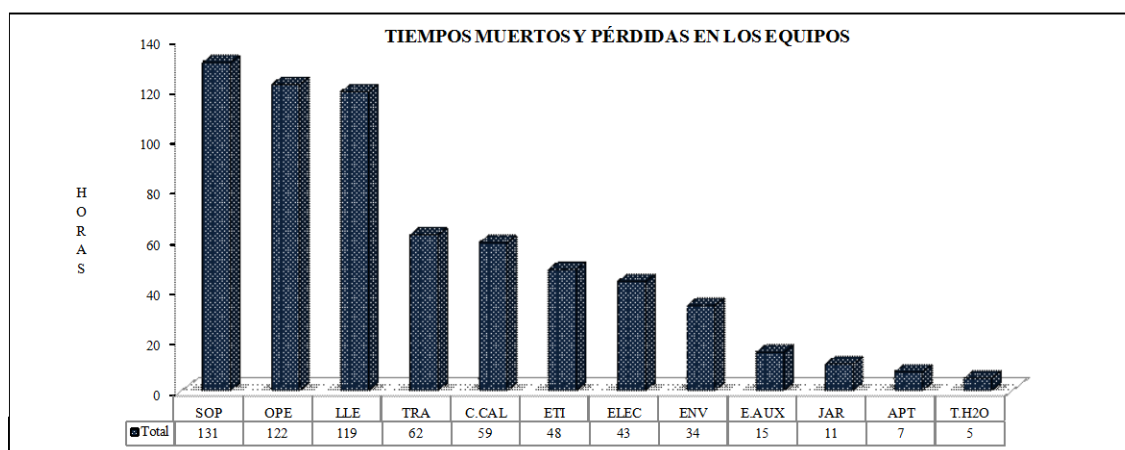


Figura 23. Duración de tiempos de pérdidas de utilización en las líneas de producción (PBC, 2010).

El área en que ocurren más incidentes que provocan retrasos para obtener producto terminado es la llenadora, en segundo lugar están las desviaciones operacionales y en tercer lugar en el área de la sopladora y los transportadores.

El tiempo que implica cada una de las áreas se detalla en la siguiente figura, en el cual no necesariamente la desviación con mayor frecuencia es la que tiene mayor impacto en tiempo.

Ahora se hace un detalle por línea en frecuencia y tiempos de pérdidas de utilización por línea.

Tabla 23. Tiempos de pérdidas de utilización en línea 1 (PBC, 2010).

| FREC. DE TIEMPOS MUERTOS (eventos) |       | SUMA DE TIEMPOS MUERTOS (horas) |       |
|------------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| TIPO                               | Total | TIPO                            | Total |
| SOP                                | 1,611 | SOP                             | 227   |
| OPE                                | 1,104 | OPE                             | 131   |
| TRA                                | 386   | LLE                             | 62    |
| LLE                                | 361   | TRA                             | 47    |
| ETI                                | 343   | ETI                             | 47    |
| ELEC                               | 318   | ELEC                            | 44    |
| C.CAL                              | 262   | C.CAL                           | 34    |
| ENV                                | 198   | ENV                             | 32    |
| APT                                | 127   | APT                             | 12    |
| E.AUX                              | 41    | E.AUX                           | 9     |
| T.H2O                              | 29    | T.H2O                           | 5     |
| Total general                      | 4,780 | Total general                   | 649   |

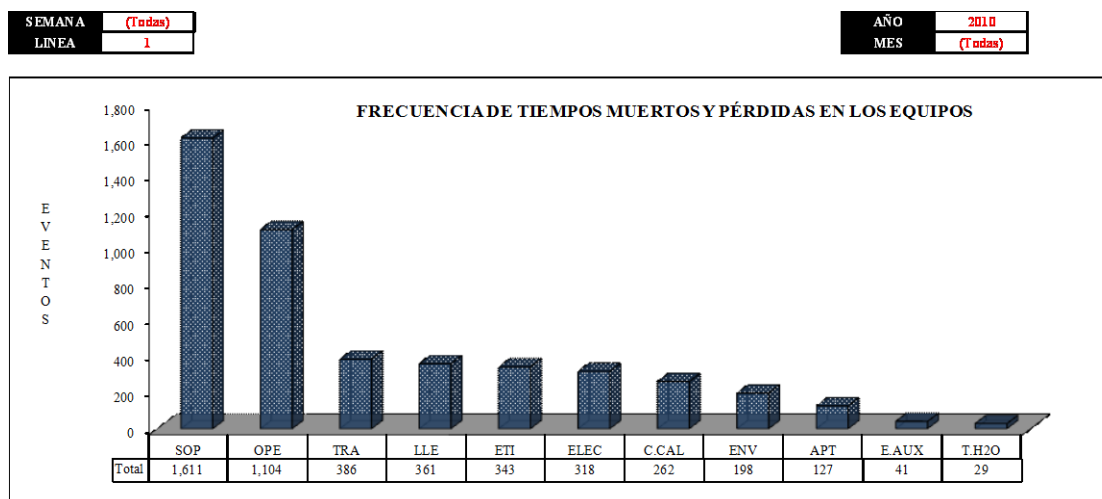


Figura 24. Frecuencia de tiempos de pérdidas de utilización en la línea 1 (PBC, 2010)

SEMANA (Todas)  
LINEA 1

AÑO 2010  
MES (Todas)

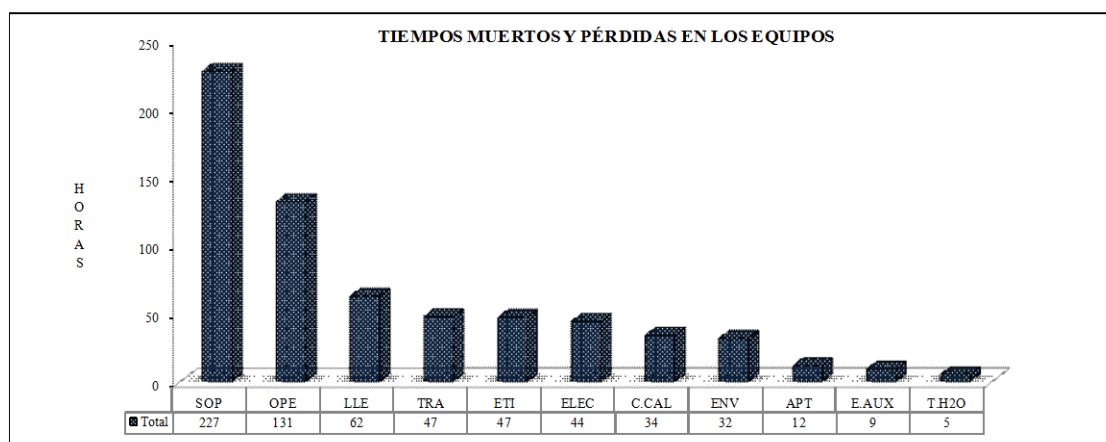


Figura 25. Duración de tiempos de pérdidas de utilización en línea 1 (PBC, 2010).

De acuerdo al proceso de embotellado de productos carbonatados, existen factores que contribuyen a la falta de producto terminado en la planta. A través del análisis a los tiempos de pérdidas de utilización (por tiempo de pérdida de utilización se debe entender, el tiempo en que se deja de producir producto programado) en las líneas de producción se puede determinar cuáles son los principales factores que contribuyen al problema en estudio.

Como consecuencia del análisis, en el capítulo 4 se presentará una propuesta para disminuir el tiempo de pérdidas de utilización en las líneas de producción, que finalmente desencadena en cajas faltantes en los centros de distribución.

## 3.2. FALTA DE TRANSPORTE

### 3.2.1. TRANSPORTE INTERNO

La distribución física de producto que realiza el área de transporte representa un punto medular en la disponibilidad de de producto en los centros de distribución. El transporte debe cumplir con características de calidad en inocuidad alimentaria, así como con la

normatividad vigente de la Secretaría de Transporte. Las unidades de la empresa sólo distribuyen producto al área metropolitana.

La complejidad de tránsito que actualmente se vive en la ciudad, ha formado parte de las limitaciones en la distribución del producto. La solución a éste problema queda fuera del alcance del área de transporte de embotelladora. La optimización en el uso de las unidades implica que todo el tiempo estén transportando producto para entregar al cliente, sin embargo no siempre se logra. Las estadías de las unidades en cualquier punto de la empresa, implican tiempo ocioso.

Los tiempos de pérdidas de utilización de las unidades de transporte básicamente se originan en 3 puntos del proceso:

### **Tiempo de pérdida de utilización en los centros de distribución**

Es el tiempo que las unidades están en espera de ser atendidas y liberadas en los centros de distribución. La falta de coordinación entre las actividades de la planta y las actividades de los centros de distribución ocasiona que la planta envíe unidades a los cedis, cuando en éste existen otras prioridades, como por ejemplo: carga de rutas (unidades que entregan producto al siguiente nivel de la cadena), acumulación de unidades de Acoxa e Izcalli, que también le envían producto, falta de personal para realizar maniobras, entre otras.

El tiempo de pérdida de utilización en los centros de distribución prácticamente se mantiene constante, no presenta valores atípicos o sesgados hacia cierta semana.

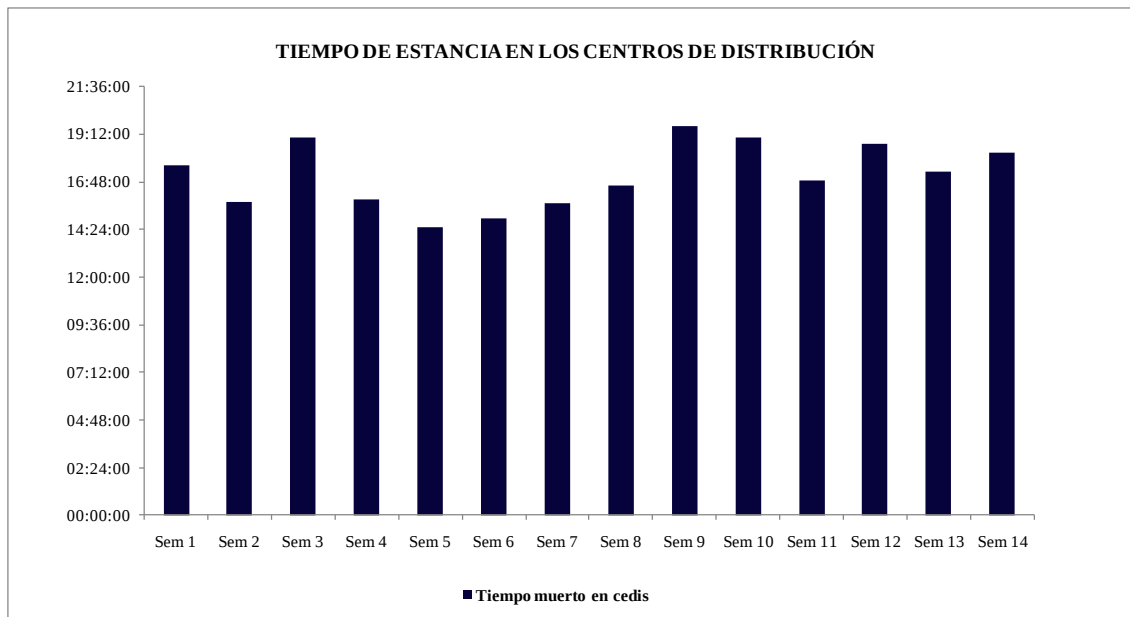


Figura 26. Tiempos de pérdidas de utilización de las unidades de transporte en los centros de distribución (PBC, 2010).

### Tiempo de pérdida de utilización en la planta

Es el tiempo de estadía de las unidades de transporte en la planta, es el tiempo desde la entrada de la unidad a la planta, hasta la su salida con el producto. De inicio, la acumulación de unidades para ser cargadas/descargadas implica que se forme una línea de espera para las unidades que arriban a la planta. La no disponibilidad de producto en la planta es otra de las causas de demora en la salida de las unidades. Finalmente la falta de personal (de transporte y/o de almacén de producto terminado) hace que el despacho de las unidades se retrase.

Finalmente el tiempo de pérdida de utilización en la planta presenta cierto comportamiento repetitivo en ciertas semanas.

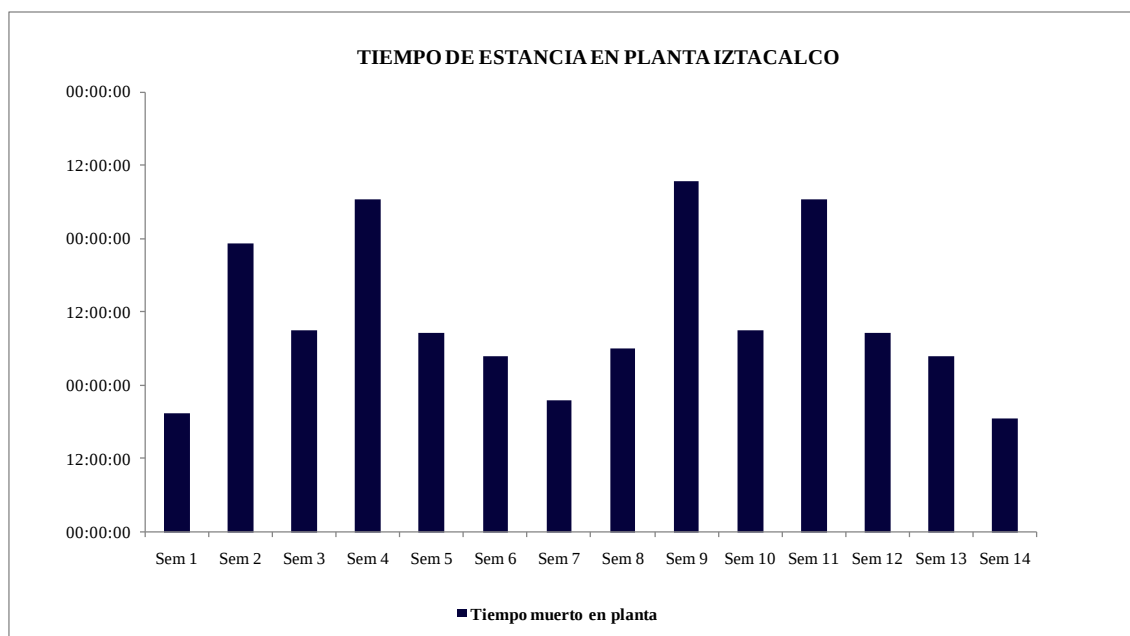


Figura 27. Tiempos de pérdidas de utilización de las unidades de transporte en planta Iztacalco (PBC, 2010)

### Tiempo de pérdida de utilización en el taller

Es el tiempo que las unidades permanecen en el taller para ser reparadas por alguna falla. El tiempo de mantenimiento preventivo no está considerado dentro de ésta área.

El comportamiento del tiempo de pérdida de utilización en el taller parece un comportamiento con cierta tendencia de estacionalidad, la semana 2 y la semana 9 presentan los valores más altos en número de horas, las cuales van disminuyendo paulatinamente y vuelven a aumentar.

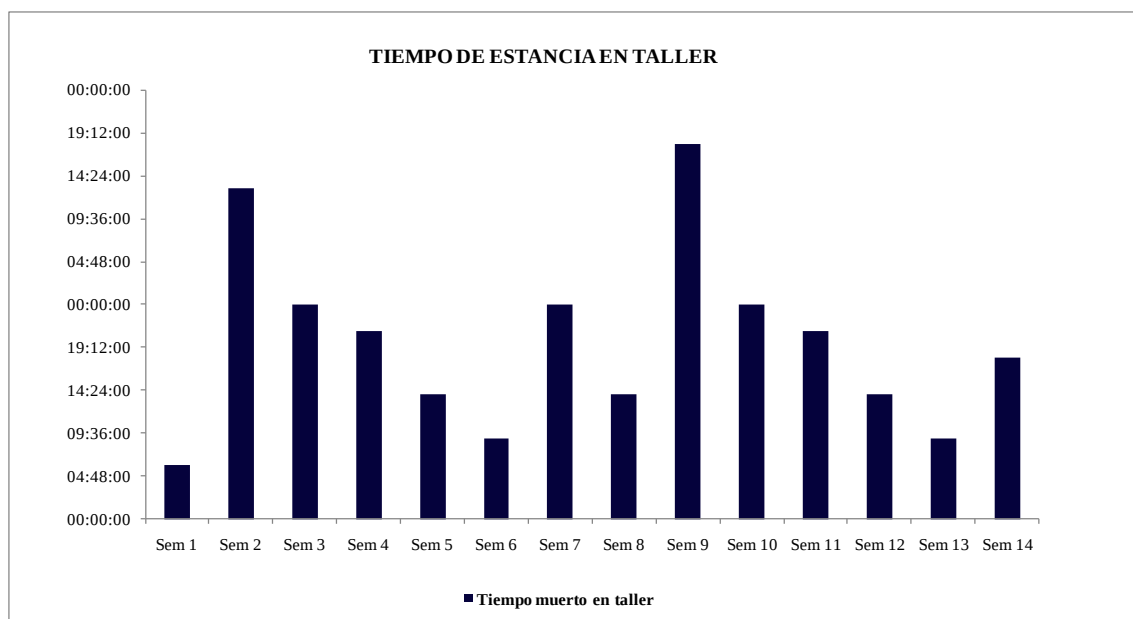


Figura 28. Tiempos de pérdidas de utilización de las unidades de transporte en el taller (PBC, 2010).

De acuerdo al análisis realizado, el 9% del tiempo disponible se pierde en estancias en los rubros mencionados arriba. Las fallas mecánicas de las unidades ocasionan el más alto número de tiempos muertos, seguido de las estadías en los centros de distribución y finalmente las estancias en la planta.

Tabla 24. Tiempos de pérdidas de utilización de las unidades de transporte propias (PBC, 2010).

| CONCEPTO                      | TIEMPO (Hs) |
|-------------------------------|-------------|
| Tiempo muerto en planta       | 311         |
| Tiempo muerto en cedis        | 480         |
| Tiempo muerto en taller       | 458         |
| <b>Total de tiempo muerto</b> | <b>1249</b> |
| Tiempo total disponible       | 14112       |
| <b>% Tiempo muerto</b>        | <b>9%</b>   |

### **3.2.2. TRANSPORTE EXTERNO**

---

La contratación de transporte externo está sujeta a los requerimientos de venta de la empresa. La selección del modo de transporte, el tamaño del envío, el establecimiento de rutas, así como la programación son variables y se realizan mediante personal del área de transporte. Estas decisiones son influidas por la proximidad de los almacenes a los clientes y a las plantas. Las unidades externas se utilizan para transportar producto a destinos que no están dentro del área metropolitana (filiales y cruce de andén).

### **3.3. FALTA DE MATERIALES**

---

La no disponibilidad de materiales representa la tercera causa en los motivos de cajas faltantes en los centros de distribución. Los insumos utilizados son preforma, tapa, etiqueta, polietileno/corrugado y concentrado.

Preforma: Es el envase de las bebidas embotelladas (PET). Las características de preforma dependen del producto que contienen y de los acuerdos comerciales e imagen de la marca. En Iztacalco se requieren 19 tipos de preforma para las diferentes presentaciones de producto.

Tapa: Su función consiste en asegurar que el producto permanezca dentro del pet y se descarte cualquier tipo de contacto del producto con el exterior. De acuerdo al producto el que se trate, en Iztacalco se manejan 15 variedades de tapas.

Etiquetas: Son la imagen de la empresa y el producto hacia los clientes. Contienen información jurídica y nutrimental. Básicamente, por cada presentación de producto existe una etiqueta asociada al producto; son 31 las etiquetas más utilizadas.

Polietileno: Es el material que con que se forma la caja de producto terminado. En Iztacalco se tienen 10 tipos de polietileno para cubrir la operación.

Concentrado: Es el jarabe o sabor que se utiliza en la elaboración de los productos. Esto aplica para las bebidas con saborizante. Básicamente, se utilizan 15 tipos de concentrados.

## **4. MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO: DISMINUCIÓN DE LAS CAJAS FALTANTES EN LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN**

---

El siguiente capítulo presenta un análisis FODA de la empresa, enfocado en la innovación, la calidad, el servicio, la rapidez y la competitividad de costos. A continuación se exponen las propuestas de mejora en los principales procesos de la embotelladora. Posteriormente se muestran las ideas para erradicar los problemas que ocasionan las cajas faltantes con los clientes; se aplica Teoría de Restricciones para disminuir los retrasos en las líneas de producción, específicamente se implementa el mantenimiento productivo total; se utiliza una propuesta de evaluación e indicadores para el área de transporte y, finalmente; se formula un modelo de planeación agregada y planeación y requerimiento de materiales para asegurar la disponibilidad de materiales.

---

### **4.1. LA CADENA DE VALOR**

---

Una de las claves para emprender el éxito de PBC, no es tanto cómo afectará a la sociedad o cuánto crecerá; la clave es la ventaja competitiva que tiene PBC y su capacidad para mantener las competencias obtenidas.

Las fortalezas que caracterizan a la empresa se enlistan: el personal tiene el conocimiento del proceso de distribución, un proceso interdisciplinario que se adapta a los requerimientos del mercado. A través de una encuesta laboral, se determinó que el 80% del personal conoce el valor del proceso de distribución, y de los procesos en general. También se evaluó que el 90% de los procesos interactúan con al menos otros dos procesos diferentes. La interdisciplinariedad exige que el proceso de retroalimentación sea eficiente, con ello se mejorarán el 60% de los resultados de la empresa.

Las debilidades de la empresa consisten en: la flota propia sólo tiene capacidad para entregar el 46% de los viajes programados y sólo distribuye el producto en el área

metropolitana. El 8% de los viajes no se entregan en tiempo y forma, es decir, el nivel de servicio entregado es cero.

Las oportunidades se enfocan en la sinergia a desarrollar entre las distintas áreas, por la interdisciplinariedad. El desarrollo de las tecnologías de la información, con la automatización de los procesos garantiza los resultados en áreas con alta variabilidad. La tercerización de actividades o procesos a empresas expertas garantizan un bajo costo y la correcta aplicación de los procesos.

En diez años han surgido al menos tres empresas embotelladoras, directas competidoras de la empresa. Adicionalmente, ha disminuido el consumo de refresco por cuestiones de salud, pues actualmente el país ocupa el primer lugar en nivel de obesidad. Las nuevas tendencias en el mercado sugieren el desarrollo de nuevos productos, para garantizar la permanencia de la empresa en el mercado.

| Distribución de producto terminado en<br>Pepsi Beverages Company                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fortalezas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Debilidades                                                                                                                                                                                                                                                                       | Oportunidades                                                                                                                                                                                                              | Amenazas                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El 80% del personal conoce la importancia del proceso de distribución.</li> <li>El 90% de los procesos interactúan con al menos otros dos procesos.</li> <li>El 60% de los resultados son retroalimentados.</li> <li>Proceso se adapta a los requerimientos del mercado.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>El 46% de los viajes se pueden enviar con flota propia.</li> <li>La flota propia distribuye al área metropolitana.</li> <li>El 8% de los viajes no se entregan.</li> <li>El proceso de retroalimentación no está bien definido.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>La interdisciplinariedad entre las áreas está avanzando actualmente</li> <li>Desarrollo de tecnologías de la información</li> <li>Desarrollo de proceso de tercerización</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>En 10 años han surgido al menos tres competidores.</li> <li>Operadores logísticos (especializados)</li> <li>Cambios en la tendencia del mercado</li> <li>Restricciones políticas en el sector de bebidas embotelladas carbonatadas</li> </ul> |

Figura 29. Análisis FODA (Agapito, 2011)

Para ello es necesario que PBC tenga ventajas sobre sus competidores, con ello se incrementará margen de utilidad. Para tener ventaja competitiva tiene que ser la mejor de los competidores, mediante la elaboración de productos valiosos para los clientes. Los conductores fundamentales del éxito son la innovación, la calidad, el servicio, la rapidez y la competitividad de costos.

### *Innovación*

La innovación es la introducción de nuevos bienes y servicios. PBC debe adaptarse a los cambios en la demanda de los consumidores y a los nuevos competidores. Los productos no se venden para siempre, de hecho ni siquiera se venden como antes, ya que muchos competidores están presentando nuevos productos constantemente. PBC debe ser innovadora, de lo contrario morirá. Asimismo debe estar preparada con nuevas formas de comunicación y de entrega de sus productos a los clientes.

La innovación en ocasiones involucra el hallazgo de una mejor forma de entrega del servicio. La innovación al igual que otras fuentes de ventaja competitiva, proviene de la gente, necesita ser un objetivo estratégico y debe ser administrado con cuidado.

### *Calidad*

En PBC la importancia que se le da a la calidad, y los estándares que se tienen de una calidad aceptable, han aumentado de manera considerable en los últimos años. En la actualidad los clientes requieren servicios y bienes de alta calidad, y muy a menudo no aceptan menos que eso.

Ofrecer calidad de nivel mundial requiere de una comprensión completa de lo que realmente es la calidad. Esta puede ser medida por el desempeño del producto, el servicio al cliente, la confiabilidad (evitar fallas o desperfectos), su adecuación a los estándares, su durabilidad y su estética. Al ser una empresa a nivel mundial, los requerimientos se generalizan para establecer los estándares requeridos por los clientes.

### *Servicio*

Significa ofrecer a los consumidores lo que desean o necesitan, en el momento en que lo requieren. Así, en PBC el servicio se enfoca en la satisfacción continua de las necesidades de los clientes, estableciendo una relación benéfica y recíproca a largo plazo.

### *Rapidez*

La combinación de la rapidez y la calidad es una medida de la eficacia de la operación de una compañía.

### *Competitividad de costos*

Administrar y mantener bajos los costos requiere eficiencia: cumplir las metas utilizando los recursos conscientemente y minimizando el desperdicio. Con las pequeñas cosas puede ahorrarse mucho dinero, pero la reducción de costos involucra sacrificios.

---

## **4.2. PROPUESTAS DE MEJORA EN LOS PROCESOS**

---

Las propuestas se desarrollan para los procesos generales y específicos de la distribución de producto terminado. Como su nombre lo indica, en el proceso general sólo se muestran el flujo de información y en los procesos específicos se detalla la interacción entre los elementos que permiten la entrega del producto final al cliente.

### **4.2.1. PROCESO GENERAL**

---

El objetivo de la empresa es vender bebidas refrescantes, de ahí que el área encargada de iniciar el proceso de embotellado sea ventas.

Ventas: Es el área que tiene el contacto con los clientes, mediante la preventa recopila los requerimientos de producto de los clientes. Los requerimientos de pre-venta más los requerimientos de las tiendas de autoservicio generan la demanda a satisfacer en el mercado. El pronóstico de demanda ayuda a identificar las cantidades variables dentro del proceso de venta, quienes se pueden convertir en las cajas faltantes con los centros de distribución o con los clientes. Ventas genera demanda en SIO, que mediante una interface alimenta información a Avail, programa desde el cual se realiza la programación de producción y distribución de producto terminado.

Centro de distribución: Revisa si las cantidades de inventario son suficientes para cubrir la demanda que arroja el sistema SIO. Cierra de forma diaria antes de las 10 am, en el cierre alimenta existencias en piso, producto en ruta, producto en revisión por control de calidad. La información de Oracle se transfiere a Avail, donde se concentra la información para que en Avail se integren los procesos correspondientes.

Planeación y programación: Área encargada de elaborar el programa de producción y distribución de producto terminado. Integra procesos en Avail, que consiste en resumir las existencias de los centros de distribución y de las plantas; también resume las necesidades de producto de los centros de distribución. De la comparación de necesidades versus existencias se genera el plan de producción, el cual debe cumplir con la carta de secuencia de preparación de productos. Para garantizar la producción y distribución de producto terminado es necesario compartir información con el área de materiales y transporte.

Materiales: De acuerdo al programa previo de producción confirma disponibilidad de materiales; en caso de que las existencias no sean suficientes se comunica con los proveedores para garantizar entrega de materiales en el tiempo requerido. Revisa existencias de materiales en otras plantas y de ser necesario hace transferencias de materiales a la planta.

Producción: Es el área encargada de manufacturar el producto de acuerdo al programa de producción entregado por planeación. Garantiza la entrega de producto en el tiempo

estimado, realiza la programación de mantenimiento preventivo, así como la limpieza a las líneas de producción.

Almacén de producto terminado: Recibe el producto manufacturado y lo despacha. El orden de envío de producto está dado por el despacho de unidades que programa el área de transporte, quien se basa en el programa de distribución. El despacho del programa de distribución debe realizarse en 24 horas, siguiendo las prioridades correspondientes.

Transporte: Elabora el programa de despacho de unidades, garantizando la cobertura del programa de distribución. El orden del despacho se basa en los tiempos de recorrido, para cumplir con la entrega y el nivel de criticidad de los productos.

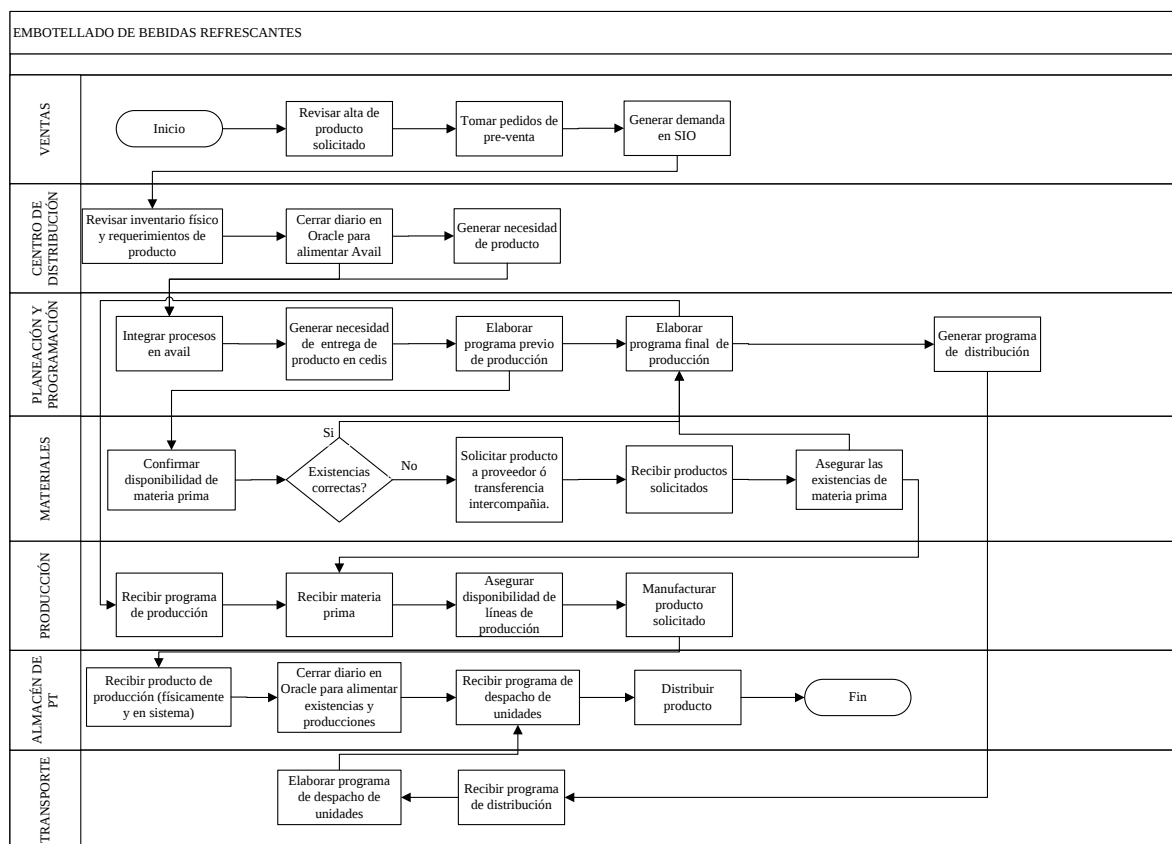


Figura 30. Propuesta del proceso de la embotelladora (PBC, Análisis de procesos, 2011).

#### **4.2.2. DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO**

---

El producto llega al cliente mediante la ejecución del programa de distribución. Los actores que intervienen en este proceso son el programador de distribución, el coordinador del centro de distribución, coordinador de transporte, coordinador del almacén de producto terminado de la planta.

Programador de distribución: Elabora el programa previo de distribución, que será evaluado por los centros de distribución para asegurar que se cumplan sus requerimientos de producto. Con la confirmación y modificaciones correspondientes, el programador determina el programa final de distribución

Coordinador del centro de distribución: Envía existencias y necesidades de producto a los programadores a través del cierre diario en el sistema. Evalúa el programa previo de distribución, realiza los cambios correspondientes y confirma programa previo de distribución. Finalmente, el cedís recibe de la planta el producto programado.

Coordinador de transporte: Recibe el programa de distribución. Con la disponibilidad de unidades valida la cobertura al programa; en caso de que las unidades sean insuficientes, se comunica con los proveedores de transporte de la compañía para solicitar sus servicios. Asegurada la cobertura de unidades, se procede a elaborar el despacho. El despacho de unidades se elabora conforme al nivel de urgencia del producto y a la localización de los centros de distribución.

Es importante señalar que el programa de distribución señala los productos críticos para cada uno de los centros de distribución.

Mediante el programa de distribución se determinan los destinos, productos y cantidades a enviar a los centros de distribución.

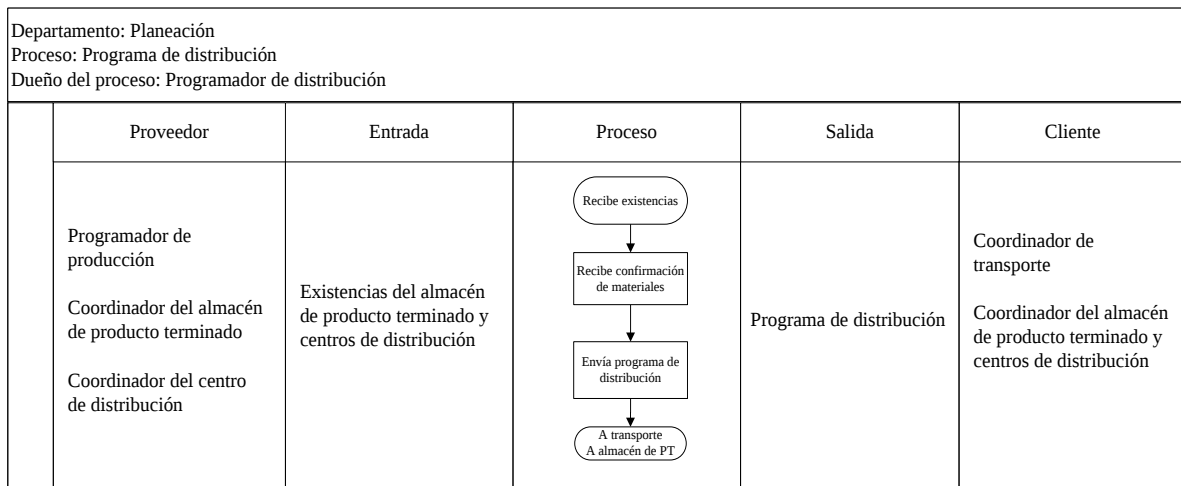


Figura 31. Propuesta del programa de distribución (PBC, Análisis de procesos, 2011).

La distribución de producto terminado a los centros de distribución es la actividad con la que se entrega el producto a los clientes. Las áreas que intervienen son: planeación de la producción y distribución, centros de distribución, transporte y almacén de producto terminado.

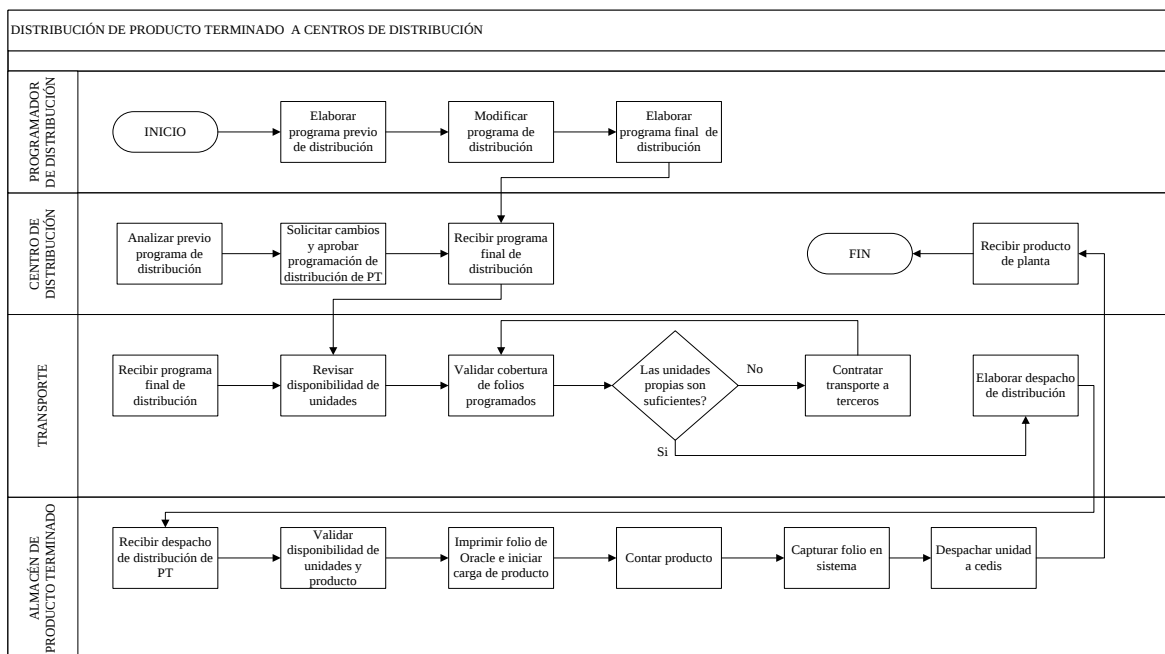


Figura 32. Propuesta del proceso de distribución de producto a centros de distribución (PBC, Análisis de procesos, 2011).

Existe una variante en la entrega de producto a los clientes, en este concepto entran las cadenas comerciales. El enlace entre PBC y el cliente es el *Customer Service Representative*, quien escucha las necesidades de los clientes y levanta los pedidos para la entrega del producto. El CSR entrega los pedidos al área de planeación de la producción, distribución, almacén de producto terminado y transporte.

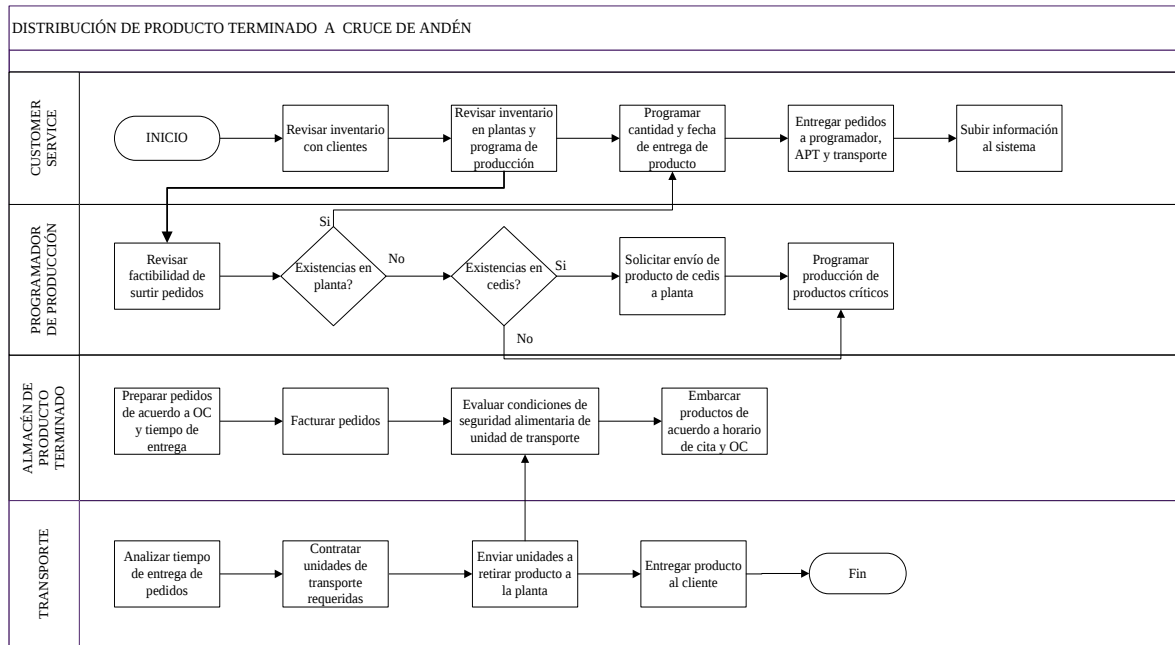


Figura 33. Propuesta del proceso de distribución de producto terminado a cruce de andén (PBC, Análisis de procesos, 2011)

### 4.2.3. MANUFACTURA DE PRODUCTO

El programa de producción es el programa mediante el cual se especifican las fechas, productos, cantidades y características que debe facturar el área de producción. El programa de producción contempla la prioridad de los productos críticos para ser enviados a los centros de distribución.

Centro de distribución: El cierre diario que realiza en el sistema es prioritario para garantizar que la información sea la correcta.

Planeador de producción: Integra procesos para calcular los niveles de inventario requerido en los centros de distribución. Con la gestión integrada de inventarios, se toman las existencias y las necesidades de reposición de inventario.

Producción: Se encarga de manufacturar el producto en las cantidades, características y tiempo establecidos en el programa de producción. Entrega el producto al almacén de producto terminado.

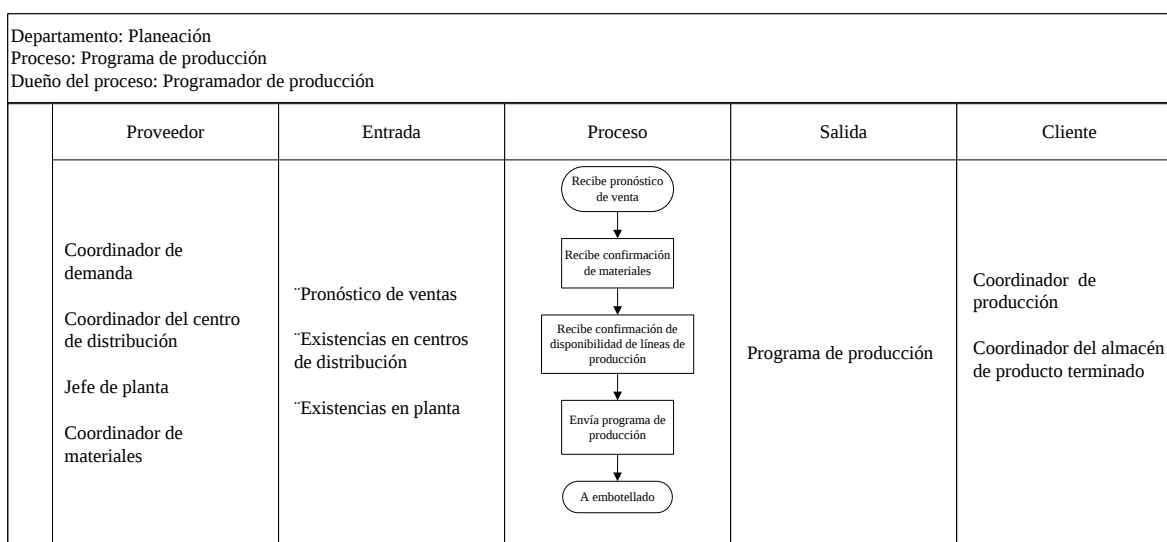


Figura 34. Propuesta del programa de producción (PBC, Análisis de procesos, 2011).

La manufactura de producto es posible por la colaboración del programador de producción y el coordinador de materiales. Las áreas de calidad y mantenimiento intervienen de forma decisiva para garantizar el producto solicitado por los clientes.

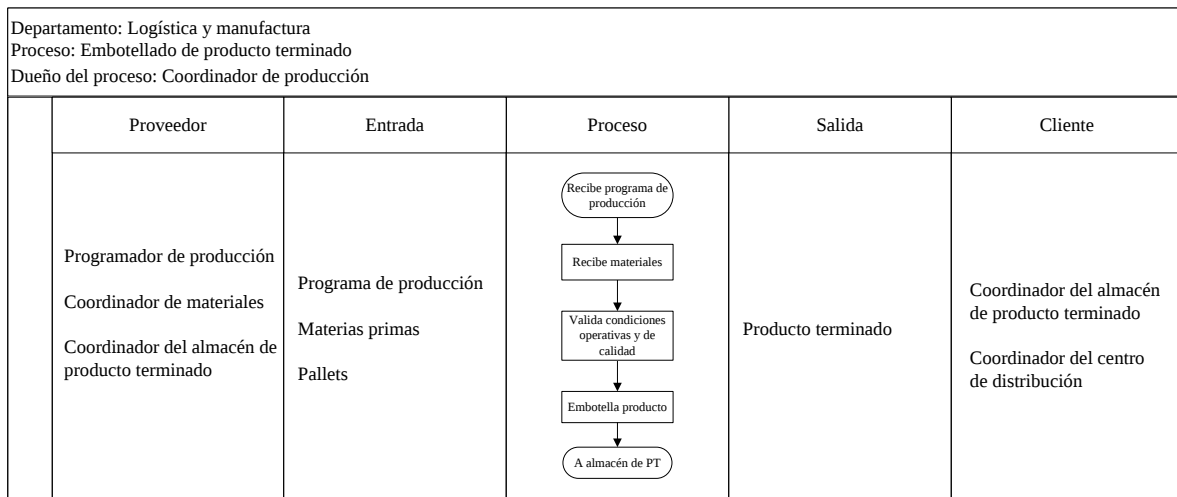


Figura 35. Propuesta del proceso de embotellado de producto (PBC, Análisis de procesos, 2011).

### 4.3. PROPUESTAS PARA LA DISPONIBILIDAD DE PRODUCTO

#### 4.3.1. APLICACIÓN DE TEORÍA DE RESTRICCIONES

La no disponibilidad de producto impide que se alcance un mayor nivel de desempeño, es decir, limita el nivel de servicio proporcionado a los clientes.

La figura 36 muestra las estaciones que tienen más tiempos de pérdidas de utilización dentro del proceso de embotellado. Dentro del área de empaque primario y secundario se tiene el proceso que ocasiona mayores tiempos de pérdidas de utilización al área de producción, el proceso de soplado de botella.

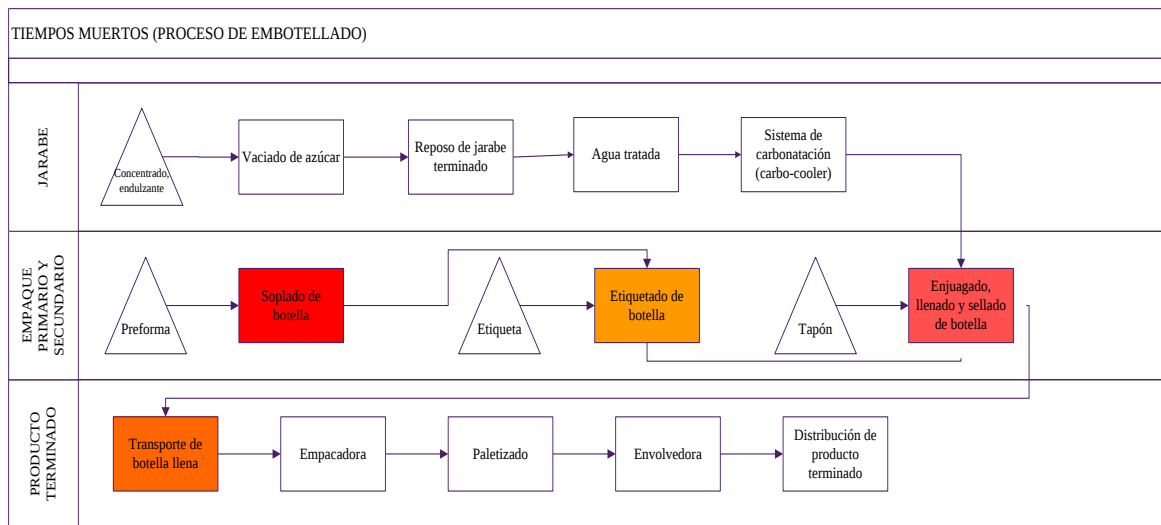


Figura 36. Estaciones de trabajo con mayor tiempo muerto (PBC, Análisis de procesos, 2011)

Las estaciones de trabajo con mayor impacto en tiempos de pérdidas de utilización dentro de la línea de producción son:

- ♦ Soplado
- ♦ Llenado
- ♦ Transportadores
- ♦ Etiquetado

**Restricciones del sistema:** Las estaciones de trabajo de soplado, llenado, transportadores y etiquetado son las que limitan la capacidad de la línea y de esta forma restringen la capacidad del sistema.

Las restricciones identificadas en el proceso de embotellado de bebida refrescantes se encuentran en:

- ♦ Maquinaria
- ♦ Materia prima y
- ♦ Mano de obra

La tabla 22 presenta el resumen del tiempo de pérdida de utilización en las estaciones de trabajo durante los primeros 5 meses del 2010. Por concepto de operación, soplado de botella, llenado, transportadores, control de calidad y etiquetado de producto. En total se generaron 498 horas de tiempo muerto; los conceptos mencionados representan el 82.4% del tiempo de pérdida de utilización total. Tan solo el soplado de botella aporta el 18.9% del problema. Ver Tabla 22.

Por cuestiones didácticas, el análisis se centrará en una restricción de maquinaria, en la estación de trabajo de la Sopladora. El proceso de embotellado de carbonatados de la figura 37 ilustra la etapa del sistema dónde ocurre la restricción.

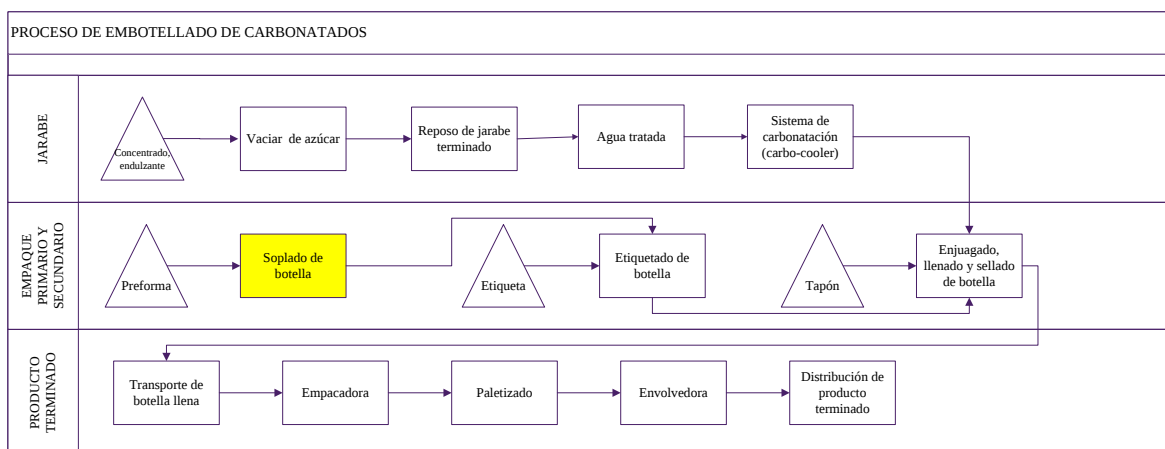


Figura 37. Principal restricción: Soplado de botella (PBC, Análisis de procesos, 2011)

**Análisis de las restricciones del sistema.** Se busca obtener la mayor producción posible de la restricción.

De forma global se observa que las velocidades de los equipos de embotellado son variables. No existe un balance de líneas de acuerdo a las capacidades de los equipos de la línea de producción, por el contrario, la velocidad es variable en cada componente de la línea así como para cada una de las líneas.

El análisis se realiza por componente de la línea 1 de producción, pues se consideran elementos independientes. Las estaciones de trabajo para cada una de las líneas de

producción de la planta tienen diferentes velocidades y varían también con el producto que se esté manufacturando. Ver Tabla 11.

De las 57,797 cajas faltantes durante los primeros 5 meses del 2010, la línea de producción con el mayor número de cajas faltantes en los centros de distribución es la línea 1 con 25,817 cajas, y 50% menor a las cajas faltantes de la línea 2. Ver Tabla 12.

### **Subordinación del sistema a la restricción (sopladora)**

Las velocidades de los equipos de la línea 1 son superiores o iguales a la velocidad de la sopladora. El costo de adquirir un nuevo equipo es alto, por lo tanto, se tienen que evaluar otras alternativas antes de considerar cambio de equipos. Desarrollar un programa de mejora resulta factible y los beneficios se pueden extrapolar hacia otras líneas.

**Eleve las restricciones del sistema:** Tomar acciones sobre las restricciones, para que reduzcan el impacto y mejoren el desempeño. Existen diferentes metodologías para reducir los tiempos muertos, de forma enunciativa, más no limitativa:

- ♦ Seis sigma
- ♦ SMED: Reducción de los tiempos de cambio de herramientas
- ♦ TPM: Mantenimiento Productivo Total

Menores tiempos de pérdidas de utilización implica aumentos en la productividad laboral, mejora de costos y un mayor flujo de fondos generado por una mayor rotación de activos. Se elige la herramienta de TPM, para disminuir y eliminar los tiempos de pérdidas de utilización en las líneas de producción.

### **4.3.2. APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

---

La implementación y uso de las herramientas del mantenimiento productivo total por más de un año han proporcionado beneficios a corto plazo.

Se observó el comportamiento de la línea 1 para veinticuatro cambios de presentación. Inicialmente, en la sopladora se invirtieron 170 minutos, sin embargo, en el transcurso de los eventos se empezó a disminuir el tiempo hasta llegar a 23 minutos en el último evento.

La reducción en los tiempos en los cambios de presentación se puede observar en la sopladora, llenadora, transportadores, saneamiento (control de calidad), etiquetadora y envolvente. La disminución del tiempo de cambio de presentación se debe a que TPM es una herramienta integral, que involucra a todos los integrantes del proceso.

El comportamiento en los cambios de presentación en las estaciones de trabajo se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Duración de los cambios de presentación Línea 1 para la sopladora (PBC, Análisis de procesos, 2011).

| EVENTO | SOPLADORA |
|--------|-----------|
| 1      | 170       |
| 2      | 155       |
| 3      | 83        |
| 4      | 80        |
| 5      | 72        |
| 6      | 70        |
| 7      | 48        |
| 8      | 47        |
| 9      | 46        |
| 10     | 45        |
| 11     | 42        |
| 12     | 42        |
| 13     | 40        |
| 14     | 39        |
| 15     | 35        |
| 16     | 33        |
| 17     | 30        |
| 18     | 30        |
| 19     | 30        |
| 20     | 27        |
| 21     | 26        |
| 22     | 25        |
| 23     | 25        |
| 24     | 23        |

La metodología de TPM inicia desde conceptos básicos como Lección de un punto, Identificación de problemas, 5s y 5 porqués. A partir de estas herramientas se establece un ambiente de orden, a nivel intelectual y físico. Las acciones del personal están enfocadas en mejorar el proceso, a través de valor agregado en las operaciones

cotidianas, visualizando el proceso como un todo, en el que el trabajo en equipo es indispensable para el éxito.

Los resultados de TPM en la línea 1 se pueden cuantificar en los ahorros en el tiempo invertido en los cambios de presentación en las líneas de producción, que oscilan entre el 72% al 92% de mejora o ahorro en tiempo. Para el caso de la sopladora, se observó una mejora del 86% con 2,984 cajas ganadas que se traducen en \$149,176 por hora de producción.

Tabla 26. Ahorro por la mejora en los cambios de presentación Línea 1 (PBC, Análisis de procesos, 2011).

| CONCEPTO         | SOPLADORA  | LLENADORA  | TRANSPORTADORES | SANEAMIENTO | ETIQUETADORA | ENVOLVEDORA |
|------------------|------------|------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|
| %Cambio          | 86%        | 92%        | 89%             | 83%         | 72%          | 72%         |
| B/H              | 19200      | 19200      |                 |             | 24000        | 39600       |
| Cajas ganadas    | 2984       | 3075       | 0               | 0           | 3433         | 5683        |
| \$ Cajas ganadas | \$ 149,176 | \$ 153,766 | \$ -            | \$ -        | \$ 171,642   | \$ 284,167  |

Al hacer la proyección en todas las líneas de producción, considerando el número de producto faltante por línea, se tendría un ahorro de \$600,000.00 anuales, por el concepto de disponibilidad de producto terminado para los centros de distribución y cruce de andén.

#### 4.4. PROPUESTA PARA LA DISPONIBILIDAD DE TRANSPORTE

Se presentan algunos indicadores para la evaluación y monitoreo del área de transporte.

- ♦ Costo de distribución medio unitario.

El costo de distribución está determinado por gastos de nómina del personal operativo y administrativo, mantenimiento a unidades de transporte propias, pago terceras empresas por la prestación del servicio, gastos directos e indirectos.

El costo de distribución incluye los aspectos señalados en la tabla 28; directamente relacionado con las cajas transportadas, número de viajes realizados, kilómetros recorridos, transportación, consumo de combustible y gastos de mantenimiento.

A través del cálculo de los costos de distribución se logra un indicador que nos dice cómo se está manejando el transporte y cómo se pueden optimizar los recursos y finalmente, mejorar el servicio que se brinda a los centros de distribución.

Tabla 27. Cálculo del costo de distribución (PBC, Análisis de procesos, 2011)

| <b>LOGISTICA 2010 REGION METRO</b> |               |               |               |               |               |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                    | <b>ENE</b>    | <b>FEB</b>    | <b>MAR</b>    | <b>ABR</b>    | <b>MAY</b>    |
| <b>Cajas transportadas</b>         |               |               |               |               |               |
| Equipo propio                      | 1,780         | 1,820         | 1,997         | 2,147         | 2,221         |
| Equipo externo                     | 42            | 59            | 78            | 33            | 83            |
| Equipo externo (maquilas)          |               | 5             | 7             | 6             | 5             |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>1,821</b>  | <b>1,884</b>  | <b>2,083</b>  | <b>2,186</b>  | <b>2,309</b>  |
| <b>Número de viajes realizados</b> |               |               |               |               |               |
| Equipo propio                      | 1,600         | 1,607         | 1,752         | 1,927         | 1,973         |
| Equipo externo                     | 36            | 50            | 67            | 28            | 69            |
| Equipo externo (maquilas)          |               | 5             | 6             | 5             | 4             |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>1,636</b>  | <b>1,662</b>  | <b>1,825</b>  | <b>1,960</b>  | <b>2,046</b>  |
| <b>Kilómetros recorridos</b>       |               |               |               |               |               |
| Equipo propio                      | 84            | 84            | 84            | 84            | 84            |
| Equipo externo                     | 19            | 27            | 36            | 15            | 37            |
| Equipo externo (maquilas)          | -             | 9             | 11            | 9             | 7             |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>103</b>    | <b>120</b>    | <b>131</b>    | <b>108</b>    | <b>129</b>    |
| <b>Costos de transportación</b>    |               |               |               |               |               |
| <b>Transportación</b>              |               |               |               |               |               |
| Nómina Base                        | \$ 572        | \$ 523        | \$ 573        | \$ 557        | \$ 573        |
| Incentivos                         | \$ 293        | \$ 295        | \$ 342        | \$ 361        | \$ 378        |
| Combustible                        | \$ 322        | \$ 327        | \$ 329        | \$ 332        | \$ 334        |
| Peajes                             | \$ 82         | \$ 80         | \$ 92         | \$ 93         | \$ 96         |
| Seguros                            | \$ 30         | \$ 30         | \$ 30         | \$ 30         | \$ 30         |
| Aguinaldos                         | \$ 57         | \$ 54         | \$ 61         | \$ 61         | \$ 63         |
| Fondos de Ahorros                  | \$ 53         | \$ 49         | \$ 55         | \$ 55         | \$ 57         |
| Rentas Tractos, Remolques, Dollys  | \$ 340        | \$ 305        | \$ 465        | \$ 332        | \$ 332        |
| Legales                            | \$ 14         | \$ 14         | \$ 14         | \$ 14         | \$ 14         |
| Depreciación                       | \$ 2          | \$ 2          | \$ 2          | \$ 2          | \$ 2          |
| Prestaciones                       | \$ 451        | \$ 424        | \$ 504        | \$ 468        | \$ 484        |
| <b>Análisis de operación</b>       |               |               |               |               |               |
| <b>Promedio de cajas por viaje</b> |               |               |               |               |               |
| Equipo propio                      | 1,112         | 1,133         | 1,140         | 1,114         | 1,126         |
| Equipo externo                     | 1,161         | 1,178         | 1,167         | 1,168         | 1,209         |
| Equipo externo (maquilas)          | 0             | 1,000         | 1,200         | 1,200         | 1,200         |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>1,113</b>  | <b>1,134</b>  | <b>1,141</b>  | <b>1,115</b>  | <b>1,129</b>  |
| <b>Consumo de combustible</b>      |               |               |               |               |               |
| <b>Diesel Real</b>                 |               |               |               |               |               |
| Costo lt diesel s/ IVA             | \$ 6.417      | \$ 6.483      | \$ 6.548      | \$ 6.613      | \$ 6.679      |
| Gasto programado                   | \$ 322        | \$ 327        | \$ 329        | \$ 332        | \$ 334        |
| Gasto real                         |               |               |               |               |               |
| % Variación                        | -100%         | -100%         | -100%         | -100%         | -100%         |
|                                    | 50            | 50            | 50            | 50            | 50            |
| <b>Gasto de mantenimiento</b>      |               |               |               |               |               |
| <b>Tractocamiones</b>              |               |               |               |               |               |
| Presupuestado AOP 2010             | \$ 193        | \$ 305        | \$ 469        | \$ 432        | \$ 426        |
| Real Mantenimiento                 |               |               |               |               |               |
| Real Llantas                       |               |               |               |               |               |
| % Variación                        | 100%          | 100%          | 100%          | 100%          | 100%          |
| <b>Fletes unidades rentadas</b>    |               |               |               |               |               |
| Presupuestado AOP 2010             | \$ 111        | \$ 108        | \$ 140        | \$ 137        | \$ 148        |
| Real Mantenimiento                 |               |               |               |               |               |
| Real Llantas                       |               |               |               |               |               |
| % Variación                        | 100%          | 100%          | 100%          | 100%          | 100%          |
| gastos mantenimiento AOP 2010      | 193           | 305           | 469           | 432           | 426           |
| gastos mantenimiento REAL 2009     | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| \$ / KM AOP 2010                   | 2.30          | 3.63          | 5.59          | 5.14          | 5.07          |
| \$ / KM REAL 2009                  |               |               |               |               |               |
| Gasto total                        | \$2,520.45    | \$2,558.23    | \$3,125.72    | \$2,914.14    | \$2,968.59    |
| Cajas                              | 1,821.397     | 1,883.942     | 2,082.774     | 2,186.194     | 2,309.154     |
| <b>Costo caja</b>                  | <b>\$1.38</b> | <b>\$1.36</b> | <b>\$1.50</b> | <b>\$1.33</b> | <b>\$1.29</b> |
| Costo km                           | \$24.38       | \$21.29       | \$23.83       | \$26.90       | \$23.10       |
| Costo viaje                        | \$1,575.28    | \$1,591.93    | \$1,784.09    | \$1,512.27    | \$1,504.61    |

◆ Plazo de envío al centro de distribución

El plazo de envío de los folios programados a los centros de distribución es de 24 horas. En el programa de distribución se marcan prioridades, las cuales deben de ser consideradas cuando el área de transporte programa los despachos.

Durante un período de dos meses se despacharon 8,523 viajes a los centros de distribución. El 24% de los viajes se despachan de 6:31 a 14:30, el 32% de 14:31 a 22:00 y el 44% de las 22:01 a las 6:30 am. Se observa una clara tendencia por el nivel más elevado de atención a los cedis durante la noche. Las condiciones en cada uno de los turnos es diferente, el nivel de tráfico de la ciudad, la atención a las unidades de venta e incluso los horarios de llegada del personal afectan directamente el número de envíos.

La figura 43 presenta el histórico de folios que se despachan en período determinado. A las 11:30 pm y a las 2: 30 am se despacha la mayor cantidad de producto hacia los centros de distribución.

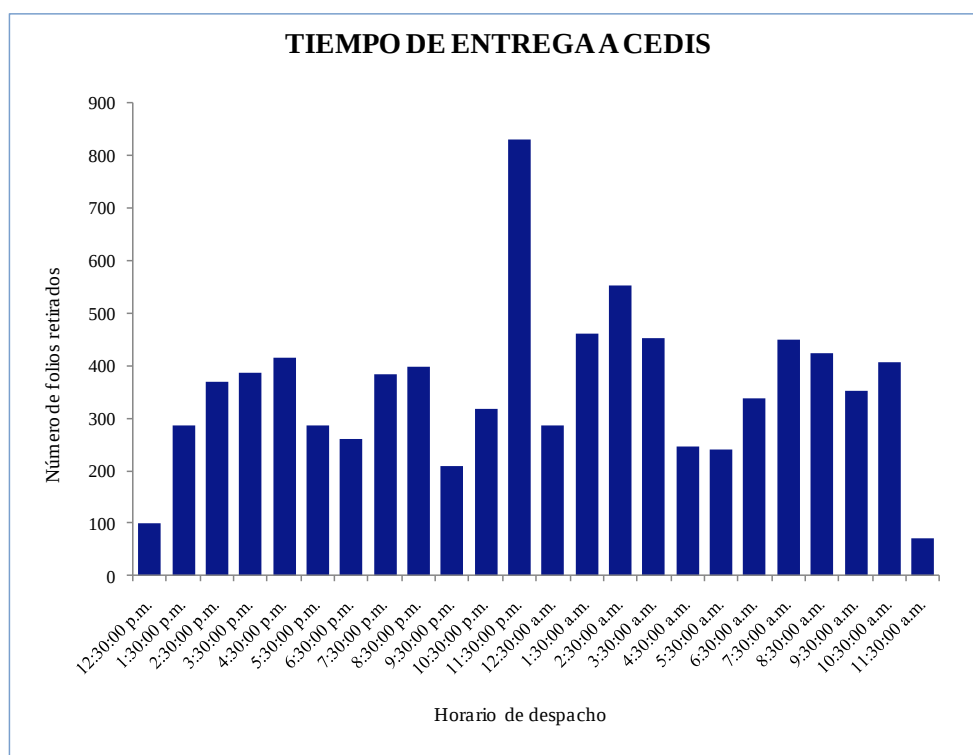


Figura 38. Tiempo de entrega a centros de distribución (PBC, Análisis de procesos, 2011)

El cumplimiento al programa de distribución indica número de viajes que si se enviaron a los centros de distribución dentro del período establecido. El producto se debe enviar en las cantidades programadas, a los lugares indicados, de acuerdo al programa de distribución.

El 86% de los viajes programados se entregan en un período menor a 24 horas. Los viajes no enviados en el plazo establecido se cancelan o se vuelven a programar, normalmente con alta prioridad.

El número de folios que se programan están directamente relacionados con la variabilidad de la demanda. La cantidad de producto enviado a los centros de distribución debe de cumplir con las políticas de reposición de inventarios.

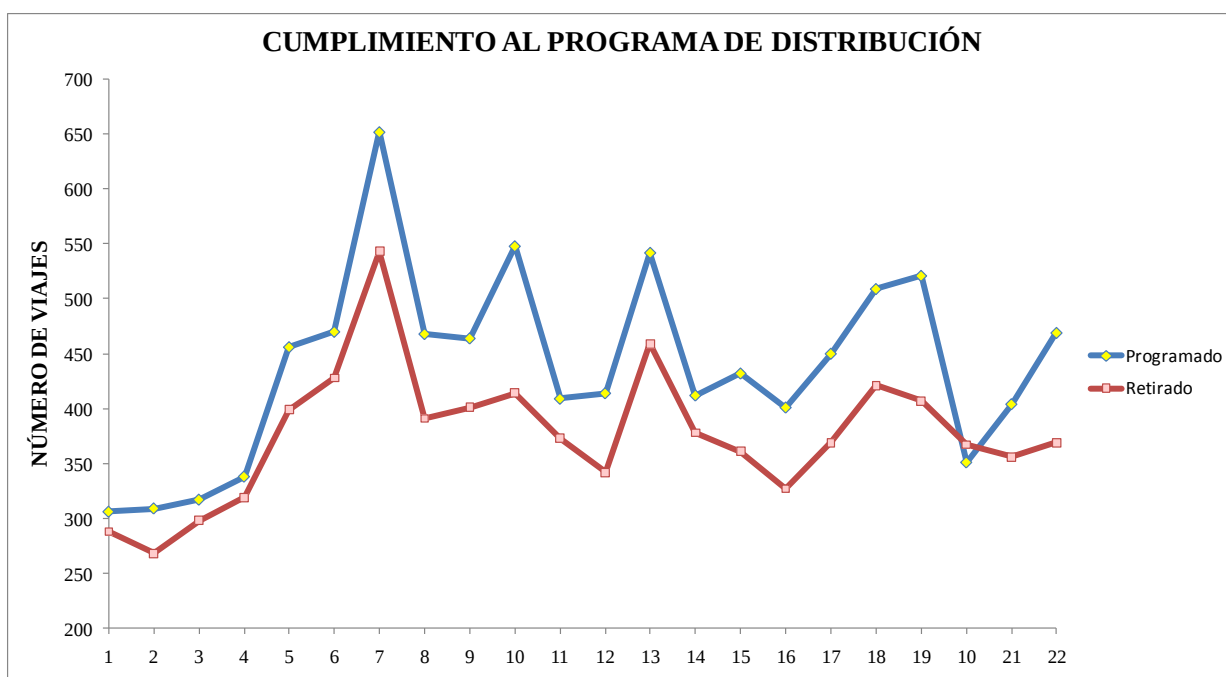


Figura 39. Cumplimiento al programa de distribución (PBC, Análisis de procesos, 2011).

- ◆ Costo de almacén sobre venta

El costo del almacén está directamente relacionado con el costo de producción, partiendo de la hipótesis de que todo lo que se produce es todo lo que sale del almacén. Dentro de la actividad de inventario los rubros involucrados son costo de producción, costo de compra, costo de venta-devolución, costo de transferencias de entrada, costo de transferencias de salida, costo de embarques foráneos, costo de consumos, costo de rotura-merma, costo de conversión mix, costo de ajuste de conteo físico y costo del inventario final.

Los indicadores mencionados dan a conocer la magnitud de la empresa; así como las problemáticas que pueden presentarse. Durante un mes se producen 2, 993,919 cajas que se traducen en \$ 94, 554,102. También se compra producto terminado a otras regiones o empresas, por \$9, 533, 712. Existen transferencias de entrada y salida a los centros de distribución del área metropolitana y al interior de la república, también se manejan los conceptos de consumo, merma, que impactan el costo del almacén.

Tabla 28. Actividad de inventario (PBC, Análisis de procesos, 2011)

| CONCEPTO                 | EMSA              | VITALITE          | TOTAL             |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Producción               | 1,131,894         | 1,862,025         | 2,993,919         |
| Costo Produccion         | \$ 58,889,302.82  | \$ 35,664,799.78  | \$ 94,554,102.60  |
| Compra                   | 30,444            | 100,497           | 130,941           |
| Costo Compra             | \$ 2,115,945.38   | \$ 7,417,766.65   | \$ 9,533,712.03   |
| Venta Devolucion         | 0                 | 0                 | 0                 |
| Costo Venta Devolucion   | \$ -              | \$ -              | \$ -              |
| Dev Mercado Modemo       | 0                 | 0                 | 0                 |
| Costo Dev Mercado Modemo | \$ -              | \$ -              | \$ -              |
| Transfer. Entrada        | 35,841            | 93,150            | 128,991           |
| Costo Transfer Entrada   | \$ 1,840,269.92   | \$ 2,464,578.39   | \$ 4,304,848.31   |
| Transfer. Salida         | -849,508          | -1,892,435        | -2,741,943        |
| Costo Transfer Salida    | -\$ 46,356,418.78 | -\$ 43,385,317.92 | -\$ 89,741,736.70 |
| OM Embarques             | -338,140          | -136,233          | -474,373          |
| Costo Om Embarques       | -\$ 15,864,016.45 | -\$ 2,585,378.10  | -\$ 18,449,394.55 |
| Consumo                  | -2,207            | -2,071            | -4,278            |
| Costo Consumo            | -\$ 65,639.14     | -\$ 48,304.20     | -\$ 113,943.34    |
| Rotura Merma             | -951              | 1,147             | 196               |
| Costo Rotura Merma       | -\$ 49,886.99     | -\$ 12,804.06     | -\$ 62,691.05     |
| Conversion Mix           | 0                 | 0                 | 0                 |
| Costo Conversion Mix     | \$ -              | \$ -              | \$ -              |
| Ajuste Conteo Fis.       | 1                 | -5                | -4                |
| Costo Ajuste Conteo Fis  | \$ 4,273.36       | \$ 1,043.99       | \$ 3,229.37       |
| Inventario Final         | 103,851           | 201,434           | 305,285           |
| Costo Total              | \$ 6,057,303.33   | \$ 6,219,233.92   | \$ 12,276,537.26  |

♦ Nivel de servicio por pedido y centro

Las cajas físicas desplazadas durante el 2010 comparado con el 2009 se han incrementado en 15%. Entran dentro de este rubro las cadenas comerciales a las que se les surte producto desde la planta. El producto difiere, respecto al que se envía a los centros de distribución, por el tipo de pallet utilizado para trasladar el producto; el proceso administrativo contiene una factura con valor fiscal.

Durante el 2010, el mes con mayor volumen de venta fue mayo, con 1, 266,405 cajas, que equivale al 60% más en volumen respecto al mismo mes del 2009, en segundo lugar estuvo junio con 1, 066,274 cajas y el 55% de incremento. En promedio, por el mercado de cruce de andén se venden 9, 554, 847 cajas, dando un crecimiento promedio del 15% respecto al 2009.

Tabla 29. Cajas desplazadas a tiendas de autoservicio (PBC, Análisis de procesos, 2011)

| Mes       | 2009          | 2010      | Crecimiento Vs<br>Año Anterior |
|-----------|---------------|-----------|--------------------------------|
|           | cajas físicas |           | en %                           |
| Ene       | 567,627       | 469,537   | -17%                           |
| Feb       | 466,079       | 583,956   | 25%                            |
| Mar       | 727,682       | 942,738   | 30%                            |
| Abr       | 682,998       | 936,127   | 37%                            |
| May       | 789,434       | 1,266,405 | 60%                            |
| Jun       | 687,553       | 1,066,274 | 55%                            |
| Jul       | 916,814       | 821,214   | -10%                           |
| Ago       | 949,490       | 721,925   | -24%                           |
| Sep       | 724,036       | 664,052   | -8%                            |
| Oct       | 751,455       | 379,156   |                                |
| Nov       | 574,288       |           |                                |
| Dic       | 756,876       |           |                                |
| Total     | 8,594,333     | 7,851,385 | -                              |
| Acumulado | 6,511,714     | 7,472,228 | 15%                            |

El volumen de cajas desplazadas durante el 2010 es más inestable que el 2009, por lo que queda abierta la posibilidad de analizar el comportamiento de las ventas por cruce de andén para la cobertura del producto.

---

#### 4.5. PROPUESTA PARA LA DISPONIBILIDAD DE MATERIALES

---

Se inicia con el pronóstico de ventas para cada producto, en el que se identifican las cantidades demandadas en cada período. El pronóstico de ventas para el 2011 es de 32, 911,893. El mes en que se prevé mayor venta es abril con 3, 441,670 cajas, seguido de mayo con 3, 121,813 cajas.

Se conjuntan todos los pronósticos de los productos en una sola demanda agregada para todo el sistema productor.

Tabla 30. Pronóstico de ventas 2011 (PBC, Análisis de procesos, 2011).

| Mes          | Pronóstico de<br>demanda 2011 |
|--------------|-------------------------------|
| Enero        | 2,758,764                     |
| Febrero      | 2,442,272                     |
| Marzo        | 2,573,985                     |
| Abril        | 3,441,670                     |
| Mayo         | 3,121,813                     |
| Junio        | 2,694,418                     |
| Julio        | 2,849,880                     |
| Agosto       | 2,759,896                     |
| Septiembre   | 2,611,949                     |
| Octubre      | 2,663,843                     |
| Noviembre    | 2,332,515                     |
| Diciembre    | 2,660,886                     |
| <b>Total</b> | <b>32,911,893</b>             |

Se transporta la demanda agregada para cada período en términos de requerimientos de:

- ♦ Mano de obra
- ♦ Materiales (cantidad y tipo)
- ♦ Máquinas

Otros elementos de la capacidad productiva para satisfacer la demanda agregada. Se desarrollan esquemas alternativos de utilización de recursos para proporcionar la capacidad productiva necesaria que permita soportar la planeación agregada acumulada.

Se selecciona el plan de capacidad que satisfaga la demanda agregada al costo más bajo. El desarrollo de esquemas alternativos de utilización de recursos para proporcionar la capacidad productiva necesaria que permita soportar la demanda agregada. El desarrollo de estos esquemas se logra mediante la aplicación de diversos métodos que auxilian a la solución de este problema.

Algunos de los más importantes métodos de solución son:

- ♦ Método tabular o gráfico
- ♦ Reglas de decisión lineal
- ♦ Programación lineal
- ♦ Reglas heurísticas

Se presenta la alternativa de planeación agregada para el primer y segundo semestre del 2011, mediante el método tabular.

El histograma y la gráfica de los requerimientos acumulados muestran cómo el pronóstico se desvía de los requerimientos promedio.

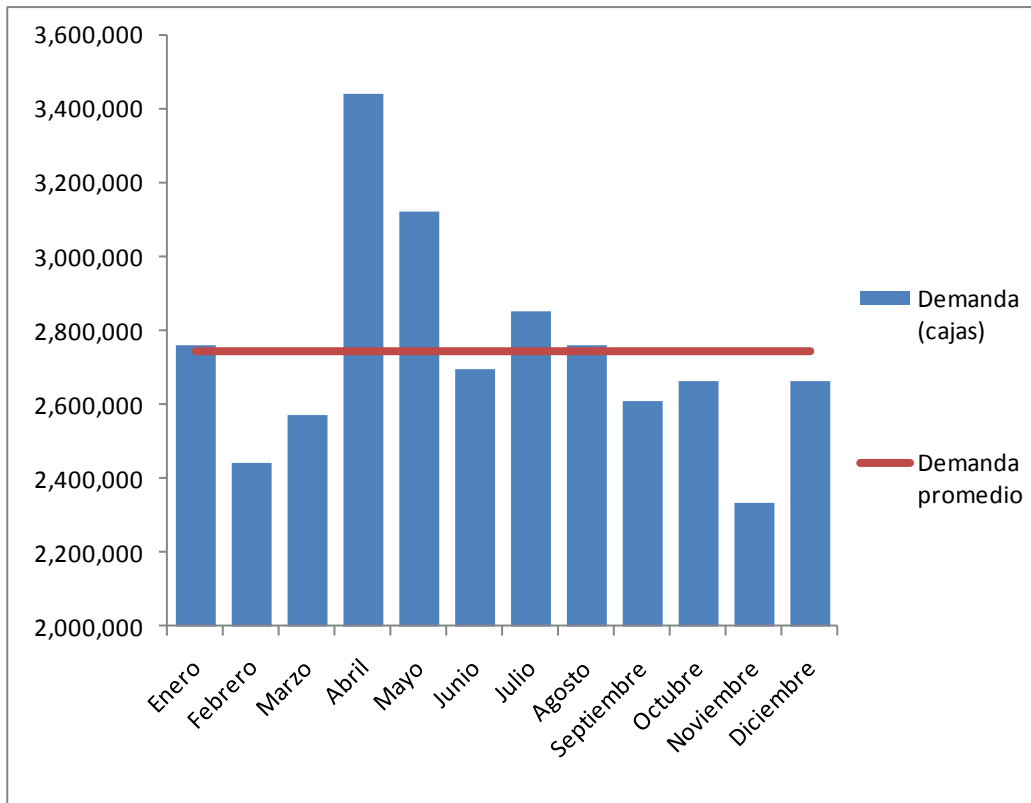


Figura 40. Histograma de los requerimientos de producto: proyección y promedio (PBC, Análisis de procesos, 2011)

A continuación se presentan las alternativas de planeación agregada, para elegir la que proporcione mejores beneficios.

La primera alternativa consiste en ajustar los inventarios para cubrir la demanda. Enero inicia con 500, 000 cajas, a través de estas se tiene un beneficio durante todo el año, suficiente para garantizar la demanda hasta diciembre, sin dejar nada en inventario al final del último período.

Tabla 31. Cambio de los niveles de inventario para cubrir la demanda (PBC, Análisis de procesos, 2011).

| Mes          | Pronóstico de la<br>demanda (cajas) | Demanda<br>acumulada | Nivel de<br>producción | Producción<br>acumulada | Inventario | Inventario adaptado con<br>500,000 en el inicio de<br>enero | Costo por mantener los<br>inventarios (miles) |
|--------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Enero        | 2,758,764                           | 2,758,764            | 2,742,658              | 2,742,658               | -16,106    | 483,894 \$                                                  | 193,557                                       |
| Febrero      | 2,442,272                           | 5,201,036            | 2,742,658              | 5,485,316               | 284,279    | 784,279 \$                                                  | 313,712                                       |
| Marzo        | 2,573,985                           | 7,775,022            | 2,742,658              | 8,227,973               | 452,952    | 952,952 \$                                                  | 381,181                                       |
| Abril        | 3,441,670                           | 11,216,692           | 2,742,658              | 10,970,631              | -246,061   | 253,939 \$                                                  | 101,576                                       |
| Mayo         | 3,121,813                           | 14,338,505           | 2,742,658              | 13,713,289              | -625,216   | -125,216 -\$                                                | 50,087                                        |
| Junio        | 2,694,418                           | 17,032,924           | 2,742,658              | 16,455,947              | -576,977   | -76,977 -\$                                                 | 30,791                                        |
| Julio        | 2,849,880                           | 19,882,804           | 2,742,658              | 19,198,605              | -684,199   | -184,199 -\$                                                | 73,680                                        |
| Agosto       | 2,759,896                           | 22,642,700           | 2,742,658              | 21,941,262              | -701,438   | -201,438 -\$                                                | 80,575                                        |
| Septiembre   | 2,611,949                           | 25,254,649           | 2,742,658              | 24,683,920              | -570,729   | -70,729 -\$                                                 | 28,292                                        |
| Octubre      | 2,663,843                           | 27,918,493           | 2,742,658              | 27,426,578              | -491,915   | 8,085 \$                                                    | 3,234                                         |
| Noviembre    | 2,332,515                           | 30,251,008           | 2,742,658              | 30,169,236              | -81,772    | 418,228 \$                                                  | 167,291                                       |
| Diciembre    | 2,660,886                           | 32,911,893           | 2,742,658              | 32,911,893              | 0          | 500,000 \$                                                  | 200,000                                       |
| <b>Total</b> | <b>32,911,893</b>                   |                      |                        |                         |            | <b>\$</b>                                                   | <b>1,097,127</b>                              |

El costo de este modelo es de \$1, 097,127.00, el cual contempla ajustar mano de obra, pagando tiempo extra, para cubrir la demanda al 100%.

La alternativa 2 contempla subcontratar el personal necesario para cubrir toda la demanda del mercado. Se considera un costo incremental por unidad, de \$0.5. Será necesario subcontratar para 4, 921, 714 cajas, el período con mayor demanda es abril, con 1, 109,155 cajas.

Tabla 32. Costos por subcontratación (PBC, Análisis de procesos, 2011).

| Mes          | Pronóstico de la<br>demanda (cajas) | Unidades de<br>producción | Unidades de<br>subcontratación | Costo incremental a<br>\$0.5 por unidad (\$) |
|--------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|
| Enero        | 2,758,764                           | 2,332,515                 | 426,249                        | \$ 213,125                                   |
| Febrero      | 2,442,272                           | 2,332,515                 | 109,757                        | \$ 54,879                                    |
| Marzo        | 2,573,985                           | 2,332,515                 | 241,470                        | \$ 120,735                                   |
| Abril        | 3,441,670                           | 2,332,515                 | 1,109,155                      | \$ 554,578                                   |
| Mayo         | 3,121,813                           | 2,332,515                 | 789,299                        | \$ 394,649                                   |
| Junio        | 2,694,418                           | 2,332,515                 | 361,903                        | \$ 180,952                                   |
| Julio        | 2,849,880                           | 2,332,515                 | 517,365                        | \$ 258,683                                   |
| Agosto       | 2,759,896                           | 2,332,515                 | 427,381                        | \$ 213,691                                   |
| Septiembre   | 2,611,949                           | 2,332,515                 | 279,434                        | \$ 139,717                                   |
| Octubre      | 2,663,843                           | 2,332,515                 | 331,328                        | \$ 165,664                                   |
| Noviembre    | 2,332,515                           | 2,332,515                 | 0                              | \$ -                                         |
| Diciembre    | 2,660,886                           | 2,332,515                 | 328,371                        | \$ 164,185                                   |
| <b>Total</b> |                                     |                           |                                | <b>\$ 2,460,857</b>                          |

El costo de este modelo es de \$2, 460,857.00, el cual contempla subcontratar mano de obra para cubrir la demanda al 100%.

De acuerdo a los análisis anteriores, se elige el Plan 1 de la planeación agregada, pues el objetivo es cubrir la demanda al menor costo posible.

A partir de la planeación agregada se hace la explosión de materiales para evitar tener faltantes de materiales para cubrir la demanda pronosticada. El punto fino del análisis radica en poder identificar la variabilidad del proceso para tratar de minimizar los posibles problemas de aprovisionamiento.

## CONCLUSIONES

La definición del problema fue uno de los mayores retos para la investigación, así como obtener la información requerida. El enfoque de nivel de servicio a los centros de distribución, desde la perspectiva de tiempo, calidad y cantidad de producto terminado. El reporte de OOS (*Out of stock*) proporciona el número de cajas que no se venden respecto al número de cajas recabadas mediante el proceso de pre-venta. Desde el punto de vista monetario, se identificó una pérdida de más de medio millón de pesos por producto solicitado por los clientes minoristas, pero que no pudo ser entregado por diversas razones.

La variabilidad de razones por las que no llega el producto a los centros de distribución se convierte en el caso de estudio de este trabajo; las causas se analizan de acuerdo al impacto que representan sobre los faltantes de producto. El producto no disponible en la planta, la falta de unidades de transporte y la falta de materiales son las tres causas principales, objeto de estudio.

Para analizar porque no se tiene producto disponible en planta, por problemas en el área de producción, se toman de datos (en piso) de tiempos de pérdidas de utilización durante un mes, aportando conocimiento del proceso y las causas por las que se originan. El análisis de los procesos deja ver que el lado humano es uno de los principales pilares que se deben considerar en las propuestas de los procesos, pues las actividades cumplen con las características de ergonomía y seguridad y motivación para los empleados, al implementar el mantenimiento productivo total.

Se implementó TPM en la línea 1, porque es la línea que produce los productos con mayor índice de faltantes en los clientes. La realización de TPM por colaboradores, logró involucrar a todas las áreas de la empresa, dado que es un proyecto integral, donde además se busca cambiar la cultura laboral. Después de 8 meses, se logró el objetivo: mejorar el nivel de servicio al área de almacén de producto terminado, disminuyendo los tiempos de pérdidas de utilización en los cambios de presentación en más del 50% en todas las estaciones de trabajo.

La investigación logra disminuir el 60% del costo de las cajas faltantes en los centros de distribución, considerando que se realice el mismo proceso en las otras cuatro líneas de producción.

El presente trabajo se puede extrapolar al resto de las líneas de producción, utilizando el mismo enfoque de solución de problemas. Posteriormente se puede implementar en el resto de las plantas del área metropolitana.

El análisis de las unidades de transporte se puede desarrollar de forma global, en el área metropolitana, para sincronizar los procesos y optimizar resultados, pues hasta el momento se ve de forma particular en cada planta. Queda abierto el desarrollo de este tema, para futuras investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

ANPRAC. Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas, A.C. 2006. <http://www.anprac.org.mx> 6-jun-2010

BALLOU, Ronald H. Logística. *Administración de la cadena de suministro*. Pearson Prentice Hall. 5ª Ed. México 2004. ISBN 970-26-0540-7.

BALLOU, Ronald. *Business Logistics Supply Chain Management*. Prentice Hall. 5ª Ed. México 2003.

BATEMAN, Snell. *Administración: Liderazgo y colaboración en un mundo competitivo*. Mc Graw Hill.

CHASE, Richard B et al. *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*. Mc Graw-Hill. 10ª Ed. México 2004.

CHASE-JACOBS-AQUILANO. *Operations management for competitive advantage*. Mc Graw-Hill. 3ª Ed. New York 2004.

CHOPRA, Sunil y Peter Meindl. *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, Planeación y Operación*. Pearson Prentice Hall. 3ª Ed. New York 2008.

CHRISTENSEN, Howard B. *Estadística paso a paso*. Trillas. 2ª Ed. México 1990.

CHRISTOPHER, Martin. *Logística: Aspectos estratégicos*. Limusa. México 2008.

GIBSON, Rowan. *Repensando el futuro*. Grupo Editorial Norma, Colombia 1997.

GIGOLA C. *Los Efectos de una mala Sincronización de la Cadena de Suministro: Bullwhip Effect*. Escuela de Negocios, Año 3, Vol.5. ITAM. 2001.

HAMMER, Michael & James Champy. *Reingeniería*. Grupo Editorial Norma. 5ª Ed. Colombia 1994.

HANDFIELD, Robert B. y Ernest L. Nichols. *Introduction to Supply Chain Management*. Prentice Hall. Upper Saddle River 1999.

HENAINÉ Abed, Mariem. *Planeación y control de la producción*. Universidad Autónoma Metropolitana. 2ª Ed. México 1996.

INEGI. *El ABC de los indicadores de la Productividad*. Aguascalientes 2003.

INEGI. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. 2010. <http://www.inegi.org.mx>. 12-Febrero-2011

JAMES, Stock & Douglas Lambert. *Strategic Logistics Management*. McGraw-Hill. 4ª Ed. New York 2004.

KAST, Freemont E. y James E. Rosenzweig. *Administración en las organizaciones. Enfoque de sistemas y de contingencias*. Mc Graw-Hill. 4ª Ed. México 2004.

LALONDE, Bernard. *Supply Chain Management: Myth or Reality?* Supply Chain Management Review, Spring.1997.

LONG, Douglas. *Logística internacional. Administración de la cadena de abastecimiento global*. Limusa Noriega Editores. México 2007.

MACDONALD, John. *¿Cómo entender reingeniería de procesos?* Panorama Editorial, México 1996.

MANGANELLI, Raymond. *¿Cómo hacer reingeniería?* Grupo Editorial Norma, Colombia 1995.

MENTZER, John. *Defining Supply Chain Management*. Journal of Business Logistics. 2001

NAHMIAS, S. *Análisis de la producción y las operaciones*. CECSA. 2° Ed. México 2005.

NARASIMHAN, Sim et Al. *Planeación de la producción y control de inventarios*. Pearson Prentice Hall. México 1996.

PORTER, Michael E. *Ventaja competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. CECSA 1992.

SADLER, Ian. *Logistics and Supply Chain Integration*. SAGE Publications Ltd. London 2007.

SIMCHI-LEVI, David et al. *Designing and managing the supply chain. Concepts, strategies, and case studies*. Mc Graw-Hill. 3ª Ed. New York 2003.

SIMCHI-LEVI, David et al. *The Logic of Logistics*. Mc Graw-Hill. 3ª Ed. New York 2004.

SPIEGEL, Murray R. y Larry J. Stephens. *Estadística*. Mc Graw Hill. 3ª Ed. México 2002.

UMBLE, Michael & M. L. Srikanth. *Manufactura sincrónica. Principios para lograr una excelencia de categoría mundial*. CECSA. México 1995.

URZELAI Inza, Aitor. *Manual Básico de Logística Integral*. 2006

#### Fuentes electrónicas

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/aPropositom.asp?s=inegi&c=2734&ep=18> 12 de septiembre de 2009.

<http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdiecoy.exe/774?s=est&c=15614> 6 de noviembre de 2009.

<http://www.compite.org.mx/DOFNuevaEstratificacionDeLasPyMEs.htm> 7 de noviembre de 2009.

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/muestra.asp?tema=4&c=289> 7 de noviembre de 2009

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Indicadores%20de%20la%20actividad%20industrial/2009/Octubre/comunica.pdf> 7 de noviembre de 2009

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Indicadores%20de%20la%20actividad%20industrial/2009/Octubre/cuadro.pdf> 7 de noviembre de 2009

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/abc-prod.pdf> 7 de noviembre de 2009

<http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ii5xqLQ5VLgC&oi=fnd&pg=PA1&dq=cadena+de+suministro&ots=u04BirKm5q&sig=8w1jLsBv3bg2ckMosvQEAlYhwLo#>

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Tiburcio\\_R\\_V/t\\_completo.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Tiburcio_R_V/t_completo.pdf)

13 de marzo de 2011