



Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial



***Propuestas de mejora para la reducción de pérdidas en el proceso de producción de una empresa fabricante de bebidas no carbonatadas  
(Caso: Pepsi-Cola Venezuela C.A., Planta Valencia)***

Tutor Académico:  
Prof. Manuel Jiménez

Realizado por:  
Fong L., Hang Yee A.  
CI: 15.455.059

Guillén S., Desirée C.  
CI: 16.268.489

Valencia, Abril de 2008



Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial



***Propuestas de mejora para la reducción de pérdidas en el proceso de producción de una empresa fabricante de bebidas no carbonatadas  
(Caso: Pepsi-Cola Venezuela C.A., Planta Valencia)***

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Industrial

Tutor Académico:  
Prof. Manuel Jiménez

Realizado por:  
Fong L., Hang Yee A.  
CI: 15.455.059

Guillén S., Desirée C  
CI:16.268.489

Valencia, Abril de 2008



Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial



### ***Certificado de Aprobación***

Nosotros los abajo firmantes, Miembros del Jurado, designados por el Consejo de Escuela para evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado *“Propuestas de mejora para la reducción de pérdidas en el proceso de producción de una empresa fabricante de bebidas no carbonatadas (Caso: Pepsi-Cola Venezuela C.A., Planta Valencia)”* realizado por los Brs. Fong Hang Yee, CI: 15.455.059 y Guillén Desirée, CI: 16.268.489; hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

---

Prof. Manuel Jiménez  
Tutor Académico  
**Presidente del Jurado**

---

Prof. Ilse Pérez  
**Miembro del Jurado**

---

Prof. María A. Salama  
**Miembro del Jurado**

**DEDICATORIA**

*... A ti,*

*Que te has interesado en consultar este estudio,  
esperamos que sea de máximo provecho.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Dios mío perdóname por todos los errores cometidos, pero sin ellos no podría aprender, gracias por estar siempre presente en mi corazón y sé que nunca me abandonarás.*

*Gracias Diosito, ...a última hora (me enviaste refuerzos) conté con mucho apoyo para la culminación de este trabajo ...hasta de personas que ni me esperaba contar. Gracias por permanecer a nuestro lado siempre.  
Bendito seas!!*

*La felicidad que siento no es única, sino compartida.*

*Gracias mami y papi, por apoyarme en todo momento, por enseñarme el valor del trabajo, la responsabilidad y la perseverancia, al igual que ha mi querido hermano y mi preciosa abuela...Mi familia que me vio crecer. Gracias por su apoyo incondicional. Igualmente le agradezco a mi tía, a mis tíos y a mis primos que siempre estuvieron allí, esperando la buena nueva.*

*Si nunca buscamos, jamás encontraremos, ... así que un millón de gracias a todos aquellos amigos y amigas (no los nombro porque se me puede escapar alguien jaja) que en algún momento de sus vidas los necesite y me tendieron su mano, ...no se imaginan el lugar que ocupan en mi corazón, ...así como todos aquellos que me dieron palabras de aliento y entusiasmo durante la realización del presente estudio. Miil Gracias!!*

*Al profesor Manuel Jiménez por su apoyo y sobre todo por su **paciencia** ...  
Un millón de Gracias!!*

*Y gracias a todos los profesores que me fueron formando en esta maravillosa profesión ...en esta excelente alma mater, de los cuales se aprende muchísimo, ...de todo!, haciendo de nuestra calidad como profesionales, de primera!*

*Igualmente le agradezco a la planta Pepsi-Cola Venezuela C.A. por abrirnos las puertas y dejarnos llevar a cabo esta investigación.*

*Un abrazo ...Desirée.*

*Gracias Dios por darnos la oportunidad de compartir esta alegría, por darnos fuerzas y serenidad en aquellos momentos en que sentimos que nadábamos contra corriente. No hay palabra que describa la plenitud que se siente al culminar este estudio y poder graduarnos por fin como Ingenieros Industriales.*

*Gracias a mi familia por estar, por estar presente en todo momento.*

*Gracias DESI, no tengo palabras para expresar todo lo que necesito decirte. No podría haberlo logrado sin ti. Gracias.*

*Gracias a todas las personas que con su ayuda y apoyo incondicional fueron nuestra inspiración para seguirnos esforzando para lograr nuestra meta y pasar a la siguiente etapa de nuestras vidas: ejercer nuestra carrera profesional. No nombro a nadie para no dejar a nadie por fuera porque son muchos los que influenciaron en nosotras en el período en que realizamos esta obra.*

*Gracias a nuestro tutor el profesor Manuel Jiménez por la paciencia y el tiempo dedicado a nosotras. Ya saliste de estas tesis!! ^\_^*

*Gracias a la Universidad de Carabobo por ser nuestra casa en estos años de estudio, por proporcionarnos una educación de primera y darnos la oportunidad de participar en la vida de personas tan grandiosas que he conocido durante mi estadía.*

*Gracias a mi gran amor, por la felicidad, el amor, por ser tú, espero que siempre estés en mi vida...*

*Hang Yee.*



Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial



**PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN  
EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE  
BEBIDAS NO CARBONATADAS  
(CASO: PEPSI-COLA VENEZUELA C.A., PLANTA VALENCIA)**

Tutor Académico:  
Prof. Manuel Jiménez

Autores:  
Fong L., Hang Yee A.  
Guillén S., Desirée C.

**RESUMEN**

La Planta Pepsi-Cola Venezuela C.A, ubicada en la ciudad de Valencia - Edo. Carabobo, es una organización que se encarga de la elaboración de las bebidas Gatorade y jugos Yukery. Actualmente, presenta serios problemas con respecto a los desperdicios generados en sus líneas de producción, incrementando los costos asociados a las “mermas” e inadecuado uso de la materia prima. El objetivo principal de esta investigación es de identificar y cuantificar las pérdidas que originan los procesos de producción, para así proponer mejoras que permitan la reducción de las mismas. Se procedió a diagnosticar la situación actual mediante herramientas de Ingeniería Industrial, entre ellas el Diagrama de Pareto, obteniéndose como principal causa de pérdidas el número de unidades muestreadas para la inspección de calidad de todas las líneas exceptuando la línea 1 para Latas Yukery, la cual el trancamiento de la válvula de N<sub>2</sub> es la principal, sin embargo, al observar las pérdidas totales en cada línea resulta la línea 2 para Gatorade con un 73,7% de las pérdidas totales de planta, razón por la cual las propuestas se orientaron hacia ese sentido, siendo éstas: reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas, Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin, dispositivo a la salida del Transportador Inverter, entre otras. Finalmente la inversión total en las propuestas equivalen a 29.587,72 BsF., no obstante, se espera un ahorro con la implantación de las mismas, por el orden de 36.577,81 BsF./mes-prod, por lo que la inversión se recupera en un periodo menor a un año (0,81 mes), esperando reducir el 47,65 por ciento de las pérdidas totales de la planta.

***Palabras claves: pérdidas, cuantificación, reducir***



## **INDICE GENERAL**

	Pág.
RESUMEN .....	VII
INTRODUCCIÓN .....	XVII
CAPITULO I. EL PROBLEMA	
1.1 Información de la empresa .....	2
1.1.1 Reseña Histórica .....	2
1.1.2 Misión .....	4
1.1.3 Visión de la Unidad Estratégica de Negocio	
Refrescos y Bebidas Funcionales (2005) .....	4
1.1.4 Valores .....	5
1.1.5 Estructura organizativa de la empresa .....	6
1.1.6 Productos que se elaboran en la empresa .....	7
1.2 Planteamiento del problema .....	8
1.3 Formulación del problema .....	10
1.4 Objetivos .....	10
1.4.1 Objetivo General .....	10
1.4.2 Objetivos Específicos .....	11
1.5 Justificación del estudio .....	11
1.6 Alcance .....	12
1.7 Limitaciones de la investigación .....	13



---

	Pág.
<b>CAPITULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS</b>	
2.1 Marco Teórico .....	15
2.1.1 Antecedentes .....	15
2.1.2 Fundamentos Teóricos .....	17
A. Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta .....	17
B. Los 5 Principios del Pensamiento Esbelto .....	18
C. Kaizen (Mejora Continua) .....	19
D. Los diez mandamientos de Kaizen .....	19
E. Evento Kaizen .....	21
F. ¿Cómo se realiza un evento Kaizen? .....	22
G. Las once grandes pérdidas en plantas de proceso .....	23
2.2 Marco Metodológico .....	26
2.2.1 Tipo de Investigación .....	26
2.2.2 Nivel de investigación .....	27
2.2.3 Fases de la investigación .....	27
<b>CAPITULO III. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	
3.1 Descripción del proceso de Gatorade .....	30
3.2 Descripción del proceso de Yukery .....	37
3.3 Análisis de la Situación Actual .....	49
3.3.1 Identificación de las causas de las mermas en producción ..	49



---

	Pág
3.3.2 Clasificación de las pérdidas identificadas entre ambas líneas de producción .....	58
3.3.3 Descripción de las pérdidas identificadas en el proceso ...	59
3.3.4 Cuantificación de las pérdidas identificadas en el proceso .....	64
3.3.5 Selección de los procesos que generan mayores pérdidas monetarias .....	73
3.3.6 Análisis de los desperdicios de mayor impacto .....	75
<b>CAPITULO VI. PROPUESTAS Y EVALUACIÓN DE MEJORAS</b>	
4.1 Propuestas de Mejora .....	84
4.1.1 Reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas .....	84
4.1.2 Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin .....	87
4.1.3 Dispositivo a la salida del Transportador Inverter .....	90
4.1.4 Metodología para Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Transportador Inverter .....	93
4.1.5 Implementación de un Programa de Mejoramiento Continuo llamado “Evento Kaizen” .....	97
4.1.6 Implementación de un Sistema de Sugerencias .....	104
4.2 Factibilidad Económica de las Propuestas .....	107



---

	Pág
CONCLUSIONES .....	109
RECOMENDACIONES .....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	114
APÉNDICES .....	117



## **INDICE DE TABLAS**

Tabla	Pág
1 Productos elaborados en la empresa .....	7
2 Resumen de las pérdidas de producción por línea según producto .....	74
3 Datos Pareto para Pérdidas en línea 1 Yukery .....	75
4 Datos Pareto para Pérdidas en línea 1 latas Yukery .....	77
5 Datos Pareto para Pérdidas en línea 2 Yukery (250ml) .....	78
6 Datos Pareto para Pérdidas en línea 2 Gatorade (591ml + 946ml) .....	80
7 Pérdidas totales en cada línea de producción .....	82
8 Plan de acción para el reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas .....	85
9 Costos asociados al reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas .....	86
10 Plan de acción para la Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin .....	88
11 Costos asociados a la Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin .....	90
12 Plan de acción para el Dispositivo a la salida del Transportador Inverter .....	91
13 Costos asociados a la Colocación de Dispositivo a la salida del Transportador Inverter .....	92



Tabla	Pág
14 Plan de acción para la Metodología del Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Transportador Inverter .....	94
15 Costos asociados a la Metodología para Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Transportador Inverter .....	96
16 Plan de Acción para Implementar un Programa de Mejoramiento Continuo (Evento Kaizen) .....	98
17 Programación del Evento Kaizen en la línea 2 para la producción de Gatorade .....	101
18 Procedimiento Operacional para realizar Evento Kaizen en una línea de producción .....	102
19 Costos asociados para Implementar un Programa de Mejoramiento Continuo (Evento Kaizen) .....	103
20 Plan de Acción para Implementar un Sistema de Sugerencias .....	104
21 Costos asociados para Implementar un Sistema de Sugerencias .....	106
22 Resumen de las inversiones y ahorros generados con las propuestas .....	108



## **INDICE DE FIGURAS**

Figura		Pág
1	Estructura Organizativa .....	6
2	Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Gatorade 591ml .....	32
3	Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Gatorade 946ml .....	35
4	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Gatorade .....	37
5	Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Yukery 335ml .....	40
6	Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Yukery 250ml y 1000ml (línea 1) .....	43
7	Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Yukery 250ml (línea 2) .....	47
8	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Yukery .....	48
9	Diagrama de Ishikawa para la merma de producción en la línea 1 .....	51
10	Diagrama de Ishikawa para la merma de producción en la línea 2 .....	52
11	Análisis de Pareto en línea 1 Yukery .....	76



---

Figura		Pág
12	Análisis de Pareto en línea 1 latas Yukery .....	77
13	Análisis de Pareto en línea 2 Yukery (250ml) .....	79
14	Análisis de Pareto en línea 2 Gatorade (591ml + 946ml) .....	81
15	Análisis de Pareto de pérdidas totales por líneas .....	82
16	Disposición de los sensores en el bajante de tapas de la Tapadora Zalkin .....	89
17	Funcionamiento mecánico del dispositivo .....	92
18	Etiqueta de identificación del volante del Transportador Inverter .....	95



## **INDICE DE APENDICES**

Apéndice		Pág
1	Formato para la toma de datos .....	118
2	Cálculos de la cuantificación de mermas .....	119
3	Formato para el seguimiento de la abertura de los tacos del Transportador Inverter .....	148
4	Programación del adiestramiento en Mejora Continua ....	159
5	Programación del Seminario de Gestión de Averías .....	150
6	Formato para registrar el evento Kaizen .....	151
7	Formato para la eliminación del desperdicio .....	153
8	Formato del Antes y Después y Ahorro del Evento Kaizen .....	154
9	Cotización del pistón y la electro-válvula para el reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas .....	155
10	Cotización de partes para la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin .....	156
11	Cotización de Alarma para la Tapadora Zalkin .....	157
12	Cotización para el dispositivo a la salida del Transportador Inverter .....	158
13	Cotización de Brocha y Pintura para el volante del Transportador Inverter .....	159
14	Cotización de materiales para la elaboración del buzón de sugerencias .....	160



---

## **INTRODUCCIÓN**

En la búsqueda de las empresas de hoy en día por sostenerse en un mundo tan globalizado y competitivo, Pepsi-Cola Venezuela, C.A, que pertenece al acreditado grupo de Empresas Polar, asume la visión de ser la más eficiente de la industria en el aspecto de costos de producción, en donde todas sus acciones deben estar orientadas a lograrlo. Sin embargo, esta compañía está presentando problemas con respecto a sus mermas de producción, las cuales pueden alcanzar hasta 65 millones de Bolívares mensuales; la gerencia es consciente de tale suma, no obstante, el problema radica en el desconocimiento de la etapa del proceso que genera la mayor cantidad de desperdicio, los factores que influyen y su cuantificación.

El propósito del presente estudio es proponer mejoras que permitan la reducción de mermas en el proceso de elaboración de Gatorade y jugo Yukery de dicha compañía, para favorecer en definitiva la sustancial reducción de los costos que persigue la organización, el perfeccionamiento resulta en un mayor foco a los procesos que agregan valor a la misma y aquellos que aceleran la rapidez de ejecución.

La investigación se constituye de cuatro capítulos, en el Capítulo I se hace una breve descripción de la empresa, se plantea el problema, se definen los objetivos y el motivo por el cual se investiga, así como el alcance y limitaciones del estudio. En el Capítulo II se presenta la estructura teórica asociada al problema a desarrollar, así como la definición de los conceptos involucrados con el mismo; de igual forma, se presenta el marco metodológico mediante el cual se alcanzará los objetivos planteados, distinguiendo el tipo, el nivel y las fases de la investigación. En el Capítulo III



---

se hace un diagnóstico de la situación actual describiendo los procesos para la obtención de la bebida Gatorade y el jugo Yukery, además se aplica el diagrama de Ishikawa a cada línea de producción, por medio del cual se identifican todas las causas de mermas dentro de los procesos, luego se clasifican y se cuantifican para compararlas mediante un Diagrama de Pareto y determinar las principales causas que pudiesen estar afectando el proceso (tomándose como criterio las de mayor impacto económico). Y para finalizar, en el Capítulo IV se proponen mejoras alineadas con el objetivo principal de esta investigación y se realizan estudios de factibilidad económica para evaluar la rentabilidad de las mismas.

# *CAPÍTULO I*

## *EL PROBLEMA*





---

En el presente capítulo se realiza una breve presentación de la empresa en la cual se ha orientado este trabajo, además, se da a conocer el problema que se está manifestando en la misma, su formulación, los objetivos de la investigación, las razones que sustentan el desarrollo del trabajo, el alcance y las limitaciones del mismo.

## **1.1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA**

Pepsi-Cola Venezuela, C.A., es una sociedad donde Empresas Polar participa con el 70% y PepsiCo Inc. con el 30%, del total de las acciones. Conjuntamente, cuenta con 6 Plantas de producción (4 propias y 2 arrendadas), 41 agencias de distribución y 1.156 rutas que atienden a más 145 mil puntos de venta. Teniendo a la bebida Gatorade, al agua Minalba y a los jugos Yukery como las marcas líderes en el Negocio de Bebidas Funcionales. (Fuente: Intranet Polar)

La Planta de Pepsi-Cola Venezuela, C.A., a la cual se ha enfocado el presente trabajo, se encuentra ubicada en la Av. Domingo Olavarría cruce c/c Branger, Zona industrial sur, diagonal al campo deportivo de la empresa Ford. Valencia - Estado Carabobo, y se encarga de la elaboración de las bebidas isotónicas Gatorade envasado en PET (Polietileno Tereftalato), y los jugos refrescantes Yukery envasado en lata o vidrio; ambos en diversos tipos de sabores y presentaciones, que se mostraran más adelante.

### **1.1.1 Reseña Histórica**

La actual Planta Pepsi-Cola Venezuela, C.A., de la ciudad de Valencia del Estado Carabobo, pertenecía anteriormente a la compañía Quaker, como se



---

explicará a continuación, ya que ésta era poseedora de la marca Gatorade.

Fue en el año de 1983 cuando Gatorade es adquirido por la compañía Quaker Oats y se da inicio a la división de bebidas de la compañía, con la cual se extiende la misión de Quaker en la creación y comercialización de productos para el desarrollo de un estilo de vida saludable.

Bajo esa visión, Gatorade fue lanzado en Venezuela en 1990; convirtiéndose la Planta de Valencia, Estado Carabobo, la única en producir esta bebida; hoy en día, también se produce en la Planta de Caucagua, Estado Miranda, manteniendo un claro liderazgo en el mercado nacional en su segmento.

Por otra parte, Empresas Polar en pro de su crecimiento, hace negociaciones con PepsiCo Inc. hacia el año de 1996, formando de esta manera una sociedad que le permite incursionar en el negocio de refrescos.

En el año 2000, PepsiCo Inc. adquiere Quaker a nivel internacional, otorgándole a Empresas Polar la licencia de la marca Gatorade en Venezuela y simultáneamente ésta importante organización venezolana adquiere a las líneas de avenas tanto en Venezuela como en Colombia; pasando Gatorade a formar parte del Negocio de Refrescos y Bebidas No Carbonatadas de Pepsi-Cola Venezuela C.A.

Ahora bien, para el año 2001, Empresas Polar adquiere Mavesa, obteniendo evidentemente las formulas de jugo Yukery, siendo así que para Septiembre del año 2003, la Planta de Valencia donde se produce la bebida Gatorade, ahora también producirá estos refrescantes néctares, logrando así su gran liderazgo en el mercado de jugos no refrigerados.



---

A continuación se presenta una reseña de la misión, visión y valores que se toman en cuenta dentro del ámbito corporativo de esta organización.

### **1.1.2 Misión**

“Satisfacer las necesidades de consumidores, clientes, compañías vendedores, concesionarios, distribuidores, accionistas, trabajadores y suplidores, a través de nuestros productos y de la gestión de nuestros negocios, garantizando los más altos estándares de calidad, eficiencia y competitividad, con la mejor relación precio/valor, alta rentabilidad y crecimiento sostenido, contribuyendo con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el desarrollo del país”. (Fuente: Intranet Polar)

### **1.1.3 Visión de la Unidad Estratégica de Negocio Refrescos y Bebidas Funcionales (2005):**

“Seremos líderes en el mercado de bebidas no alcohólicas en Venezuela. Desarrollaremos un portafolio de marcas líderes, así como sistemas comerciales y de información que nos permitan llegar consistentemente a la totalidad de los puntos de venta y colocar todos nuestros productos, siendo reconocidos como la empresa que brinda el mejor servicio a sus clientes.

Contaremos con una organización orientada al mercado, que promueva la generación y difusión del conocimiento en las áreas comercial, tecnológica y gerencial.

Seremos la compañía más eficiente de la industria en el aspecto de costos de producción y distribución en Venezuela.

Seleccionaremos y capacitaremos a nuestro personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, lograremos su pleno compromiso con los valores de Empresas Polar y le ofreceremos las mejores oportunidades de desarrollo”.

(Fuente: Intranet Polar)



#### 1.1.4 Valores

Se han establecido nueve valores que constituyen el eje fundamental de la cultura corporativa. Estos valores reflejan cómo son y las convicciones que defienden: (Fuente: Intranet Polar)

**Orientación al mercado (alineación):** “Satisfacer las necesidades de nuestros consumidores y clientes de manera consistente”.

**Orientación a resultados y eficiencia (excelencia):** “Somos consistentes en el cumplimiento de nuestros objetivos, al menor costo posible”.

**Agilidad y flexibilidad (apertura):** “Actuamos oportunamente ante los cambios del entorno, siempre guiados por nuestra visión, misión y valores”.

**Innovación (aprendizaje):** “Tenemos una actitud proactiva ante la generación de nuevas tecnologías y nuevos productos. Poseemos la disposición a aprender, gerenciar y difundir el conocimiento”.

**Trabajo en equipo (sinergia):** “Fomentamos la integración de equipos con el propósito de alcanzar metas comunes”.

**Reconocimiento continuo al logro y la excelencia (motivación):** “Fomentamos y reconocemos constantemente entre nuestros trabajadores la excelencia y la orientación al logro”.

**Oportunidades de empleo sin distinción (igualdad):** “Proveemos oportunidades de empleo en igualdad de condiciones”.

**Integridad y Civismo (respeto):** “Exhibimos una actitud consistentemente ética, honesta, responsable, equitativa y proactiva hacia nuestro trabajo y hacia la sociedad en la cual nos desenvolvemos”.

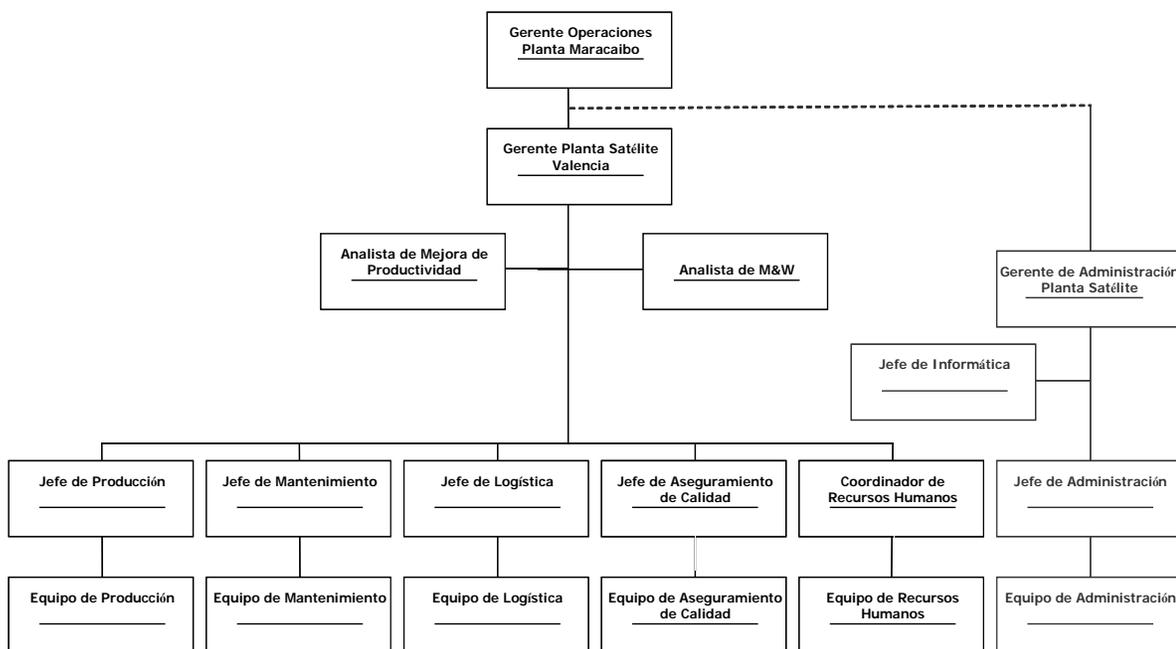


**Relaciones de mutuo beneficio con las partes interesadas (ganar-ganar):** “Buscamos el beneficio común en nuestras relaciones con las partes interesadas del negocio.”

### 1.1.5 Estructura organizativa de la empresa

La empresa Pepsi-Cola Venezuela, C.A., Planta Valencia, a fin de cumplir las metas propuestas y lograr los objetivos deseados, se encuentra organizada de manera jerárquica como se muestra a continuación:

Figura N°1. Estructura Organizativa



Fuente: Recursos Humanos. Pepsi-Cola Venezuela, C.A., Planta Valencia.



### 1.1.6 Productos que se elaboran en la empresa

Actualmente la compañía esta elaborando las bebidas que se muestran en la siguiente tabla, que además indica la línea de producción en la cual se obtienen:

Tabla N°1. Productos elaborados en la empresa

	Bebida	Sabor	Presentación (ml)	Tipo de envase
Línea 1		Manzana, Pera Durazno y Mango	1000	Vidrio
			335	Lata
			250	Vidrio
Línea 2		Mandarina, Cereza Naranja, Tropical Fruit , Naranja, Berry, y Naranja Grapefruit	946	PET (Polietileno Tereftalato)
			591	
		Manzana, Pera, Durazno y Mango	250	Vidrio

Fuente: Dpto. de Producción



---

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El mundo competitivo de hoy, está originando que numerosas empresas se preocupen por establecer métodos que mejoren el desempeño en sus operaciones, utilizando herramientas y técnicas que incremente la eficiencia, minimice el tiempo de fabricación, optimice la administración de los suministros, manteniendo los estándares de calidad del producto. Siendo un punto muy importante, la apropiada utilización de los recursos asignados, ya que esto permitiría la reducción del costo por unidad terminada de producción, impactando indudablemente en el costo total.

Usualmente cuando una compañía decide trabajar bajo el concepto de cero desperdicios, debe realizar un análisis detallado a sus operaciones, comenzando así la búsqueda incesante de mejores niveles de desempeño en materia de calidad, costos, tiempos de respuesta, velocidad de ciclos, productividad, seguridad y flexibilidad entre otros. Por consiguiente, ofrecerá productos buenos a buen precio; ganando confiabilidad y preferencia de los clientes, a la vez que incrementa el margen de utilidad del negocio, otorgándole competencia y solidez en el mercado.

Actualmente la situación de la Planta Pepsi-Cola Venezuela C.A., de la ciudad de Valencia, presenta serios problemas con respecto a los desperdicios generados en sus líneas de producción, lo que implica un incremento del costo de la unidad terminada.

Para el periodo de octubre-diciembre del 2007, la empresa registró en pérdidas durante el proceso de entre 45 y 65 miles de BsF. mensuales asociados a las mermas de productos en el proceso. La gerencia de la organización es consciente de tales sumas y el problema radica en el



---

desconocimiento de la etapa del proceso que genera la mayor cantidad de desperdicio, los factores que influyen y su cuantificación.

Es importante destacar que no sólo existe desperdicio traducido en Bolívares, sino que además esto conlleva a:

- ✓ Fatiga y cansancio del personal
- ✓ Desgaste de los equipos de producción.
- ✓ Utilización adicional de tiempo de producción, mano de obra y materia prima.
- ✓ Gastos adicionales en servicios de electricidad, agua y vapor.
- ✓ Diferenciación entre la cantidad de producto programado y producido.

Lo que está ocasionando costos extras en la elaboración de Gatorade y Jugos Yukery, afectando finalmente a la rentabilidad del negocio.

Cabe destacar que el costo de los recursos para elaborar el producto, según el Manual de Medidas de Manufactura y Logística de PepsiCo, equivale desde un 70% a un 80% del costo de producto final, por lo tanto se debe garantizar la menor cantidad de pérdidas de productos para que de esta forma se elabore la cantidad demandada por el mercado.

Igualmente, según los registros históricos de merma de Planta del Departamento de Producción, los desperdicios de la empresa equivalen a un 2,1% a 2,6% de los gastos totales que tiene la Planta, siendo estos gastos aproximadamente 1.700.000 BsF., en el caso de no poder reducir este porcentaje la organización se hace cada vez menos productiva y rentable, viéndose obligada a incrementar el precio de sus productos para cubrir los gastos en producción, lo que impactará en el poder adquisitivo de los clientes, pudiendo afectar la preferencia de la marca consumida.



---

Ahora bien, la empresa está conciente de las pérdidas inevitables que generan la líneas de producción en si mismas con las condiciones actuales, como las que se dan por drenaje de tuberías al momento de realizarles la debida limpieza, fin de producción, transferencia de producto, entre otros; sin embargo, se desconoce la magnitud de éstas, al igual de aquellas pérdidas que pueden ser evitadas o reducida mejorando el método de trabajo actual.

Por esto se hace necesario realizar un estudio que cuantifique e identifique los elementos críticos, con el fin de elaborar propuestas que garanticen la reducción de desperdicios generados durante el proceso de producción y darle el uso adecuado a los recursos necesarios para tal proceso, impactando en los costos de producción y a su vez, en el margen de ganancia de la empresa.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué se debe realizar para que se reduzcan las mermas en el proceso de elaboración de Gatorade y jugo Yukery en Pepsi-Cola Venezuela C.A., Planta Valencia?

### **1.4 OBJETIVOS**

#### ***1.4.1 Objetivo General***

Proponer mejoras que permitan la reducción de mermas en el proceso de elaboración de Gatorade y jugo Yukery en Pepsi-Cola Venezuela C.A., Planta Valencia.



---

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar los distintos puntos del proceso de elaboración de Gatorade y jugo Yukery que generan desperdicios.
2. Cuantificar las pérdidas que originan los procesos de producción del Gatorade y jugo Yukery.
3. Analizar los datos para determinar causas críticas.
4. Proponer alternativas de mejora a los procesos de producción del Gatorade y jugo Yukery.
5. Evaluar económicamente la factibilidad y rentabilidad de las propuestas de mejora.

### **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Son evidentes que las pérdidas que se están generando en la elaboración y envasado de los jugos Yukery y bebidas Gatorade de la Planta Pepsi-Cola Venezuela C.A. de Valencia son alrededor de 50 mil Bsf. Sin embargo, la empresa desconoce las causas de esta problemática y por ende no cuenta con un plan que las minimice o controle. Por esta razón el presente estudio es de gran importancia para la empresa, ya que busca encontrar explicación a las situaciones que ocasionan desperdicio en las líneas de producción, mediante la aplicación de herramientas y técnicas estudiadas en Ingeniería Industrial.

El resultado de la investigación busca responder a preguntas como: ¿dónde?, ¿cómo?, y ¿por qué se generan las pérdidas?, para que de esta manera se propongan alternativas de mejoras, orientadas a la reducción de las mismas; para que la empresa logre aumentar su productividad, así como reducción de sus costos de producción y mejora de su rentabilidad,



---

La investigación planteada constituye una base, con la cual la empresa podrá emprender futuras investigaciones, quizás aplicando nuevas metodologías y tecnologías, en cuanto a la reducción de mermas, a la vez que servirá de soporte para futuros investigadores (universitarios, empresarios, etc.) interesados en el tema.

Igualmente esta investigación les permitirá a los autores adquirir experiencia relacionada al mundo laboral, la cual les atribuirá el desenvolvimiento a nivel profesional; así como cumplir con uno de los requisitos para optar por el título en Ingeniería Industrial.

### **1.6 ALCANCE**

La investigación se llevó a cabo en la compañía de bebidas y refrescos Pepsi-Cola Venezuela C.A., Planta Valencia, específicamente en el área de producción, la cual cuenta con dos líneas, utilizándose la número 1 para elaborar y envasar jugos Yukery en sus tres presentaciones (250 ml, 335 ml y 1000 ml), y la número 2 para elaborar y envasar bebidas Gatorade en sus dos presentaciones (591 ml y 946 ml), así como jugos Yukery en su presentación de 250 ml.

El estudio se enfocó en la identificación y cuantificación de los puntos críticos que generan mermas, aplicando herramientas de Ingeniería Industrial, con el objeto de proponer alternativas de solución al alto costo de los desperdicios de las líneas de producción, que aseguren la eficiencia de los recursos y que puedan ser evaluadas económicamente, dejando por parte de la empresa la implementación de las mismas así como su seguimiento.



---

## **1.7 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El periodo de estudio es una limitante para personas que no pertenecen a la nómina de la empresa, como los autores de la presente investigación, ya que la empresa exige un programa de actividades de recolección y análisis de datos para ser cumplidas en 18 semanas. Adicionalmente, solo se podrá recabar la información de lunes a viernes, en los dos primeros turnos de trabajo, los cuales son de 6:00 a.m. a 2:00 p.m. y de 2:00 p.m. a 10:00 p.m., de los tres con que opera la empresa.

Por otra parte, se tiene restricción en la presentación de la información como detalles técnicos del proceso, publicación de normas internas y datos internos de la Planta, debido a políticas de confidencialidad de la empresa. Al mismo tiempo se tendrán que realizar actualizaciones de las mismas, con el fin de obtener resultados confiables. Por otra parte, la información de los procesos aportados por los operadores, puede verse afectada por sentirse temerosos ante los resultados que se obtenga del estudio.

Se debe tener en cuenta que las propuestas de mejoras deben limitarse al espacio disponible actualmente en la Planta sin que contemple la modificación de la distribución de los equipos, así como de restricciones económicas que la empresa señale.

# *CAPÍTULO II*

## *FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS*





---

En el presente capítulo se expone la estructura teórica que se encuentra asociada al problema en estudio, así como la definición de los conceptos involucrados en la investigación. De igual forma, se expresa el marco metodológico mediante el cual se conoce el tipo y el nivel de la investigación, así como los pasos a seguir para alcanzar los objetivos planteados.

## **2.1 MARCO TEÓRICO**

### **2.1.1 Antecedentes**

A continuación se presentan algunos trabajos previos que sirvieron en la orientación y enfoque metodológico del presente estudio.

***Carrasquel y Falcón (2005)***. Llevaron a cabo el trabajo especial de grado en la Universidad de Carabobo, el cual tiene por nombre: **“Propuestas de mejoras para disminuir mermas de semielaborado y producto terminado en el proceso de producción de néctar de manzana y yogurt firme caso Corporación Inlaca C.A.”**.

El presente trabajo tiene como finalidad disminuir las mermas en el proceso de elaboración de néctar de manzana y yogurt firme con el fin de aumentar la productividad de la corporación Inlaca. Para ello, comenzaron por diagnosticar la situación actual, realizando un estudio causa-efecto a fin de identificar todas las pérdidas, las cuales fueron analizadas a través de un Diagrama de Pareto que determinó las principales. Así como también, realizaron un análisis a la capacidad del proceso para evidenciar si éste cumple con las especificaciones del producto. Y en base a toda la información recopilada se elaboraron propuestas de mejoras coherentes a la



---

problemática detectada, sin dejar de lado sus respectivas evaluaciones económicas.

El trabajo antes mencionado se consideró ampliamente vinculado con el presente, ya que se refiere a la reducción de mermas, sirviendo de referencia para la elaboración del análisis de la situación actual y aplicación de herramientas en la solución de problemas.

**Rodríguez (2005).** En su trabajo denominado: **“Propuesta e implantación de un plan de reducción de pérdida de líquido en el área de envasado de Cervecería Polar - San Joaquín”**, realizado en la Universidad José Antonio Páez, obtiene información de las fuentes primarias de pérdida, cuantificando mediante procedimientos físicos, mecánicos y químicos a fin de priorizarlos mediante el uso de la técnica de Pareto. Se identificó aquellas fuentes que no generan valor al producto y se logró disminuir su presencia en el resultado final, gracias a la implantación del plan.

Es por ello que se tomó como referencia el estudio mencionado anteriormente, ya que guarda una estrecha relación con la presente investigación en cuanto a las técnicas utilizadas en la cuantificación y análisis de los resultados, así como de la propuesta e implantación de un plan de reducción de pérdidas.

**Pérez y Sucheni (2001).** Llevaron a cabo un trabajo especial de grado en la Universidad de Carabobo, el cual tiene por nombre: **“Propuesta de Mejoras para los procesos de industrialización de la leche y producción de la chicha en la corporación INLACA C.A.”**



---

Este trabajo de investigación consiste en determinar las causas que generan pérdidas en el proceso de producción de la leche pasteurizada y chicha en la corporación INLACA C.A., cuantificando en varias oportunidades las distintas pérdidas, a fin de promediarlas y posteriormente analizarlas para identificar sus principales causas, con el fin de elaborar propuestas alternativas que mejoren el sistema de producción actual.

Este trabajo especial de grado sirvió como marco de referencia para la cuantificación de las pérdidas en los procesos de elaboración y envasado del presente estudio, así como del análisis de las causas y los planteamientos de mejoras a la problemática planteada.

### **2.1.2 Fundamentos Teóricos**

Como marco contextual para llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo, se utilizó herramientas que aporta la Ingeniería Industrial, como las que se enuncian a continuación:

#### **A. Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta**

Según Hodson (2001), está constituido por un conjunto de herramientas que permitirán eliminar todas las operaciones que no le agreguen valor tanto al producto como al proceso. Estas herramientas, las cuales son: 5's, justo a tiempo, cambio rápido de modelo (SMED), kanban, mantenimiento productivo total, poka-yoke, kaizen, entre otros, proporcionarán a la empresa sobrevivencia en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a los más bajos costos.



---

En otras palabras, lean manufacturing es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los 7 tipos de "desperdicios" (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y desecho -scrap-) en productos manufacturados.

## **B. Los 5 Principios del Pensamiento Esbelto**

El pensamiento esbelto se refiere a tomar en cuenta cualquier idea que genere mejoras al proceso, sin importar el puesto que ocupe el personal al que se le haya ocurrido. Es por esto que en el pensamiento esbelto, es muy importante que prevalezca el liderazgo en los directivos, y para ello se han creado 5 principios que se deben considerar, los cuales según Hodson (2001), son:

### **1. Define el valor desde el punto de vista del cliente:**

La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, porque se busca es satisfacer sus necesidades.

### **2. Identifica tu corriente de valor:**

Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.

### **3. Crea flujo:**

Haz que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

### **4. Produzca el "Hale" del cliente:**

Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.

### **5. Persiga la perfección:**

Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir



---

eficiencia siempre es posible.

### **C. Kaizen (Mejora Continua)**

Según Imai (1998), proviene de dos ideogramas japoneses: "Kai" que significa cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar. Así, se puede decir que "Kaizen" es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo". Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario.

Su objetivo, según Franco (2004), es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación. Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como "muda", en cualquiera de sus siete formas.

Por otra parte, la estrategia de Kaizen, según Imai (1998), empieza y acaba con personas. Una dirección involucrada con ésta estrategia, guía a las personas para mejorar su habilidad de encontrar expectativas de calidad alta, costo bajo, y entrega en el tiempo continuamente. Es por esto que Kaizen transforma compañías en 'Competidores Globales Superiores'.

### **D. Los diez mandamientos de Kaizen**

Según Imai (1998), son los siguientes:



1. El desperdicio ('muda' en japonés) es el enemigo público número uno (1); para eliminarlo es preciso "ensuciarse las manos", es decir, realizar acciones para atacarlo de raíz, sin importar el cómo.
2. Las mejoras graduales hechas continuamente, se acumulan, llevando a un mejoramiento significativo de la calidad, beneficios de costos y mejoramientos en la productividad.
3. No es elitista. Todo el mundo tiene que estar involucrado, sean parte de la alta gerencia, de los cuadros intermedios, o sean del personal de base.
4. Se apoya en una estrategia barata, cree en un aumento de productividad sin inversiones significativas; no destina sumas astronómicas en tecnología y consultores.
5. Se aplica en cualquier organización del mundo; no sirve sólo para los japoneses.
6. Se apoya en una "gestión visual", en una total transparencia de los procedimientos, procesos, valores, hace que los problemas y los desperdicios sean visibles a los ojos de todos.
7. Centra la atención en el lugar donde realmente se crea valor ('gemba' en japonés).
8. Se orienta hacia los procesos, ya que de esta manera se puede evaluar el por qué las cosas se hacen de determinada manera y así influir sobre el resultado en una etapa preliminar.
9. Da prioridad a las personas, al "humanware"; cree que el esfuerzo principal de mejora debe venir de una nueva mentalidad y estilo de trabajo de las personas (orientación personal para la calidad, trabajo en equipo, cultivo de la sabiduría, elevación de lo moral, auto-disciplina, círculos de calidad y práctica de sugerencias individuales o de grupo).



---

10. El lema esencial del aprendizaje organizacional es *aprender haciendo*.

### **E. Evento Kaizen**

Según Mika (2006) es un Programa de Mejoramiento Continuo basado en el trabajo en equipo y la utilización de las habilidades y conocimientos del personal involucrado. El propósito primordial de este evento es el de mejorar la productividad de cualquier área, proceso o sección seleccionada en cualquier empresa, mediante la implantación de diversas técnicas y filosofías de trabajo de Manufactura Esbelta, así como técnicas de solución de problemas y detección de desperdicios basados en el estímulo y capacitación del personal.

Los beneficios del Evento Kaizen pueden variar de una empresa a otra, pero los típicamente encontrados son los siguientes:

- ✓ Aumento de la productividad
- ✓ Reducción del espacio utilizado
- ✓ Mejoras en la calidad de los productos
- ✓ Reducción del inventario en proceso
- ✓ Reducción del tiempo de fabricación
- ✓ Reducción del uso del montacargas
- ✓ Mejora el manejo y control de la producción
- ✓ Reducción de costos de producción
- ✓ Aumento de la rentabilidad
- ✓ Mejora el servicio
- ✓ Mejora la flexibilidad
- ✓ Mejora el clima organizacional



- ✓ Se desarrolla el concepto de responsabilidad
- ✓ Aclara roles

Para llevar a cabo la implantación del Evento Kaizen, se requiere de ir realizando los siguientes pasos:

1. Desarrollo de un compromiso con las metas de la empresa
  - ✓ Definición clara de metas y objetivos
  - ✓ Involucramiento y compromiso de las personas
  - ✓ Premios a los esfuerzos
2. Establecer incentivos con el personal
  - ✓ No necesariamente en dinero
  - ✓ Debe ser al equipo de trabajo completo
  - ✓ Reconocimiento al esfuerzo y mejoras
3. Trabajo en equipo
  - ✓ Kaizen promueve la participación del trabajo en equipo
  - ✓ Establece metas claras a los equipos
  - ✓ Todos participan en el equipo y todas las ideas son bienvenidas
4. Liderazgo

El líder debe poner atención y considerar los problemas. Debe saber escuchar, transmitir actitudes e ideas positivas.
5. Medición

Se realiza a través de gráficos, planes de acción, pizarrones de mejoras, etc.

## **F. ¿Cómo se realiza un evento Kaizen?**

Para lograr resultados satisfactorios al llevar a cabo un evento Kaizen y según Mika (2006), se sugiere la realización de los siguientes puntos:



1. Un evento Kaizen se realiza generalmente en una semana
2. Se define los objetivos específicos del evento que generalmente son eliminar desperdicios en el área de trabajo
3. Se integra un equipo multidisciplinario de operadores, supervisores, ingenieros y técnicos
4. Según el objetivo, se da un entrenamiento sobre el tema y explicaciones muy sencillas, ya sea para mejorar el cambio de modelo con SMED, eliminar transportes y demoras, mantener el orden y limpieza con 5'S, mantenimiento autónomo con TPM
5. Se hace participar a la gente del Evento Kaizen con sus ideas de mejora sobre el objetivo, se analizan las ideas de los participantes
6. Se analiza el área de mejora, se toman fotos y videos, se discuten y analizan las ideas de todos, se genera un plan de trabajo y se trabaja en las mejoras

#### **G. Las once grandes pérdidas en plantas de proceso**

Según Lefcovich (2004), son los siguientes:

1. **Pérdidas por paradas.** Son los recursos perdidos al detener la producción para un mantenimiento planeado o un servicio periódico. En estas paradas los especialistas de mantenimiento realizan las inspecciones periódicas requeridas por ley o por política interna y tratan de revertir el deterioro mientras la planta está parada. Estos trabajos son esenciales para mantener el rendimiento de la planta y asegurar su integridad y seguridad.
2. **Pérdidas por ajuste de producción.** Se refiere a cambios en requerimientos de oferta y demanda, que obligan a realizarle ajustes a



los planes de producción. Estos no surgirán si toda la producción de la planta se vende de acuerdo con el plan.

3. **Pérdidas por fallas de equipo.** Son los recursos perdidos cuando la planta se detiene porque el equipo pierde repentinamente sus funciones específicas. Se distinguen dos tipos de pérdidas relativas a equipos. Una es la pérdida total de función, la cual corresponde a una parada por rotura, y la otra es la reducción de función, la cual corresponde a la pérdida de rendimiento por defectos físicos mientras opera la planta.
4. **Pérdidas por fallas de proceso.** Son los recursos perdidos cuando la planta se detiene por factores externos al equipo, como errores operativos o cambios en las propiedades físicas o químicas de las sustancias procesadas. Estas fallas de proceso sólo pueden reducirse si se eliminan sus fuentes.
5. **Pérdidas normales de paradas de producción.** Estas ocurren durante el arranque de planta, parada de planta o cambio de producto.
6. **Pérdidas anormales de producción o de rendimiento.** Tienen lugar cuando la planta opera por debajo de su capacidad, como resultado del mal funcionamiento o por condiciones anormales que reducen su rendimiento.
7. **Pérdidas por defectos de calidad.** Estas incluyen el tiempo perdido en producir productos rechazados y pérdidas físicas en material.
8. **Pérdida por reproceso.** Son pérdidas por reciclaje, que ocurren cuando el material rechazado, debe ser devuelto a un proceso previo para corregirlo. No sólo deben observarse las condiciones del producto final, sino analizar las pérdidas en los procesos intermedios, lo cual origina una reducción en la tasa de producción y pérdida de energía por reciclaje.



9. **Pérdida de materiales.** Se originan con los errores operativos, por parte del personal o la maquinaria, y de igual forma, cuando los materiales no son aprovechados eficientemente durante la producción.
10. **Pérdidas de energía.** Se generan debido al uso de la energía (combustible, electricidad y vapor) en actividades que no agregan valor, generalmente cuando los procesos no han logrado ser estandarizados.
11. **Pérdidas relacionadas con el aprovechamiento de la mano de obra.** Se incluyen en este punto:
- a) **Pérdidas de mano de obra en tareas correctivas.** Estas incluyen la mano de obra utilizada en plantas donde el deterioro de las instalaciones y su pobre condición de operación, producen anomalías y roturas que requieren trabajo extra, como inspección y análisis de la falla y el reacondicionamiento del equipo.
  - b) **Pérdidas vinculadas a tareas de limpieza.** Provocada por las fuentes de contaminación o de suciedad.
  - c) **Pérdidas por falta de automatización.** Se mide la pérdida como la diferencia entre la cantidad de tiempo necesario para generar una producción utilizando mano de obra y la que corresponde al mismo nivel de producción haciendo uso de sistemas automáticos.
  - d) **Pérdidas relacionadas con la Gestión** Estas pérdidas tienen lugar cuando los sistemas de gestión son incorrectos o su aplicación es incorrecta, generando fallas en la planificación con cambios frecuentes de producto y pérdidas en el proceso de distribución, por transporte y manipuleo.
  - e) **Pérdidas de distribución.** La mano de obra necesaria para el movimiento y almacenaje de materias primas y productos,



depende del layout de la planta y de la complejidad del proceso. El exceso de stock también aumenta las pérdidas de distribución.

- f) ***Pérdidas generadas en tareas de inspección y análisis.*** Generado por actividades que de mejorarse los sistemas preventivos y de planificación se verían como innecesarios o se limitarían a labores de control por muestreo.

## **2.2 MARCO METODOLÓGICO**

### **2.2.1 Tipo de Investigación**

El presente estudio es de tipo aplicada ya que se busca utilizar de manera práctica teorías existentes (Ingeniería Industrial y herramientas de mejora continua) que ya han sido comprobadas gracias a aplicaciones previas. Se utilizan métodos de observación, deducción y análisis, ya que se parte de la experiencia, de la información recopilada en el lugar y de los conocimientos previos, para luego establecer y explicar con base en un marco teórico general las relaciones de causa efecto entre las distintas partes que constituyen el objeto de estudio.

Según Méndez (2001) La investigación aplicada... se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última; esto queda aclarado si se aprecia que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico.



---

### 2.2.2 Nivel de investigación

El estudio que conlleva los objetivos planteados se ajustan a una investigación de contexto descriptivo, debido a que se analizó sistemáticamente el estado de la empresa en cuanto a la proporción de merma e ineficiencia que se producen en el proceso de producción, las variables del proceso de producción, así como también las causas que originan las pérdidas en el proceso, para luego proponer mejoras alineadas con los objetivos planteados.

Según Méndez (2001)... el estudio descriptivo identifica características del universo de investigación, señala formas de conducta y actitudes..., establece comportamientos concretos, descubre y comprueba la asociación de variables de investigación. También hace referencia al conocimiento deductivo: "...permite que las verdades particulares contenidas en las verdades universales se vuelvan explícitas. Esto es, que a partir de situaciones generales se llegue a identificar explicaciones particulares contenidas explícitamente en la situación general".

### 2.2.3 Fases de la investigación

Para el desarrollo de este trabajo se llevó a cabo las siguientes fases:

**Fase I.** Realizar un estudio de la situación actual de los procesos de elaboración de Gatorade y jugo Yukery

- 1.1. Realizar los recorridos en planta para la comprensión del proceso.
- 1.2. Realizar los diagramas de operaciones de los procesos para mejor comprensión visual.
- 1.3. Registrar las condiciones de operación actual.



- 1.4. Identificar las posibles causas generadoras de mermas.

**Fase II.** Diagnosticar los desperdicios de mayor impacto en los procesos de elaboración de Gatorade y jugo Yukery.

- 2.1. Clasificar las pérdidas generadoras de mermas.
- 2.2. Diseñar formatos para el registro de datos.
- 2.3. Registrar la información mediante un muestreo según disponibilidad de la Planta.
- 2.4. Generar resultados en cuanto a las pérdidas en el proceso según el muestreo realizado.
- 2.5. Realizar mediante un análisis 80/20 empleando diagramas de Pareto para determinar las pérdidas de mayor incidencia.
- 2.6. Realizar un estudio sobre el impacto económico de las pérdidas del proceso para la empresa.

**Fase III.** Generar propuestas de mejoras y evaluar su factibilidad económica.

- 3.1. Diseñar un Plan de Mejora.
- 3.2. Evaluar el costo de las propuestas planteadas.
- 3.3. Evaluar rentabilidad técnico-económica de las propuestas.
- 3.4. Determinar el tiempo de pago de inversión de cada una de las propuestas.
- 3.5. Analizar resultados y elaborar conclusiones acerca de las propuestas.

# *CAPÍTULO III*

## *DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL*





En este capítulo se expresa todo lo relacionado a la situación actual, es decir, se describen los procesos de elaboración de la bebida Gatorade y los jugos Yukery. Asimismo, se identifican en cada una de las líneas de producción las causas de mermas, se clasifican las pérdidas identificadas en los procesos, y se seleccionan las de mayor impacto económico para ser estudiadas, explicándose al mismo tiempo la metodología para su cuantificación.

### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GATORADE**

La elaboración del Gatorade es un proceso semiautomático, es decir, a pesar de que los equipos pueden trabajar particularmente, se necesita del operador que los controle y agregue de manera manual los insumos que el proceso requiera. El proceso se inicia en dos (2) fracciones diferentes: la preparación de la bebida en un área y del proceso de envasado por otra, que se ejecutan simultáneamente, para luego unificarse y obtener el producto final. El proceso de envasado cambia dependiendo de la presentación (591ml y 946ml).

#### **A. Preparación de la Bebida**

Una vez que se cuenta con la materia prima necesaria, la bebida se prepara en el área de mezcla, transfiriendo primeramente el jarabe simple al disolutor para comenzar a agitar, luego se agrega manualmente la unidad pesada de Dextrosa, el ácido cítrico y el premix (premezcla de sal refinada, citrato de sodio y fosfato monopotásico), según receta de preparación del Gatorade. Luego ésta mezcla es transferida a uno de los tanques de bebida terminada, el que se encuentre disponible, y enseguida se completa con agua, para entonces transferir las sales al tanque seleccionado de bebida terminada y



---

por último agregar una (1) unidad de emulsión en el tanque disolutor, de acuerdo al sabor a envasar.

Para terminar con el batch, se enciende el agitador del tanque de bebida terminada, con el fin de diluir la preparación; una vez culminada la agitación se procede tomar una muestra de la bebida para realizarle el análisis físico-químico, con el objeto de conocer si cumple con las características definidas de calidad, para finalmente comenzar con la transferencia a la llenadora, donde será envasada la bebida; en el caso de no cumplir, se pierde la preparación.

## **B. Proceso de envasado**

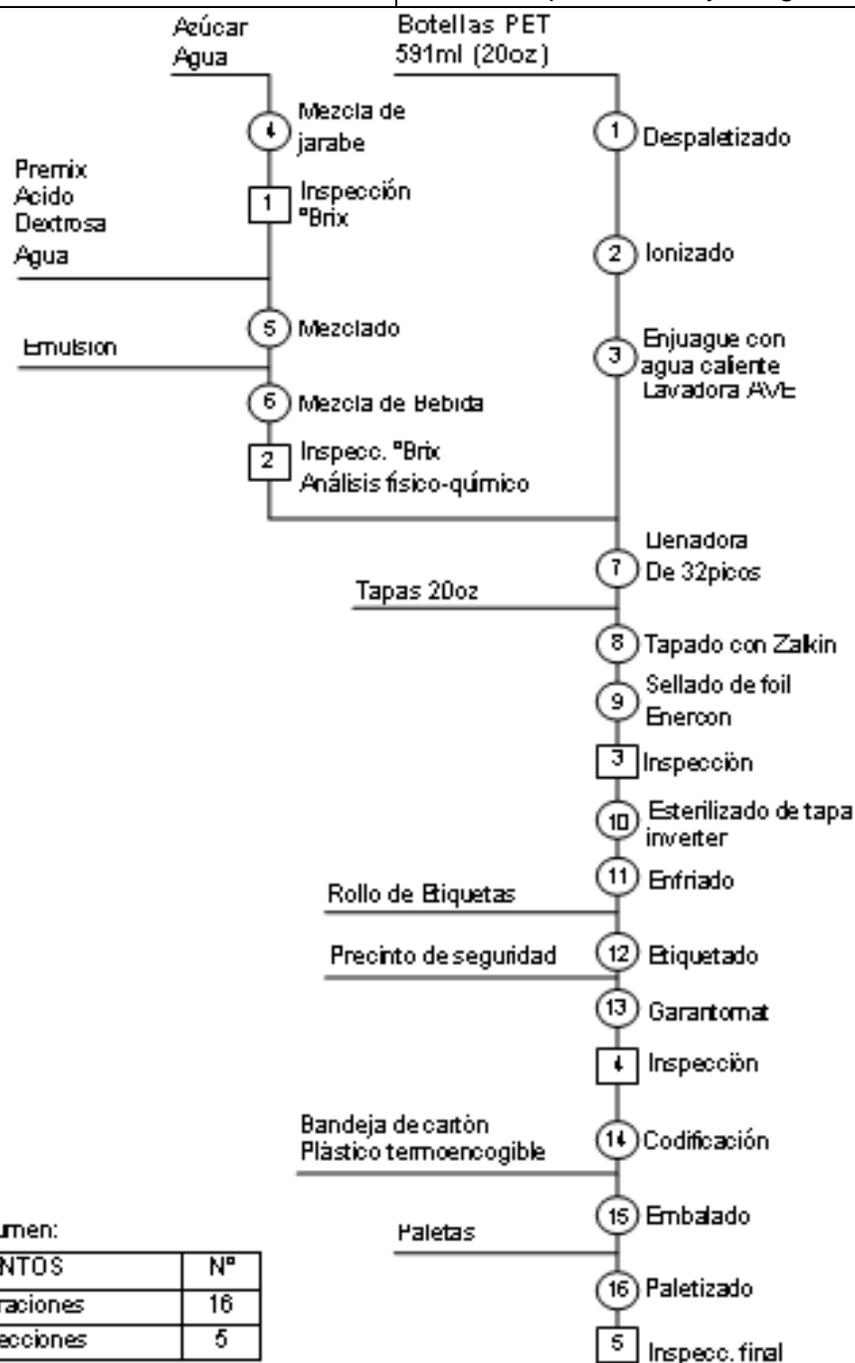
### **B.1. Gatorade en presentación de 591ml (20oz)**

El proceso se inicia con la incorporación de las botellas a la línea de producción a través del despaletizado, ver el diagrama de operaciones en la figura N° 2, el cual consiste en la separación de las unidades organizadas sobre la paleta mediante un equipo especializado, llamado despaletizador; luego los envases son transportados mediante bandas hasta enfilarse, atravesando así el ionizador, el cual es un dispositivo que inyecta aire dentro de las botellas PET con el fin de descartar la estática de las mismas y demás partículas extrañas que contenga. Inmediatamente, los envases son conducidos a la lavadora; el cual es un equipo que se compone de dos (2) torretas de boquillas y mordazas rotativas, para tomar a cada envase e inyectarle agua caliente dentro de cada uno, con el fin de eliminar cualquier partícula de polvo.



Figura N° 2  
Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Gatorade

Método: Actual	Fecha: 01/02/07
Línea: 2	Realizado por: Guillén y Fong





---

Los envases purificados son transportados a la llenadora, la cual es una máquina que posee válvulas rotatorias donde entra cada envase a llenarse con la bebida a una temperatura de aproximadamente 90°C. Saliendo de esta máquina, se trasladan inmediatamente a la tapadora para colocarles automáticamente la tapa a cada envase.

Las tapas de los envases se encuentran almacenadas en paquetes y son colocadas en una tolva de suministro que las envía por medio de un elevador de cangilones y bandas, hacia la tolva especial para tapas de 20 oz, que se encuentra en la parte superior de la tapadora de envases. El operador debe constantemente cargar la tolva de suministro, para que no se quede sin tapas.

Luego los envases atraviesan un dispositivo que se encuentra justo después de la tapadora, conocido como “Enercon”, el cual por medio de inducción térmica al polímero de la botella, hace que se les selle el foil (lámina de papel recubierto que una vez sellado a la boquilla del envase, garantiza la calidad de la bebida) que contiene la tapa para 20 oz. En ésta área se encuentra un operador que inspecciona las botellas que presentan defectos del tapado, del llenado o de la materia prima, para retirarlas de la línea de producción. Seguidamente, los envases llenos son guiados por las bandas transportadoras hasta el inversor de botellas, con el fin de esterilizar el foil, para posteriormente entrar al túnel de enfriamiento, también llamado como “cooler”, donde los envases son sometidas a un baño de agua natural, haciendo que estas salgan a una temperatura máxima de aproximadamente 40 °C. A la salida del túnel de enfriamiento se encuentran dos cámaras de secado, los cuales por acción de una turbina emiten una cortina de aire que permite secar los envases.



A continuación son transportados a la etiquetadora, la cual es una máquina giratoria que se alimenta a rollo, aplicando etiquetas de total envoltura a los envases cilíndricos utilizando una goma que tiene que ser derretida en caliente. Este proceso se realiza de manera continua y automática. Rápidamente se trasladan hasta el Garantomat para colocarles el precinto de seguridad. Entre las actividades que tiene que realizar el operador de este proceso, es de asegurarse del suministro de goma y del cambio del rollo de etiquetas. Asimismo, si queda mal colocada la etiqueta o el precinto de seguridad, el operador tiene que retirar la botella de la línea. Los envases que tienen buenas condiciones de tapado son transportados a un sistema de codificación pasando cada unidad en forma automática por un video jet, que se encarga de colocar los códigos en los cuellos de las botellas.

Continuamente se dirigen los envases llenos hasta el proceso de embandejado, para salir organizados en bandejas de cartón que contiene 24 unidades y comenzar el proceso de plastificado, donde el equipo la va envolviendo automáticamente con el plástico termoencogible, que el operador debe reemplazar cada vez que se agote. Seguidamente pasarla por un horno donde permanece unos 8 segundos aproximadamente, para que el plástico que la cubre se estreche y apriete los envases. La bandeja al abandonar el horno, es transportada mediante bandas hasta llegar a una rampa de rodillos que permite a los operarios tomarla y colocarla en un orden predeterminado sobre la paleta, y así sucesivamente hasta llenar la paleta de bandejas, posteriormente identificar el producto y llevarlo al almacén.

## **B.2. Gatorade en presentación de 946ml (32oz)**

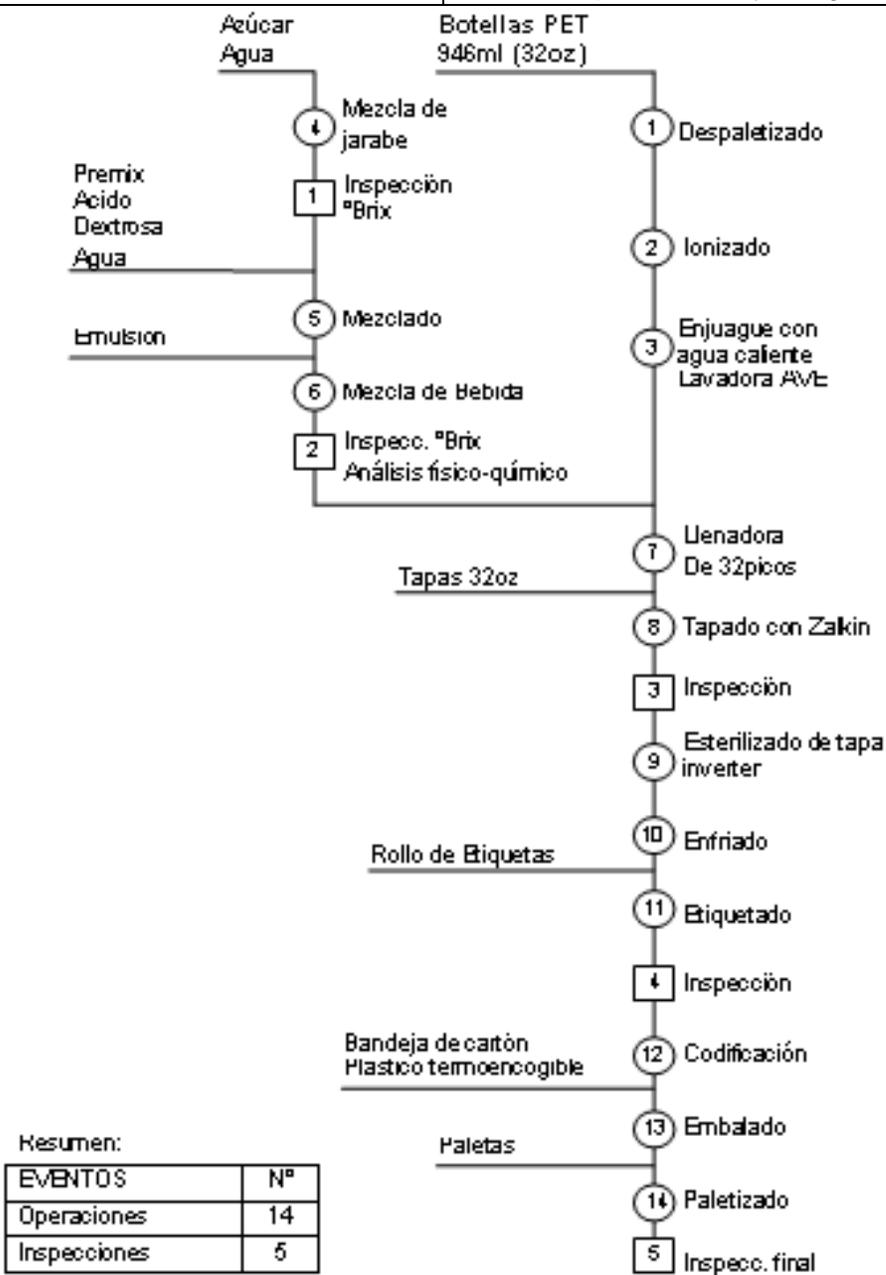
Este proceso es similar al descrito para el Gatorade en presentación de 591ml (20oz), ver el diagrama de operaciones del proceso en la figura N° 3;



Figura N° 3

Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Gatorade

Método: Actual	Fecha: 01/02/07
Línea: 2	Realizado por: Guillén y Fong



Resumen:

EVENTOS	Nº
Operaciones	14
Inspecciones	5



---

comienza en el área de despaletizado, pasando por el lavado y luego al llenado, ahora cuando se trata del siguiente proceso, el cual es el tapado, el operador cargará la tolva de suministro para la tapadora, solo que el equipo se configura para llevar las tapas a la tolva especial para 32oz que se encuentra también en la parte superior de la misma. Los envases no necesitan de la inducción térmica del “Enercon”, porque la tapa ya contiene un anillo de seguridad que garantiza la calidad del producto y no el foil de la tapa de 20oz.

Seguidamente, los envases llenos son guiados por las bandas transportadoras hasta el inversor de botellas, con el fin de esterilizar la tapa, para posteriormente entrar al túnel de enfriamiento, también llamado como “cooler”, el cual es igual al proceso descrito para Gatorade en presentación de 591ml. Luego los envases son llevados hasta la etiquetadora, para colocarles la etiqueta perteneciente a 946ml. Los envases que tienen buenas condiciones de tapado son transportados a un sistema de codificación pasando cada unidad en forma automática por un video jet, que se encarga de colocar los códigos en los cuellos de las botellas.

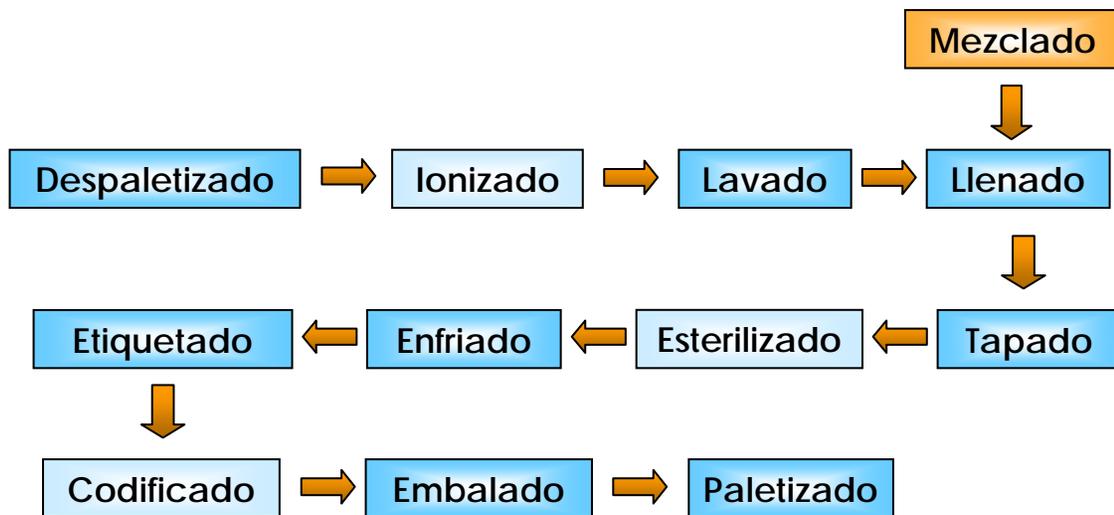
Consecutivamente los envases se dirigen hasta el proceso de embandejado, para salir organizados en bandejas de cartón que contiene 12 unidades y comenzar el proceso de plastificado, luego horneado del plástico que cubre la bandeja, y de esta manera es transportada mediante bandas hasta llegar a una rampa de rodillos que permite a los operarios tomarla y colocarla en un orden predeterminado sobre la paleta, y así sucesivamente hasta llenar la paleta de bandejas, posteriormente identificar el producto y llevarlo al almacén.

Finalmente, para una mejor visualización del proceso de elaboración del



Gatorade, se presenta un diagrama de flujo de proceso en la figura N° 4.

Figura N° 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Gatorade



Fuente: Elaboración propia.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE YUKERY**

La elaboración del Yukery es semiautomática, al mismo tiempo es necesaria la preparación de la bebida por una parte y del proceso de envasado por otra, ya que este último cambia dependiendo de la presentación (vidrio o lata) y de la línea que se utilice en cuanto a las especificaciones de la maquinaria, porque, como se sabe, la planta cuenta con dos líneas, pero en la línea 1 se dispone de dos vías, una para la presentación de lata y otra para la de vidrio; cuando se utiliza una de ellas la otra queda automáticamente inhabilitada.

#### **A. Preparación de la Bebida**

Una vez asegurado el buen estado de todas las materias primas, se



determina la cantidad según especificaciones de receta para comenzar con el proceso de mezclado, el cual está diseñado para lograr la disolución del sólido en líquido (agua), donde el suministro del sólido es de forma manual y el líquido es vertido al mezclador en forma automática, gracias a una bomba centrífuga; este proceso se realiza por batch. Al obtener la mezcla con la concentración idónea es impulsada al tanque de producto final de este proceso.

Específicamente se comienza con la preparación del jarabe simple de la siguiente manera: se agrega al tanque de jarabe un volumen de agua suavizada a una temperatura de aproximadamente 67°C, y se enciende el agitador del tanque. Luego entre dos (2) operadores toman un saco de 50kg de azúcar y lo agregan en una tolva que se encuentra al ras de la mezzanina donde se prepara esta solución, y mediante una bomba el azúcar es succionada, enviándola al tanque de jarabe, hasta completar 19 sacos. Mientras tanto se prepara la pulpa de la siguiente manera: se toma el tambor de concentrado y se le calculan los ° Brix para así determinar los Kg. de pulpa a utilizar, luego se coloca en un dispositivo-balanza diseñado para extraer con facilidad la pulpa y así enviarla al homogenizador.

La bebida se mezcla completamente en el tanque de Bebida Terminada, y mediante tuberías se agrega el jarabe simple, la pulpa, el pre-mezclado y por último se completa con agua, dejándose agitar por unos minutos, para luego realizarle el análisis físico-químico que determina si finalmente la Bebida Terminada puede ser envasada, en caso contrario se pierde la preparación.

## **B. Proceso de envasado**

### **B.1. Línea 1 para latas 335 ml**



Este proceso comienza con el despaletizado, ver el diagrama de operaciones en la figura N° 5, en donde un operador desenvuelve la paleta llena de latas del plástico que la cubre, para luego el montacarguista colocar la paleta llena de latas en el despaletizador, el cual es un equipo que trabaja de manera semiautomática y se encuentra en una mezzanina. Entonces la paleta es subida mediante un elevador, se le cortan los flejes y se sube hasta quedar la primera camada al ras de la banda transportadora, siendo este instante en el que se retira el marco metálico o de madera y se colocan a un lado. Luego un brazo metálico empuja las latas hacia la banda transportadora previamente encendida, retira la lámina de cartón, sube la paleta para nuevamente empujar la camada de latas siguiente y así sucesivamente hasta terminar de descargar la paleta.

Ahora las latas son transportadas mediante bandas y guías enfiladoras hasta un túnel esterilizador, donde las latas giran por medio de un twister que posee una serie de boquillas que descargan agua caliente dentro de las mismas y de esta manera entran caliente a la llenadora, la cual es una máquina con válvulas rotatorias que permite la entrada de envases por unidad, llenándolos automáticamente a una temperatura cercana a los 90 °C (el ingreso de producto a la llenadora se hace a una temperatura superior a la mínima permitida para evitar la recirculación). En este proceso, se toma a cada hora durante la jornada de producción, una muestra para verificar la temperatura de llenado de forma manual, los análisis físico-químicos y la velocidad de la llenadora. Cuando ocurre un imprevisto, el operador tiene que realizar algunas acciones que permitan el buen funcionamiento de las líneas, es decir:

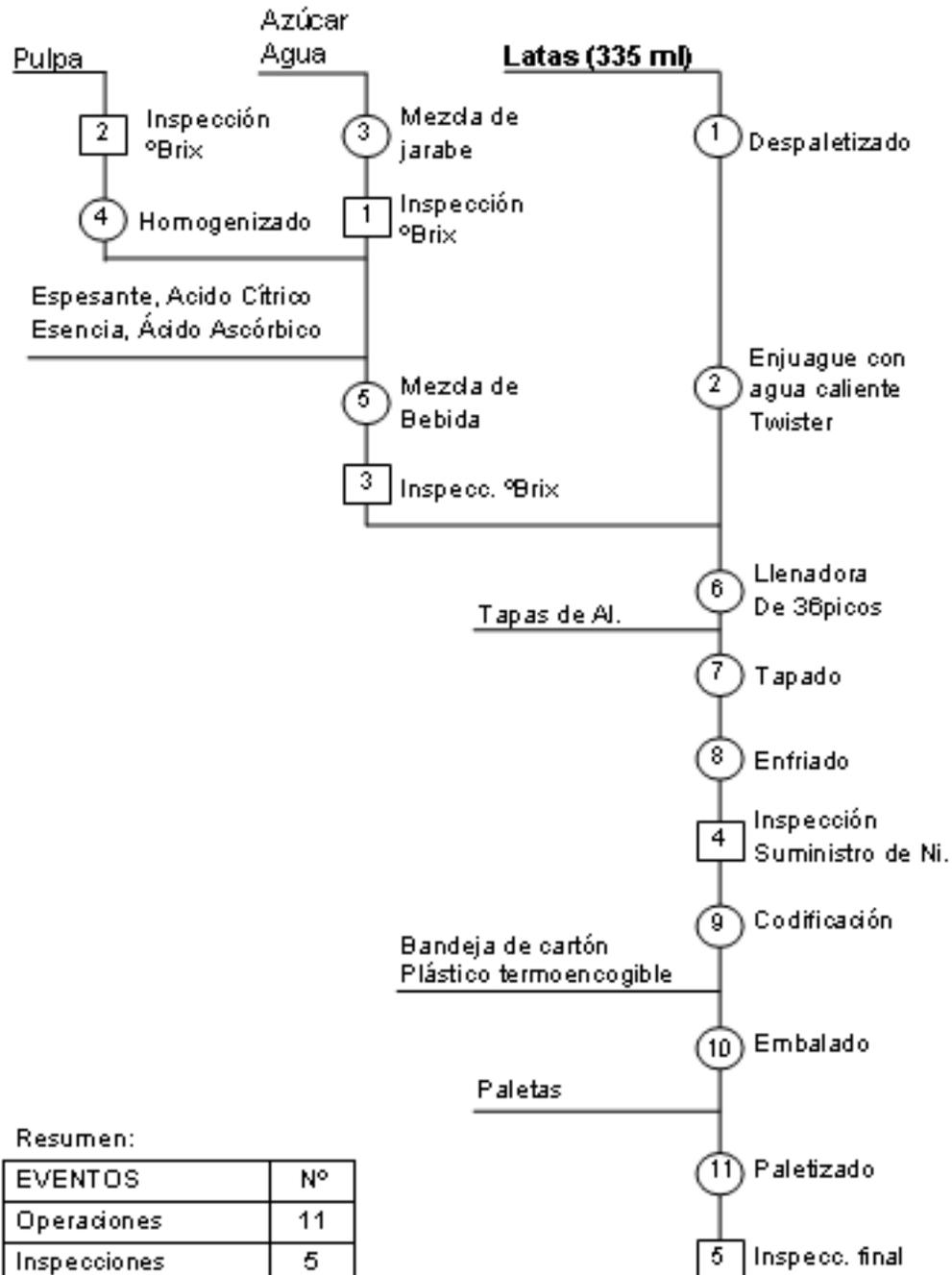
- Detener la entrada de latas mientras se soluciona el inconveniente.
- Detener el llenado cuando el bombillo rojo se encienda, este bombillo indica que en el área de empaquetado hay un problema.



Figura N° 5

Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Yukery

Método: Actual	Fecha: 01/02/07
Línea: 1	Realizado por: Guillén y Fong



Resumen:

EVENTOS	N°
Operaciones	11
Inspecciones	5



---

Y retirar las latas que se hayan estropeado, según el inconveniente.

Inmediatamente, las latas son conducidas a la tapadora, la cual es una máquina que realiza el tapado automáticamente a cada uno de los envases, en la entrada de ésta se encuentra el inyector de nitrógeno, que agrega una gota de nitrógeno a cada envase justo antes de ser tapados, con la finalidad de sumarle presión interna a las latas. Las tapas de los envases se encuentran agrupadas en envolturas y son colocadas en un canal que las envía directamente hacia la cámara de tapado de envases. El operario debe constantemente cargar la tapadora para que no se quede sin tapas.

Una vez tapadas las latas, pasan al proceso de enfriamiento y secado, a través de bandas transportadoras que disminuyen velocidad a la entrada del túnel de enfriamiento, para evitar que se caigan y ocasionen algún trancamiento más adelante, que haga que se deformen y/o descalibren al equipo que afecten. Aquí las latas son sometidas a un baño de agua natural, haciendo que estas salgan a una temperatura de aproximadamente 40 °C. A la salida del túnel de enfriamiento se encuentran dos cámaras de secado, los cuales por acción de una turbina emiten una cortina de aire que permite secar las latas.

Ahora los envases son transportados a un detector de vacío que trabaja con un pistón, por medio del cual expulsa de la línea aquellos envases que se encuentren mal tapados o que no tienen un buen vacío. Seguidamente, las latas se disponen al sistema de codificación, donde cada unidad pasa en forma automática por un video jet, que se encarga de colocar los códigos en el cuello de las latas. A esta altura se encuentra un operador que verifica el funcionamiento del codificador.



Luego del chequeo del vacío, el producto se dirige mediante bandas transportadoras al proceso de embandejado, donde las latas llegan a unos carriles para agruparse de forma lineal y así queden bien ordenadas a la hora de pasar a la bandeja de cartón previamente doblada en sus pestañas; con un brazo neumático las latas son empujadas a la bandeja, para luego deslizarla a la plastificadora.

El proceso de plastificado comienza cuando la banda transportadora mueve la bandeja de producto, que contiene 24 latas, y la va envolviendo automáticamente con el plástico termoencogible, y seguidamente pasarla a un horno donde permanece por unos segundos para que el plástico que la cubre se adhiera y apriete las latas. La bandeja al abandonar el horno, se transporta mediante bandas hasta llegar a una rampa de rodillos que permite a los operarios tomarla y colocarla en un orden predeterminado sobre la paleta, así sucesivamente hasta llenar la paleta de bandejas, y posteriormente identificar el producto para que el montacargas se lo lleve al almacén.

## **B.2. Línea 1 para vidrio 250 ml y 1000ml**

Primeramente hay que tener en cuenta que cuando se cambia de producción de un envase a otro es necesario ajustar todas las guías de las bandas transportadoras de botellas y tuberías necesarias a su tamaño requerido para la nueva producción. Ver el diagrama de operaciones de este proceso en la figura N° 6.

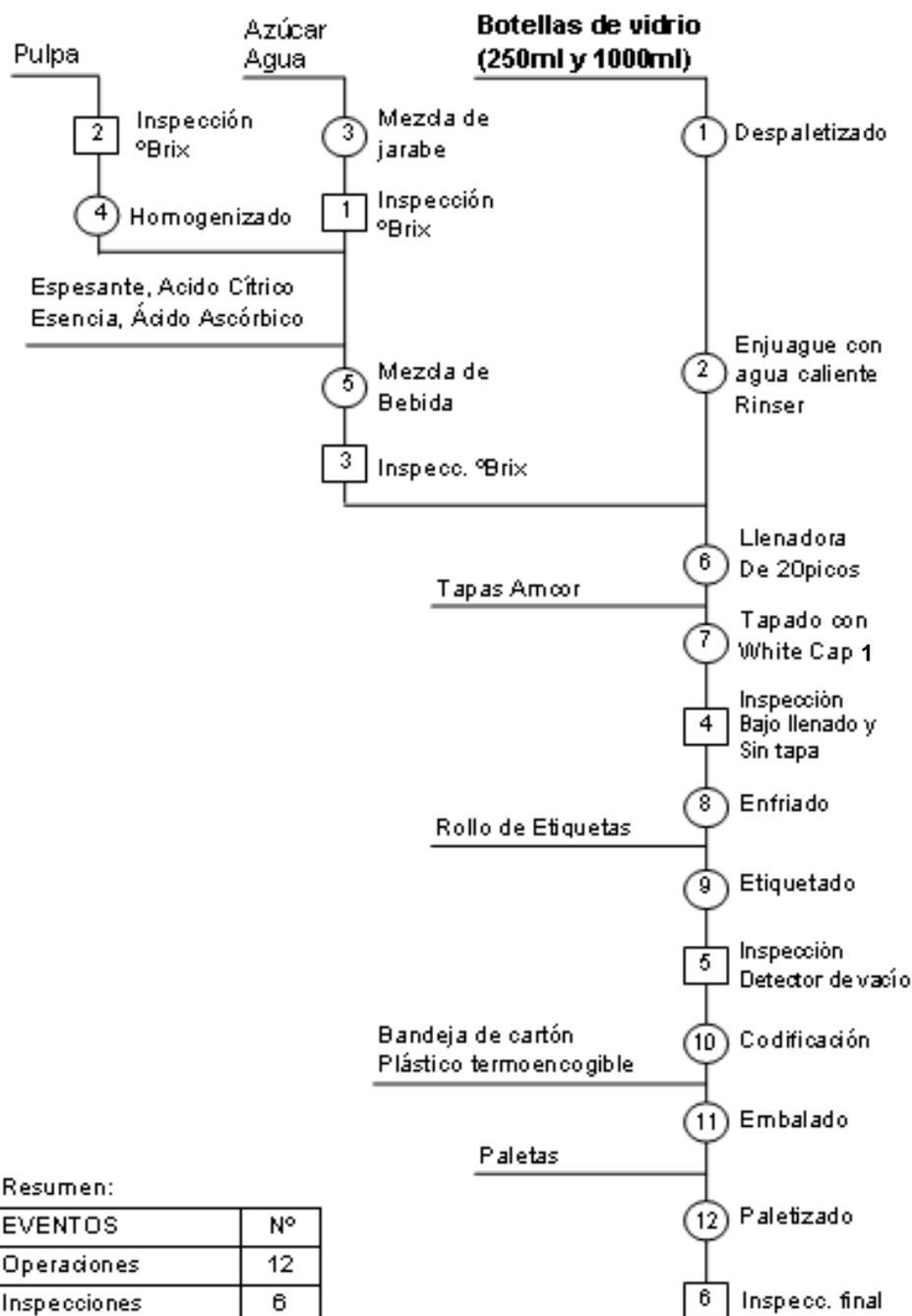
Ahora bien, el proceso comienza con el despaletizado, el cual es el mismo que para la línea de latas ya que se dispone del mismo equipo solo al momento de ser trasladadas al siguiente proceso las botellas atraviesan un



Figura N° 6

Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Yukery

Método: Actual	Fecha: 01/02/07
Línea: 1	Realizado por: Guillén y Fong





enfilador que las lleva a una cinta transportadora en forma de sigma “j”, conocida como “jirafa”, a un nivel más bajo donde se encuentra la lavadora de botellas, la cual es un equipo que hace girar las botellas para esterilizarlas estando estas boca abajo, por medio de unas duchas que suministran el agua caliente a gran presión, a una temperatura de aproximadamente 83 °C, para asegurar su calidad de limpieza y logren quedar sin residuos de agua acumulada.

Las botellas son conducidas en caliente hasta la llenadora, para evitar el choque térmico en el llenado. Este proceso se realiza a través de una máquina con válvulas giratorias, que permite la entrada de botellas por unidad, llenándose automáticamente al momento en que la válvula baja hasta llegar a la boquilla de la botella ejerciendo presión sobre ésta, originando una descarga de producto a una temperatura de pasteurización y de llenado de 90 °C y una temperatura de salida de 88 °C, aproximadamente. En este momento se toma a cada media hora una muestra para determinar la temperatura de llenado de forma manual, los análisis físico-químicos, que bien los puede realizar el analista o el operador de turno, y se verifica la velocidad de la llenadora. Dependiendo del tipo de producto, es necesario que el operador cambie ésta velocidad y la frecuencia de la bomba que envía el producto de la llenadora.

Al momento en que ocurre un imprevisto, el operador tiene que realizar algunas acciones que permitan el buen funcionamiento de las líneas, es decir:

- Cuando el envase sale de la llenadora a medio llenar, se detiene la entrada de botellas por unos 10 segundos y se coloca el envase en la entrada de la llenadora, para que se termine de llenar.



- 
- Cuando las botellas se quiebran, es necesario sacarlas inmediatamente de la línea y desecharlas. Al detenerse la tapadora por alguna razón, el operador debe parar la entrada de botellas.
  - Detener el llenado cuando el bombillo rojo se encienda, este bombillo indica que en el área de empaquetado hay un problema.

Los envases llenos son conducidos a la tapadora, la cual es un equipo que les realiza el tapado automáticamente a cada uno de ellos, además, se ajusta al tamaño de la botella de tal manera que se cumpla con las especificaciones de torsión establecidas, se verifica que hay suficiente vapor y agua en las cámaras de la tapadora a fin de asegurar un buen vacío en el producto terminado. Las tapas son suministradas por una tolva receptora, que el operador debe llenar constantemente para evitar que se quede vacía, donde giran automáticamente y caen en un canal que las envía hacia la cámara de tapado de envases. A la salida de la tapadora hay una boquilla que expulsa aire y verifica el tapado de las botellas, en el caso en que las botellas salgan de la tapadora sin tapa, es necesario retirarlas de la línea y botarlas, ya que el jugo pudo haberse contaminado con el agua de la tapadora.

Una vez tapadas las botellas, son sometidas al proceso de enfriamiento y secado, lo cual son el mismo tratamiento que si fuera para latas; posteriormente se trasladan a la etiquetadora, la cual es una máquina giratoria que se alimenta a rollo, aplicando etiquetas de total envoltura a los envases cilíndricos utilizando una goma que tiene que ser derretida en caliente. Este proceso se realiza de manera continua y automática.

Para el buen funcionamiento de la etiquetadora, entre las actividades que tiene que realizar el operador de este proceso, está el de garantizar el



suministro de goma y el cambio del rollo de etiquetas. Asimismo, si queda mal colocada la etiqueta, el operador tiene que retirar la botella de la línea.

Luego del etiquetado, se tiene un detector de vacío que trabaja con un cilindro neumático, el cual va sacando de la línea los envases que se encuentran mal tapados o que no tienen buen vacío. Los envases que tienen buenas condiciones de tapado son transportados a un sistema de codificación pasando cada unidad en forma automática por un video jet, que se encarga de colocar los códigos en los cuellos de las botellas.

Una vez codificadas las botellas, se dirigen por medio de bandas transportadoras al proceso de embandejado, donde son canalizadas por unos carriles y así queden bien ordenadas a la hora de pasar a la bandeja de cartón previamente doblada en sus pestañas; con un brazo neumático las latas son empujadas a la bandeja, para luego deslizarla a la plastificadora.

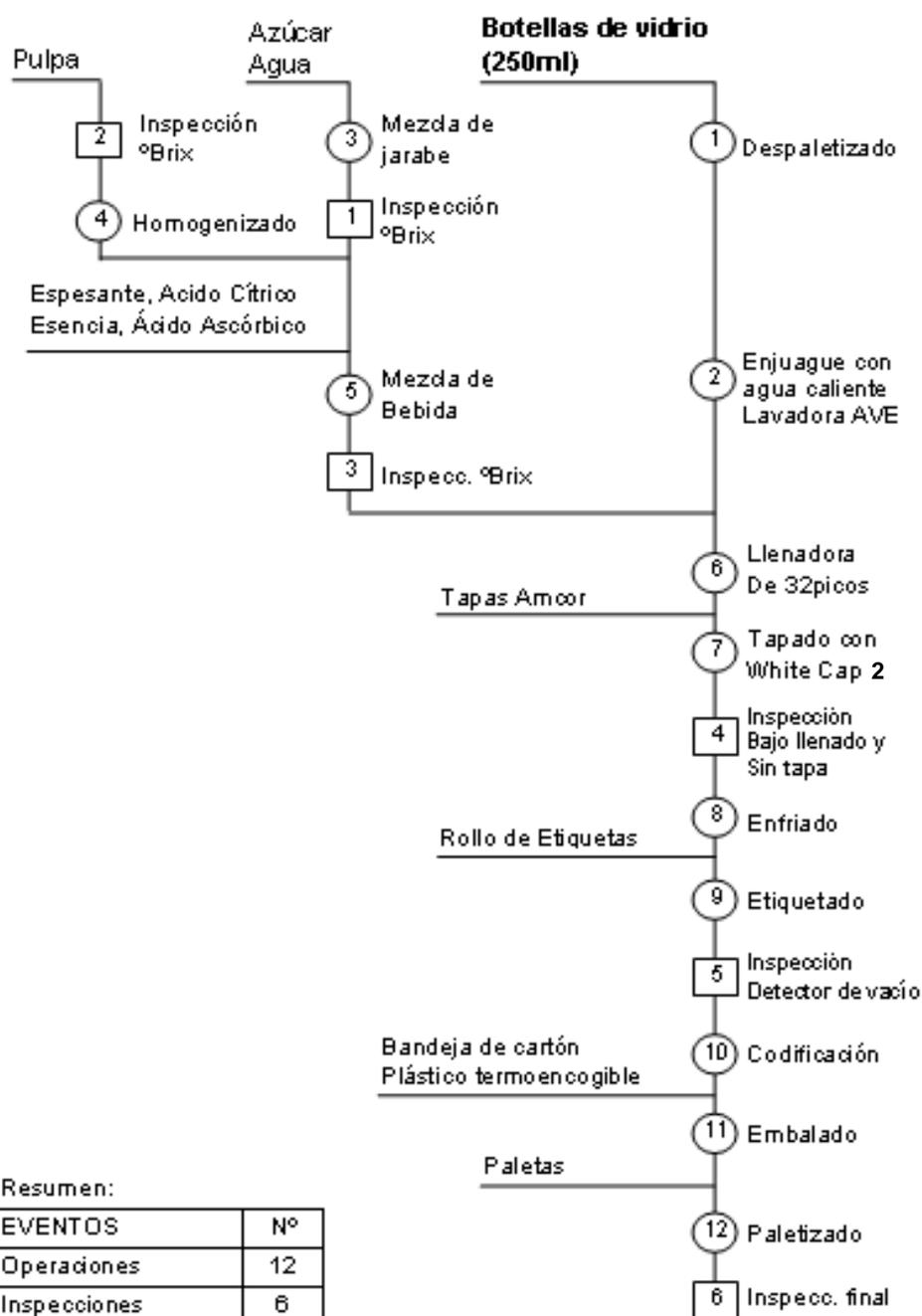
El proceso de plastificado comienza cuando la banda transportadora mueve la bandeja de producto, que dependiendo de la presentación contiene: 12 unidades si son de 1000ml y 24 unidades si se trata de 250ml, el equipo la va envolviendo automáticamente con el plástico termoencogible, que el operador debe reemplazar cada vez que se agote, seguidamente pasarla por un horno donde permanece unos 8 segundos aproximadamente para que el plástico que la cubre se estreche y apriete los envases. La bandeja al abandonar el horno, es transportado mediante bandas hasta llegar a una rampa de rodillos que permite a los operarios tomarla y colocarla en un orden predeterminado sobre la paleta, así sucesivamente hasta llenar la paleta de bandejas, y posteriormente identificar el producto para que el montacargas se lo lleve al almacén.



Figura N° 7

Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Yukery

Método: Actual	Fecha: 01/02/07
Línea: 2	Realizado por: Guillén y Fong



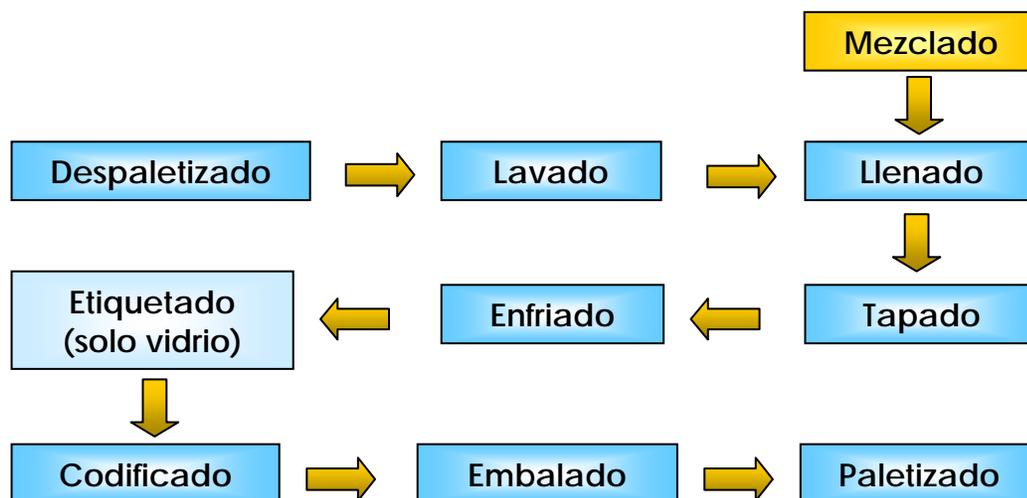


### B.3. Línea 2 para vidrio 250 ml

El proceso de envasado en esta línea es el mismo que si fuera para la línea 1, salvo por las especificaciones de la maquinaria, ver el diagrama de operaciones de este proceso en la figura N° 7, teniendo en cuenta que cuando se cambia de producción en cuanto al producto, es decir, que también se procesa por esta línea el Gatorade, es necesario ajustar todas las guías de las bandas transportadoras de botellas y tuberías necesarias a su tamaño requerido para la nueva producción.

Finalmente, para una mejor visualización del proceso de elaboración del Yukery, se presenta un diagrama de flujo de proceso en la figura N° 8.

Figura N° 8. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Yukery



Fuente: Elaboración propia



---

### **3.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **3.3.1 Identificación de las causas de las mermas en producción**

Para analizar el problema planteado es indispensable determinar todas las causas potenciales que puedan generarla, con el fin de tomar acciones dirigidas a reducirlas o eliminarlas; para fines de la presente investigación, se hace uso del diagrama de Ishikawa (diagrama causa-efecto) como una herramienta que ayuda en la identificación de las principales causas generadoras de mermas para cada línea de producción, buscar la(s) causa(s) raíz(ces), para así proporcionar alternativas de solución que disminuyan o anulen el impacto ocasionado por la misma.

Para construir el diagrama de Ishikawa se tomaron en cuenta las siguientes categorías:

- Máquina
- Materiales
- Medición
- Mano de Obra
- Métodos

A continuación se muestran los diagramas de Ishikawa para la merma de producción en la línea 1 y en la línea 2, ver las figuras: N° 7 y N° 8 respectivamente, seguido de las explicaciones de las causas para ambas líneas, según cada una de las categorías seleccionadas.



---

- Máquina

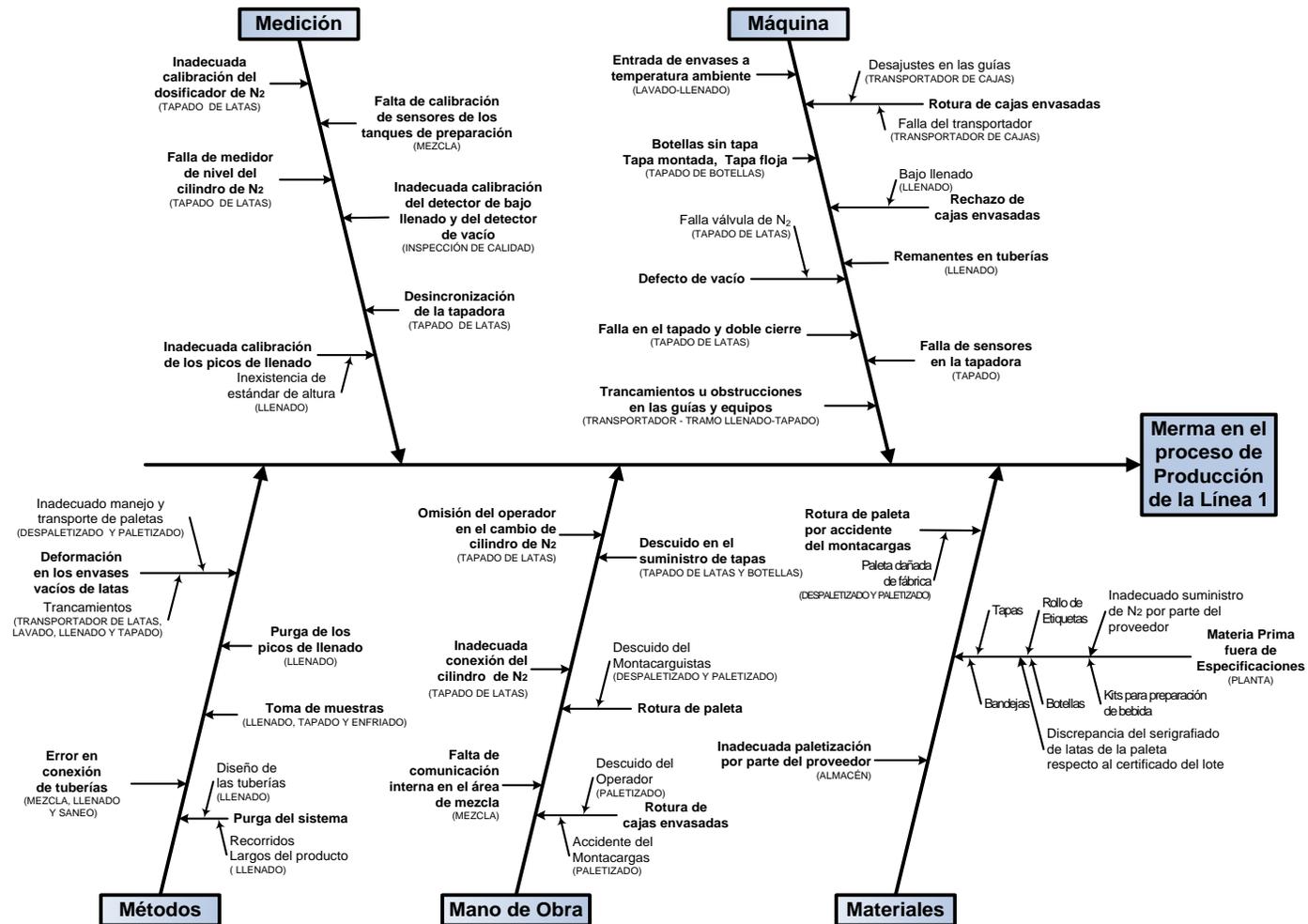
Durante el proceso de producción existen pérdidas de bebida terminada y de envases, como es el caso de rotura de botellas de vidrio dentro del carrusel de la llenadora en ambas líneas, porque las botellas no ingresan con el atemperado correcto que evita el choque térmico con la bebida. Lo mismo ocurre con los envases PET, sólo que éstos no se fragmentan sino que se deforman. Esto sucede debido a una parada en otro equipo que afecta el tiempo productivo en la llenadora; o porque ocurre una falla en el suministro de vapor de la lavadora, pues ésta prepara térmicamente la botella, ya que el líquido es envasado a una temperatura cercana a 90°C.

A su vez, en las llenadoras de cualquiera de las líneas, se generan envases con bajo llenado, los cuales son rechazados al final del proceso, es decir, en el área de paletizado, donde el analista de calidad les da la orden de cajas retenidas y posteriormente de cajas rechazadas; debido a la inadecuada altura de los picos de la llenadora y a la falta de mantenimiento de los vástagos de los mismos, así como la disminución del flujo de la bebida en el proceso de llenado. Además, la desincronización del tornillo sin fin y/o paradas de la tapadora/llenadora, también generan el bajo llenado por salpicadura del líquido, así como golpes y marcas en los envases hasta el colapso de los mismos por trancamientos, debiendo desechar el envase junto al líquido.

En el caso de las tapadoras Zalkin y White Cap, se observan fallas en los sensores de las mismas, ocasionando que los envases salgan sin tapa, queden mal tapados u ocurre lo contrario, exceso de ajuste de la tapa, llamados internamente “tapa montada” produciendo pérdidas del producto; entre otros factores están la obsolescencia de los equipos, las piezas



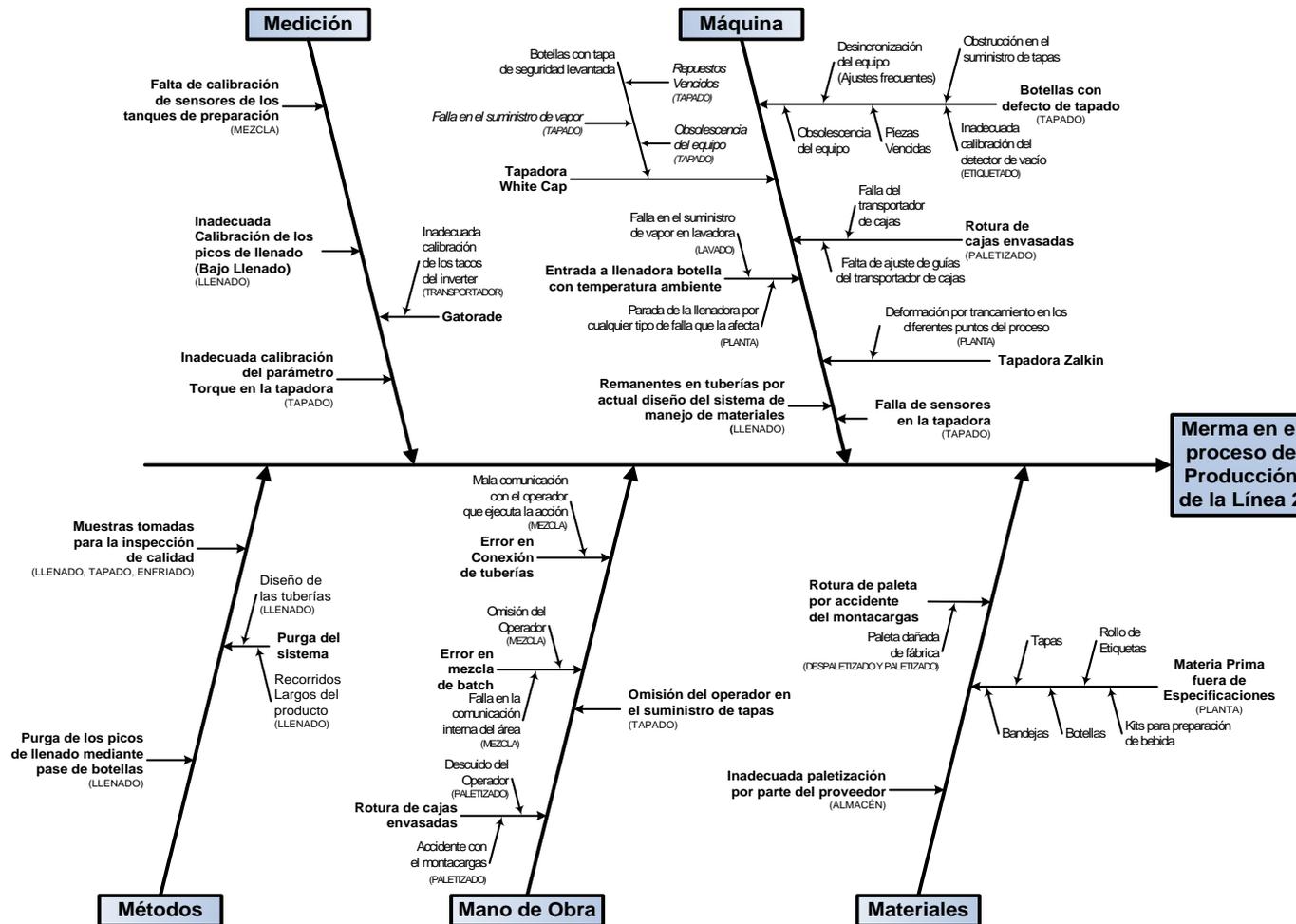
Figura Nº 9. Diagrama de Ishikawa para la merma de producción en la línea 1



Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 10. Diagrama de Ishikawa para la merma de producción en la línea 2



Fuente: Elaboración propia.



---

vencidas y la presencia de repuestos vencidos, que provocan que se tengan que realizar ajustes diariamente, afectando el tiempo. Además, se observan fallas en el suministro del vapor, para el caso de las tapadoras White Cap, ocasionando botellas con la tapa levantada por falta de vacío.

Asimismo ocurre para la tapadora de latas, solo que ésta produce defectos en el doble cierre de la tapa de la lata por la desincronización que presenta el equipo durante la operación, además de los defectos en la dosificación del nitrógeno ( $N_2$ ), generando pérdidas a diario, debido a fallas en el equipo de inyección de este elemento.

Por otra parte, se han presentado fallas en el transportador de cajas por desajuste de los tornillos, obsolescencia del equipo, desajustes en las guías del mismo, así como por los desniveles entre los tramos de estos, ocasionando trancamientos u obstrucciones en las líneas, perdiéndose incluso cajas ya envasadas, teniendo en cuenta que el proceso es continuo y que la limpieza del accidente puede adicionar tiempo improductivo a la línea de producción.

Por último, se encuentra la situación de los remanentes en las tuberías, que debido a la distribución de la planta no permite ordenar los equipos para el buen funcionamiento de ella, por lo que por restricción de espacio no se puede tener un buen sistema de fluido, generándose ineficiencias y pérdidas de bebida terminada cuando se hace necesario un cambio de sabor, mínimo dos (2) vez/semana, y/o fin de producción, una (1) vez/semana, según el historial de planes de producción suministrado por el jefe de producción.



## ■ Materiales

En cuanto a las causas que generan merma de producción desde el punto de vista de las materias primas empleadas en la elaboración de los jugos Yukery, se encuentran casos de botellas y tapas fuera de especificaciones, por parte del proveedor. Asimismo, se han presentado rollos de etiquetas defectuosas, ocasionando devoluciones y retrasos en la producción.

Otro caso particular es que se han usado kits para bebida fuera de especificaciones ocasionando por ende pérdidas en la bebida pues el producto final también resulta fuera de especificaciones. Así como casos de latas, que han presentado un serigrafiado distinto al indicado en el lote de producción, retirándose efectivamente de la línea los envases con este caso.

En el caso de la línea 1 para latas, se ha observado inadecuado suministro de  $N_2$  por parte del proveedor haciendo que se tenga la incertidumbre del contenido del elemento en el cilindro y por lo tanto no se pueda planificar exactamente la producción en cuanto a éste ítem.

La cantidad en merma de botellas, ya sea de vidrio o PET, se incrementa cada vez que haya una paleta dañada de fábrica, ya que al levantarla con el montacargas se desarma, así como los lotes de botellas que llegan mal paletizadas del proveedor, que al movilizarlas se caen, ocasionando deformación en las botellas de PET y quiebres en las botellas de vidrio.

## ■ Medición

En esta categoría la pérdida de bebida terminada es debido a la falta de calibración (fallas en el sistema de comunicación) de sensores de los



---

tanques de preparación indicando lecturas erróneas en el panel de control, ya que en el momento de la preparación de los baches, el operador se encuentra pendiente de los niveles de los líquidos que se suministran, porque los sólidos se encuentran prepesados, para asegurar la correcta preparación de la bebida, aparte de estar pendiente de lo que se envía a los tanques de balance.

La falla en el sistema de comunicación de los sensores en distintos puntos de las líneas, ocasiona unidades defectuosas incrementando las pérdidas, este tipo de eventos ocurre a diario. Cuando ocurre este tipo de fallas y no son detectados a tiempo, ocasionan rechazos en cajas de producto terminado, llevándose consigo los recursos utilizados, como: materia prima, tiempo de preparación, mano de obra y energía, impactando de este modo en las mermas de producción.

Es necesario la correcta calibración de los equipos y la utilización de instrumentos de medición para no generar productos fuera de especificaciones. En el caso de la planta ocurren diariamente lotes de unidades en bajo llenado, debido a una falta de estandarización de la altura de los picos de llenado, y esto afecta a la producción, tanto de unidades de latas como de vidrio.

La inadecuada calibración de los dispositivos de detección de bajo llenado y de detector de vacío, hacen que se retiren unidades buenas de la línea considerando que están no conformes, el operador debe tomarse su tiempo para incorporarlas nuevamente a la línea. Y si el operador no llega a tiempo, estas se aglomeran ocasionándose roturas en el caso de vidrio o deformaciones en el caso de latas, perdiéndose el material, el tiempo de preparación, la mano de obra y la energía.



Por otra parte, la inadecuada calibración del dosificador de  $N_2$  al momento de la inyección causa unidades defectuosas a diario, por desconocerse la cantidad a agregar, es decir, si se le inyecta poco  $N_2$ , la lata se deforma con facilidad al tacto, y si se le inyecta mucho  $N_2$ , estalla. También las fallas en el medidor de nivel del cilindro de  $N_2$  afectan a las mermas, ya que generan desconcierto en el contenido del mismo. Para no desperdiciar  $N_2$  que aun queda en el cilindro en el momento del cambio, el medidor de nivel debe estar en óptimas condiciones, para en el caso de que este dando lectura de vacío cuando en realidad se encuentra lleno; o evitar unidades defectuosas, para el caso de que este dando lectura de lleno cuando en realidad se encuentra vacío, ya que si salen unidades con ausencia de  $N_2$ , estas se desperdician.

La inadecuada calibración de los tacos del inverter generan pérdidas, ya que cuando las botellas de PET (cabe destacar que solo ocurre con Gatorade) pasan por éste, provocan colapso a la salida de él o salen disparadas de allí, por la acción de los tacos que aprieta mucho a la botella (dependiendo de la intensidad, podría deformarla)

#### ■ Mano de Obra

Los factores que están generando merma en este renglón se refieren a las roturas de paletas, de materia prima o de producto final, por descuidos del montacarguista, no solo en la manipulación sino en el momento de almacenarlas. Al igual que los operadores encargados del paletizado, al no colocar adecuadamente las cajas envasadas unas sobre otras, pueden provocar este tipo de accidentes.



---

También han ocurrido descuidos del operador en situaciones de suministro de tapa a cualquiera de las tapadoras, en cambios del cilindro de N<sub>2</sub>, además de errores en las conexiones del cilindro por falta de entrenamiento, así como la falta de una adecuada comunicación dentro del área de mezcla, cometiendo errores en la preparación del batch.

#### ■ Métodos

Cada vez que sea necesaria la limpieza en las tuberías, tanques de preparación y demás equipos de los procesos, así como cuando ocurre un cambio de producto o de sabor, se produce la purga del sistema de llenado y de las tuberías; éstas se realizan de manera manual. Para la purga de las llenadoras, se pasan botellas vacías para descargar los picos de llenado, y para la purga de las tuberías, se abre la válvula para botar el agua y se cierra cuando se es visible el cambio de color de agua a producto. Al igual que el inadecuado manejo y transporte de las paletas puede hacer que las latas se deformen o que las botellas se caigan y se quiebren, quedando inutilizadas para la producción.

Se contabilizan pérdidas de muchas unidades de producto envasado por la cantidad de muestras tomadas para la inspección de calidad por jornada de producción, aunque sea un requerimiento para cumplir con las normas de calidad, es un despilfarro los ajustes necesarios hasta estandarizar las líneas.

La forma en que están diseñadas las líneas de producción y los recorridos tan largos por lo que tienen que pasar las unidades, algunas veces no son las adecuadas, generan trancamientos y por lo tanto deformación en los envases, que generalmente, se da en los ángulos de éstas, o por los



desajustes en las guías y la velocidad de los transportadores. Lo mismo ocurre con las tuberías para preparar el líquido hasta ser envasados, son tan largas que generan abundante remanente en ella en cada cambio de sabor o fin de la producción.

### **3.3.2 Clasificación de las pérdidas identificadas entre ambas líneas de producción**

Una vez identificadas las causas potenciales de las mermas de producción, confirmándose en los diagramas Causa-Efecto mostrados anteriormente en las figuras N° 9 y N° 10 se reflejan muchas causas en común entre las dos líneas, las cuales se procedió a cuantificar en las líneas de producción, teniendo en cuenta que son muchas las que se tendrían que contabilizar se hizo necesario agruparlas o clasificarlas para tener un mayor control sobre las mismas.

Para la clasificación se hizo necesaria la observación directa y preguntas informales a los supervisores de producción y/u operadores, muchos de los cuales tienen más de 10 años de experiencia en la organización, determinándose las siguientes pérdidas a considerar para el estudio:

- ✓ Pérdidas en el proceso del llenado
- ✓ Pérdidas en el proceso del tapado
- ✓ Pérdidas por inspección de calidad
- ✓ Pérdidas por limpieza
- ✓ Pérdidas por purgas del sistema
- ✓ Pérdidas por trancamientos en transportadores



A continuación se describirán cada una de esas pérdidas con el fin de adquirir una mejor comprensión.

### **3.3.3 Descripción de las pérdidas identificadas en el proceso**

Continuando con lo que se señala en la sección 3.3.2, las pérdidas que se clasificaron son las siguientes:

#### **1. Pérdidas en el proceso del llenado**

El llenado es uno de los procesos más importantes para la elaboración del producto final, bien al tratarse de Yukery como de Gatorade, y es uno de los que mas problemas presenta, relacionadas con la obsolescencia del equipo y con repuestos vencidos o que no tienen disponibilidad inmediata en el almacén.

Relacionado a lo expuesto anteriormente, se generan envases en bajo llenado que son detectados en la parte final del proceso, es decir, en el área de paletizado; y esto se debe a que hubo una baja en la presión del fluido en el envasado (en el caso de ambos productos) o una variación de las presiones y contrapresiones de los intercambiadores de calor.

#### **\* Yukery**

Además de lo planteado anteriormente, en este renglón se manifiesta la entrada de envases a la llenadora a temperatura ambiente, provocando en el vidrio fisura o incluso que se quiebren dentro de la misma mientras se encuentra en proceso, siendo necesario sacarlas inmediatamente de la línea, deteniéndola para desechar todos los envases dentro de ésta, 15 envases antes y 15 envases después del equipo, incrementando las pérdidas.



Otro caso particular sucede con la presentación de 250ml, ya que las botellas se caen en el tramo lavadora-llenadora, por poseer ésta una base de diámetro estrecho para su altura, mientras se pone en movimiento con el transportador. La entrada de botellas caídas a la llenadora influye en la merma, ya que se tiene que detener el equipo y al mismo tiempo, retirar el(los) envase(s) quebrado(s) del incidente, los dieciséis (16) envases dentro de la llenadora así como los quince (15) envases antes del incidente, para evitar que se envasen botellas que contengan partículas de vidrio, siendo esto lineamiento de seguridad para el consumidor establecido por el Departamento de Aseguramiento de Calidad.

\* Gatorade

Para esta sección, la merma abarca los envases que están en el carrusel de la llenadora en el momento que ocurre una parada en la misma, la cual es provocada por fallas de algún equipo aguas abajo de ésta. Al detenerse la llenadora las botellas que están siendo envasadas quedan con la presión de 53,223 KPa (7,719 psi) que le ejercen los picos de llenado y la bebida terminada que se encuentra a 90°C, lo que ocasiona que la botella de PET ceda hasta deformarse.

2. Pérdidas en el proceso del tapado

Estas se refieren a todas aquellas pérdidas asociadas a las tapadoras: de latas, Zalkin, White Cap 1 y White Cap 2, desde el momento en que se tienen las tapas traídas directamente del almacén, hasta las condiciones en que el producto es tapado, es decir, puede ser que el operador se descuide en el suministro de las tapas, haciendo que los envases llenos de bebida queden destapados, que ocurra un imprevisto en el equipo y no se ajuste la tapa



---

adecuadamente al envase, que fallen los sensores de suministros de tapas, o que se desincronice el equipo.

\* Yukery

Para este caso se presentan fallas en la tapadora de latas, debido a problemas con la dosificación del  $N_2$ , ya que no se encuentra estandarizado, estos inconvenientes se atribuyen a la válvula, al medidor del nivel, al inadecuado suministro por parte del proveedor, así como de la inadecuada conexión del cilindro.

Se destaca que el inadecuado suministro de  $N_2$  por parte del proveedor, como un cilindro con fuga o con su medidor de nivel dañado, lo cual dificulta conocer momento correcto para cambiarlo, por lo tanto el operador desconoce si el gas se consume antes de lo estimado. La dosificación de una gota de  $N_2$  en las latas hace que éstas sean firmes al tacto además de generarle el vacío, por lo que se pierden tanto envases como bebida en la inexistencia del  $N_2$ ; por otra parte, si se les llega a suministrar mas gotas de  $N_2$  a las latas, éstas llegan a explotar.

\* Gatorade

Para este caso las irregularidades se asocian a la tapadora Zalkin, donde ocurre una obstrucción en el suministro de tapas provocado por un atasco de una o varias tapas en el inicio del bajante, dicho atasco provoca salidas de botellas sin tapas, debido a la falta de un conjunto de instrucciones en la programación del PLC que se encargue de detener el equipo en caso de ausencia de tapas en el bajante, dicha ausencia se debería detectar por los sensores fotoeléctricos ubicados al principio y al final del bajante. Este equipo no cuenta con un sistema que garantiza la fluidez del suministro de



---

tapas que impide los atascos que generan paradas de producción donde se tienen pérdidas de envases PET y bebidas.

### 3. Pérdidas por inspección de calidad

Estas representan a todas las muestras tomadas para el control de calidad del producto en proceso, siendo estas tomadas en intervalos de una (1) hora. Estas muestras son consideradas mermas. La cantidad de muestras dependen de la presentación de la bebida, ya que varía la cantidad de pruebas de acuerdo al tipo de envase (PET, vidrio o latas).

### 4. Pérdidas por limpieza

Estas se generan cada vez que se requiere un cambio de sabor y para cuando ocurre un fin de producción. La limpieza se requiere para evitar que se obstruyan las tuberías por donde circula la bebida hasta ser envasada, acción necesaria a diario; o evitar que se acumule jugo en partes de los equipos. Para la limpieza es necesario utilizar agua caliente, soda cáustica y oxonia; dependiendo del caso, se decide pasar solo agua caliente o los tres ingredientes de manera establecida en el procedimiento de saneo de la planta, para eliminar esas obstrucciones, evitar contaminaciones al producto y daños a los equipos.

Particularmente cuando se da el fin de la producción (sujeto a la programación de la producción), ocurre un cambio de sabor u ocurre un cambio de presentación, se producen pérdidas de bebida terminada en las tuberías que van desde el tanque de mezcla hasta la llenadora, llamándose a éstas remanentes en tubería, las cuales se dan porque la mayoría de las tuberías se encuentran en horizontal y algunas por debajo del nivel de



---

entrada a la llenadora, lo que le impide al producto el escape por acción de la fuerza de gravedad permaneciendo en la tubería hasta que finalmente se drena, además cuando el nivel de bebida dentro del tanque de balance baja, conlleva a una reducción de la presión del fluido en los picos de llenado que hace que el producto permanezca en las tuberías impidiéndose el envasado de esa bebida.

#### 5. Pérdidas por purgas del sistema

Estas se refieren a las pérdidas generadas por la bebida que se utiliza para empujar el agua depositada en las tuberías después de realizarse un CIP (Cleaning In Place). Las purgas del sistema se realizan cada vez que se inicia la producción después de una limpieza programada.

Las purgas se midieron al principio de la producción cuando se expulsa el exceso de agua remanente en los picos de llenado con el pase de botellas hasta que salga una botella con bebida terminada, en este proceso se utiliza como mínimo 10 envases generando merma de botellas, bebida y tapas.

#### 6. Pérdidas por trancamientos en transportadores

Estas se refieren a aquellas pérdidas que se generan por el inadecuado posicionamiento de uno o más envases sobre el transportador obstruyendo su flujo. En el caso Yukery, específicamente la presentación de latas, la obstrucción se origina en la entrada de la lavadora de latas (twister), ya que el envase sufre un cambio de ángulo al pasar de un transportador horizontal a uno que presenta una inclinación de 30° con respecto al piso para utilizar la gravedad en el transporte y lavado de las latas. Dentro del twister puede ocurrir atascamiento cuando entra en ella latas deformadas, se utiliza una



vara de metal (de 1" de grosor y 1,5m de largo) con la intención de golpear la lata atorada para retirarla.

En Gatorade se genera merma en un equipo conocido como Inverter, que es un transportador de cambio de nivel adaptado a una forma de "Ω", cuya finalidad es "voltear la botella" de manera que la bebida entre en contacto con la tapa para esterilizarla, ya que viene con una temperatura de 90°C. La pérdida en este caso se origina cuando se cae una botella en la salida del transportador, creando un obstáculo para los envases siguientes causándose un colapso en ese punto del proceso, donde se rechazan las unidades que quedaron deformadas por ese incidente.

El inverter está formado por una serie de tacos de goma que se ajustan para poder ejercer presión sobre los envases a transportar; cuando la presión es deficiente, las botellas se caen por efecto de la gravedad y se deforman al golpear el piso; cuando es excesiva, las botellas salen disparadas del transportador provocando la caída de las botellas precedentes.

### **3.3.4 Cuantificación de las pérdidas identificadas en el proceso**

Para cuantificar las seis (6) pérdidas descritas en la sección anterior del presente capítulo se procedió a la contabilización por observación directa de todas las botellas que se encontraron fuera de especificaciones, anotando como característica distintiva la causa de su rechazo o motivo por el cual ha sido retirado de la línea de producción, utilizando el formato que se muestra en el apéndice N° 1.

Las pérdidas cuya cuantificación dependen del muestreo son por llenado, por



tapado, por purgas del sistema y por trancamiento de transportadores. El tiempo total de muestreo se realizó durante un lapso de 202,87 horas efectivas, las observaciones se tomaron hora a hora en la salida de la tapadora para el caso de las llenadoras de botellas de las líneas 1 y 2; y en la salida del cooler (enfriador) para el caso de la llenadora de latas. El total de observaciones muestreadas estaban sujetas al programa de producción dentro de las 18 semanas que contemplaba el período del estudio.

### *1. Pérdidas en el proceso del llenado*

Durante el proceso de llenado se identificaron tres (3) causas de pérdidas, las cuales son: el bajo llenado, la entrada de botellas caídas y la entrada de envases a temperatura ambiente. Para el cálculo del bajo llenado no se hizo necesario la observación en la llenadora de latas, ya que no se generan pérdidas de este tipo.

Entonces, se tiene que en la producción del jugo Yukery: para la presentación de 250ml en la línea 1 y en la línea 2 se registraron 150,15 BsF./mes-prod y 89,36 BsF./mes-prod respectivamente de pérdidas por bajo llenado; para la presentación de 1000ml, que solo se produce en la línea 1, se registraron 216,87 BsF./mes-prod. (Ver apéndice N° 2 para la información de los valores expuestos).

En el caso de la producción de la bebida Gatorade, para la presentación de 591ml se registraron 919,24 BsF. /mes-prod y para la presentación de 946ml se registraron 2.876,42 BsF. /mes-prod por pérdidas de bajo llenado. (Ver apéndice N° 2 para la información de los valores expuestos).



La entrada de botellas caídas al equipo ocurre solo en el caso del jugo Yukery para la presentación de 250ml, por lo que para la línea 1 se contabilizó un equivalente a 196,21 BsF. /mes-prod y para la línea 2 se contabilizó un equivalente a 157,87 BsF. /mes-prod (Ver apéndice N° 2 para la información de los valores expuestos).

En el caso de la entrada de envases a temperatura ambiente a la llenadora se tiene que en la producción del jugo Yukery se registraron para la presentación de 250ml 171,77 BsF. /mes-prod por la línea 1 y 140,13 BsF. /mes-prod por la línea 2; también se tienen 603,07 BsF. /mes-prod por la presentación 1000ml; por otra parte en la producción de la bebida Gatorade se registraron 956,67 BsF. /mes-prod y 6.045,56 BsF. /mes-prod para las presentaciones 591ml y 946ml respectivamente. (Ver apéndice N° 2 para la información de los valores expuestos).

## *2. Pérdidas en el proceso del tapado*

Se tienen pérdidas en el proceso de tapado de formas distintas para el tipo de producto que se este elaborando, por esta razón se explicaran como se muestra a continuación:

### *\* Yukery*

La cuantificación de las pérdidas en el proceso de tapado de Yukery se llevó a cabo mediante la observación directa de los envases a la salida de la tapadora para el caso de las llenadoras de las líneas 1 y 2, realizándose un muestreo por 103,5 horas efectivas de producción. Los envases observados tenían presente una de las siguientes características: sin tapa, con tapa montada, con tapa floja o con exceso de pull up. Las anotaciones se



realizaron en un formato como el que se muestra en el apéndice N° 2 donde se coloca el número de envases, el defecto observado y el motivo del mismo.

Para la presentación de 250ml se determinaron las siguientes causas de pérdidas:

- ✓ Obstrucción en el suministro de tapas, ya que genera envases sin tapa, por lo que se registraron pérdidas 329,41 BsF./mes-prod en la línea 1 y 202,47 BsF./mes-prod en la línea 2.
- ✓ Constante ajuste de piezas internas de la tapadora, lo que genera la tapa floja o con exceso de pull up en los envases, por lo que se registró en pérdidas un equivalente a 180,31 BsF./mes-prod y 85,10 BsF./mes-prod en línea 1 y 2 respectivamente.
- ✓ Pérdida de sincronización de tapadora, lo que ocasiona envases con tapa montada, por lo que se registraron pérdidas en línea 1 de 155,36 BsF./mes-prod y 245,76 BsF./mes-prod en línea 2.

(Ver apéndice N° 2 para la información de los valores expuestos).

De igual forma se determinaron para la presentación de 1000ml las causas de pérdidas que se determinaron para la presentación de 250ml, entonces en cuanto a:

- ✓ Obstrucción en el suministro de tapas, se registraron pérdidas equivalente a 224,95 BsF/mes-prod.
- ✓ Constante ajuste de piezas internas de la tapadora se registraron 260,60 BsF/mes-prod.
- ✓ Pérdida de sincronización de tapadora se registraron pérdidas correspondientes a 224,54 BsF/mes-prod.

(Ver apéndice N° 2 para la información de los valores expuestos).



Para el caso de la llenadora de latas (presentación de 335ml) se tomaron las muestras a la salida del túnel de enfriamiento, porque es el momento en que las latas se pueden manipular sin tener el riesgo de sufrir una lesión que puede causar la temperatura de envasado. La inspección de las latas se hacen apretándolas, si al tacto la superficie es firme se debe a la correcta dosificación de N<sub>2</sub>, de lo contrario puede que se desprege la tapa o que la lata se encuentre endeble. No se realiza la cuantificación de nitrógeno ya que no se tienen disponibles los equipos necesarios.

De la toma de datos se pudieron determinar las siguientes causas de pérdidas:

- ✓ Trancamiento de la válvula de N<sub>2</sub>, es decir, que ésta válvula se congela, por lo que se registraron pérdidas de 9.389,26 BsF/mes-prod
- ✓ Inadecuada dosificación de N<sub>2</sub>, de donde se obtuvo una pérdida de 2.555,29 BsF/mes-prod.
- ✓ Pérdida de sincronización de la tapadora, lo que ocasiona la deformación de los envases ante tal situación, por lo que se registraron pérdidas igual a 872,01 BsF/mes-prod.

(Ver apéndice N° 2 para la información de los valores expuestos).

#### \* Gatorade

La cuantificación de las pérdidas en la producción de Gatorade se obtuvo de la observación directa de los envases al pasar a la salida de la tapadora, observándose dos (2) características de rechazo: Tapa Montada y Sin Tapa, de esta manera se pudo identificar tres (3) tipos de pérdidas, las cuales son:

- ✓ Obstrucción en el suministro de tapas, de donde se obtuvo lo equivalente a 3.506,05 BsF./mes-prod en la presentación 591ml y 3.502,81 BsF./mes-prod en la presentación 946ml.



- ✓ Pérdida de sincronización de la tapadora, lo que ocasiona la deformación de los envases ante tal situación, por lo que se registraron para 591ml 773,07 BsF./mes-prod y 946ml 517,72 BsF./mes-prod.
- ✓ Falla de sensores en la tapadora, dio como resultado 713,78 BsF./mes-prod para 591ml y 461,66 BsF./mes-prod para 946ml.

(Ver apéndice N° 2 para la información de los valores expuestos).

### 3. *Pérdidas por inspección de calidad*

Se realizó el cálculo en base a las muestras tomadas por hora por el Departamento de Aseguramiento de Calidad, las cuales se obtuvieron de acuerdo a la presentación del producto, de modo que:

\* Yukery (presentaciones envasadas en vidrio)

Se toman 5 unidades por hora a la salida del túnel de enfriamiento para el control de peso y la prueba de torque en frío, e igualmente se toman 5 unidades por hora a la salida de la tapadora para las pruebas mencionadas pero en caliente, es decir, que se toman en total 10 unidades por hora, así que para la presentación de 250ml en la línea 1 las pérdidas son de 438,23 BsF/mes-prod y 340,84 BsF/mes-prod en la línea 2; para la presentación de 1000ml se generaron 632,52 BsF./mes-prod.

Ahora bien, al tratarse de la presentación de 335ml (lata), el control de calidad difiere un poco de las otras presentaciones, en este caso se toman 5 unidades por hora para el control de peso lo que equivale a 573,34 BsF/mes-prod. Además, se realiza la prueba de doble cierre, la cual consiste en tomar 6 unidades vacías al inicio del turno y 6 unidades vacías al final, a la salida de la tapadora, es decir, se retiran de la línea 12 unidades por turno, debido a que en la semana hay producción durante 16 turnos para la estimación de



---

pérdidas durante un mes se multiplicó por 64 turnos/mes-prod, dando como resultado 768 latas/mes-prod equivalente a 101,42 BsF./mes-prod.

Para la corrida de producción de Gatorade, también se realizan pruebas para el control de calidad según la presentación.

En el caso de 591ml se toman 12 unidades por hora a la salida de la tapadora justo antes del inductor, esto con el fin de realizarle la prueba de torque, un envase por cada cabezal que tiene el equipo. Adicionalmente, se toman 5 unidades por hora para la prueba “squeeze test” y 5 unidades por hora para el control de peso, a la salida de la tapadora; así como 5 unidades por hora para “muestra testigo” al final de la línea en el área de paletizado, es decir, que se toman 27 unidades por hora para la realización de todas estas pruebas que corresponden a **3.622,83 BsF./mes-prod**.

En el caso de 946ml, también se realiza la prueba de torque de la misma manera que para 591ml, se toman 12 unidades por hora. Igualmente, se toman 5 unidades por hora para el control de peso a la salida de la tapadora y 5 unidades por hora como “muestra testigo” al final de la línea en el área de paletizado, es decir, que se toman 22 unidades por hora para la realización de esas pruebas los cuales corresponden a un costo de **11.072,26 BsF./mes-prod**

(Para detalles de los cálculos realizados ver Apéndice N° 2)

#### *4. Pérdidas por limpieza*

En cada equipo se producen pérdidas de esta índole, pero debido a lo complicado del sistema para evidenciar estas pérdidas, se tomaron las referentes al drenaje de lo remanente en el sistema, de la siguiente manera:



Para la medición de las pérdidas por la línea 1, se tomó el remanente con un tambor vacío de concentrado de pulpa que tiene una capacidad de 300 litros, se desvió el drenaje hasta una tubería conectada antes el tanque de recirculación; para la línea 2, se extendió una tubería para poder verter el drenaje en el contenedor (tambor vacío de concentrado), donde se desvió la válvula del drenaje que va directo a las aguas residuales hacia ésta salida; para ambos casos se extrajo una muestra para analizar los °Brix en temperatura ambiente (ya que este valor varía si se mide en caliente) y determinar la cantidad real de producto desechado. El °Brix del producto varía de acuerdo al producto, por ejemplo, en Yukery el valor cambia de acuerdo al sabor del jugo, en cambio para Gatorade es indiferente el sabor de la bebida, claro está que esta medida tiene sus límites de especificación y para el cálculo de las pérdidas por limpieza se utilizó la media del parámetro. (Detalles del cálculo en Apéndice N°2.)

Dado lo antes expuesto se determinaron las pérdidas en los diferentes sistemas, para el sistema de latas se obtuvo una merma de 96,274 Litros drenados, equivalente a un costo de 669,82 BsF. /mes-prod.

En el sistema de presentación de vidrio de la línea 1, se tiene como resultado un volumen de 144,041 Litros drenados a un costo de 553,50 BsF./mes-prod; en cambio en la línea 2, se tiene 105,124 Litros drenados de jugo Yukery traducido a un costo de 205,84 BsF./mes-prod y 254,60 Litros drenados de Gatorade correspondiente a un costo de 5.737,86 BsF./mes-prod

##### *5. Pérdidas por purgas del sistema*

Para cuantificar estas pérdidas es necesario conocer qué cantidad de agua queda remanente en las tuberías después de la limpieza que precisa ser



empujada por la bebida terminada. Debido a lo complicado del sistema para evidenciar estas pérdidas, se tomó como referencia al pase de envases en las llenadoras, contabilizando las botellas utilizadas para tal fin.

Para Yukery en la presentación de latas esta pérdida no aplica, debido al diseño de sus picos de llenado, ya que para drenar el agua acumulada en el sistema por la limpieza se colocan 2 piezas de tuberías huecas, de manera que suban los picos y vacíe el carrusel de llenado, no obstante este tipo de pérdida no se observó durante el período de estudio en las presentaciones de vidrio de esta línea, por otra parte en la línea 2 se registraron de Yukery 250ml una pérdida 87,70 BsF./mes-prod por envases de vidrio desechados.

En Gatorade, estas pérdidas se registraron mediante observación directa, obteniendo como resultado 276,68 BsF./mes-prod y 2.225,98 BsF./mes-prod de las presentaciones 591ml y 946ml respectivamente.

#### *6. Pérdidas por trancamientos en transportadores*

Las pérdidas por trancamientos en transportadores en el caso de Yukery sólo se genera en la presentación de 335ml (latas) por lo delicado que es el envase, donde se registró 137,18 BsF./mes-prod por envases vacíos deformados en el área de lavado.

En el caso de las pérdidas originadas en el inverter se tienen dos (2) motivos observados, por trancamientos u obstrucciones en las guías y equipos e inadecuada calibración de los tacos del inverter, para la primera causa se registró de la presentación 591ml 122,01 BsF. /mes-prod y de 946ml 8.304,19 BsF. /mes-prod, para el ultimo motivo se tiene 3.063,30 BsF./mes-prod de Gatorade 591ml y 1.877,25 BsF. /mes-prod de Gatorade 946ml.



### 3.3.5 Selección de los procesos que generan mayores pérdidas monetarias

Una vez cuantificadas todas las pérdidas por presentación del producto se procedió a agruparlas según la misma causa de pérdida, clasificando según la línea y el envase del producto, es decir, línea 1 se clasifica en vidrio y latas, línea 2 se clasifica en vidrio y PET.

Para asociar las pérdidas y conocer su magnitud se procedió como el siguiente cálculo tipo, para la pérdida en el proceso del llenado debido al “Bajo Llenado”:

#### Para línea 1:

En Yukery 250ml = 150,15 BsF./mes-prod

En Yukery 1000ml = 216,87 BsF./mes-prod

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas por} \\ \text{bajo.llenado}_{\text{Línea.1}} &= 150,15 \frac{\text{BsF}}{\text{mes} - \text{prod}} + 216,87 \frac{\text{BsF}}{\text{mes} - \text{prod}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas por} \\ \text{bajo.llenado}_{\text{Línea.1}} &= \mathbf{367,01 \text{ BsF./mes-prod}} \end{aligned}$$

#### Para línea 2:

En Yukery 250ml = 89,36 BsF./mes-prod

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas por} \\ \text{bajo.llenado}_{\text{Línea.2-Yukery}} &= \mathbf{89,36 \text{ BsF./mes-prod}} \end{aligned}$$



En Gatorade 591ml = 919,24 BsF./mes-prod

En Gatorade 946ml = 2.876,42 BsF./mes-prod

$$\text{Pérdidas por bajo llenado}_{\text{Línea.2-Gatorade}} = 919,24 \frac{\text{BsF}}{\text{mes - prod}} + 2.876,42 \frac{\text{BsF}}{\text{mes - prod}}$$

$$\text{Pérdidas por bajo llenado}_{\text{Línea.2-Gatorade}} = \mathbf{3.795,66 \text{ BsF./mes-prod}}$$

A continuación se muestra en la Tabla N°2 la compilación de las pérdidas mensuales del proceso de producción de Jugo Yukery y Gatorade que se clasificaron para el presente estudio:

Tabla N° 2. Resumen de las pérdidas de producción por línea según producto

LÍNEA DE PRODUCCIÓN	Yukery (BsF./mes-prod)			Gatorade (BsF./mes-prod)
	Línea 1 latas	Línea 1 Vidrio	Línea 2	Línea 2
<b>1. Pérdidas en el proceso del llenado</b>				
Bajo Llenado	N/A	367,01	89,36	3.795,66
Entrada de botellas caídas	N/A	196,21	157,87	N/A
Entrada de envases a temperatura ambiente	N/A	774,84	140,13	7.002,23
<b>2. Pérdidas en el proceso del tapado</b>				
Obstrucción en el suministro de tapas	N/A	554,35	202,47	7.008,87
Constante ajuste de piezas internas de la tapadora	N/A	440,91	85,10	N/A
Pérdida de sincronización de la tapadora	872,01	379,91	245,76	1.290,79
Trancamiento de la válvula de N <sub>2</sub>	9.389,26	N/A	N/A	N/A
Inadecuada dosificación de N <sub>2</sub>	2.555,29	N/A	N/A	N/A
Falla de sensores en la tapadora	N/A	N/A	N/A	1.175,45
<b>3. Pérdidas por inspección de calidad</b>				
Pérdida por inspección de Calidad en Yukery 250ml y 1000ml (Vidrio)	N/A	1.070,75	340,84	N/A
Pérdida por inspección de Calidad en Yukery 335ml (Lata)	674,76	N/A	N/A	N/A
Pérdida por inspección de Calidad en Gatorade 591ml y 946ml (PET)	N/A	N/A	N/A	14.695,09
<b>4. Pérdidas por limpieza</b>				
Drenaje de tuberías Línea 1/Yukery de 335 ml (Latas)	669,82	N/A	N/A	N/A
Drenaje de tuberías Línea 1/Yukery de 250 ml y 1 litro (Vidrios)	N/A	553,50	N/A	N/A
Drenaje de tuberías línea 2/Yukery de 250 ml o Gatorade 591 ml y 946 ml	N/A	N/A	205,84	5.737,86
<b>5. Pérdidas por purgas del sistema</b>				
Purgado del sistema posterior a la limpieza	N/A	0,00	87,70	2.502,67
<b>6. Pérdidas por trancamientos en transportadores</b>				
Inadecuada calibración de los tacos del inverter	N/A	N/A	N/A	4.940,55
Trancamientos u obstrucciones en las guías y equipos	137,18	N/A	N/A	8.426,20
<b>Pérdidas totales por línea</b>	<b>14.298,32</b>	<b>4.337,47</b>	<b>1.555,07</b>	<b>56.575,37</b>
<b>Pérdidas totales de Planta</b>	<b>76.766,22</b>	<b>BsF./mes-prod</b>		

Fuente: Elaboración propia.



### 3.3.6 Análisis de los desperdicios de mayor impacto

Para determinar la(s) causa(s) de pérdida de mayor incidencia económica se procedió a realizar un análisis 80/20, con la finalidad de focalizar el estudio en la resolución del 20 % de los responsables por la mayor parte (80%) del impacto negativo sobre el beneficio. A continuación se muestran los Análisis de Pareto, por línea de producción del producto:

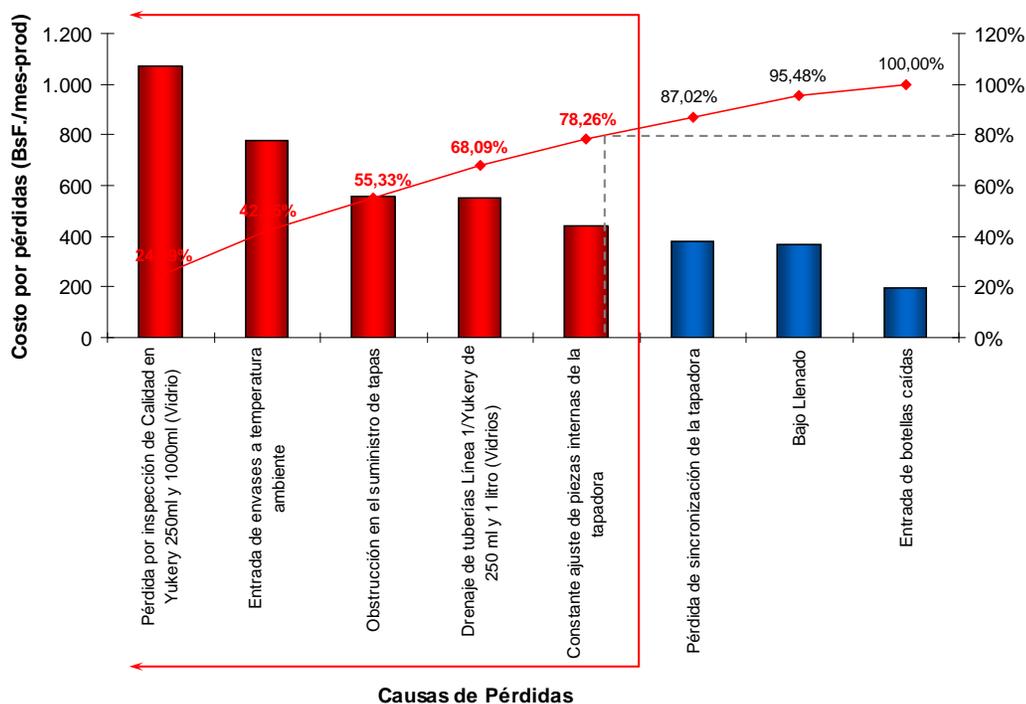
Tabla N° 3. Datos Pareto para Pérdidas en línea 1 Yukery

PRODUCTO	Yukery Línea 1 Vidrio		
	BsF./mes-prod	%	% Acumulado
<b>LÍNEA DE PRODUCCIÓN</b>			
Pérdida por inspección de Calidad en Yukery 250ml y 1000ml (Vidrio)	1.070,75	24,69%	24,69%
Entrada de envases a temperatura ambiente	774,84	17,86%	42,55%
Obstrucción en el suministro de tapas	554,35	12,78%	55,33%
Drenaje de tuberías Línea 1/Yukery de 250 ml y 1 litro (Vidrios)	553,50	12,76%	68,09%
Constante ajuste de piezas internas de la tapadora	440,91	10,17%	78,26%
Pérdida de sincronización de la tapadora	379,91	8,76%	87,02%
Bajo Llenado	367,01	8,46%	95,48%
Entrada de botellas caídas	196,21	4,52%	100,00%
<b>TOTAL DE PERDIDAS</b>	<b>4.337,47</b>		

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 11. Análisis de Pareto en línea 1 Yukery



Fuente: Elaboración propia.

La Figura N° 11 refleja que el 78,25 % de las pérdidas para el jugo Yukery en la línea 1 se deben a un 24,67 % a los envases de Yukery de 250ml y 1000ml que son tomados para la inspección de calidad, a un 17,87 % a la entrada de envases a temperatura, a un 12,78 % debido a la obstrucción en el suministro de tapas, a un 12,76 % por el drenaje de tuberías de la línea y a un 10,17 % por el constante ajuste de piezas internas de la tapadora. Las propuestas respecto a esta línea deben estar dirigidas a la reducción de las pérdidas en los procesos de inspección de calidad, tapado, llenado y drenaje de tuberías nombrados anteriormente.

A continuación, la Tabla N° 4 muestra los datos del Pareto para las pérdidas en línea 1 Latas Yukery y consecutivamente su respectivo Análisis de Pareto.

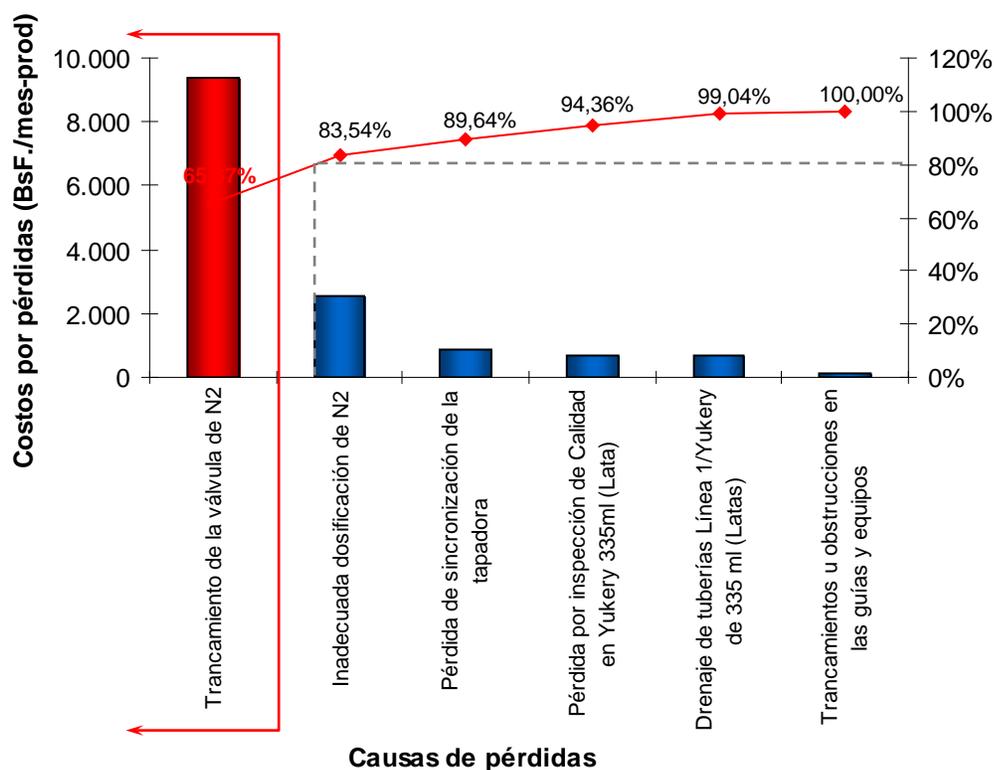


Tabla N° 4. Datos Pareto para Pérdidas en línea 1 latas Yukery

PRODUCTO	Yukery Línea 1 Latas		
	BsF./mes-prod	%	% Acumulado
Trancamiento de la válvula de N <sub>2</sub>	9.389,26	65,67%	65,67%
Inadecuada dosificación de N <sub>2</sub>	2.555,29	17,87%	83,54%
Pérdida de sincronización de la tapadora	872,01	6,10%	89,64%
Pérdida por inspección de Calidad en Yukery 335ml (Lata)	674,76	4,72%	94,36%
Drenaje de tuberías Línea 1/Yukery de 335 ml (Latas)	669,82	4,68%	99,04%
Trancamientos u obstrucciones en las guías y equipos	137,18	0,96%	100,00%
<b>TOTAL DE PERDIDAS</b>	<b>14.298,32</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 12. Análisis de Pareto en línea 1 latas Yukery



Fuente: Elaboración propia.



La Figura N° 12 muestra como el 83,54 % de las pérdidas en la línea 1 latas para el jugo Yukery se deben a un 65,67 % a el trancamiento de la válvula de N<sub>2</sub> y de un 17,87 % a la inadecuada dosificación de N<sub>2</sub>, ambas causas se originan en el proceso de Tapado, por lo tanto las propuestas serán dirigidas a esa área de producción.

Seguidamente se muestra la Tabla N° 5, la cual contiene los datos del Pareto para las pérdidas en línea 2 para Yukery e inmediatamente se muestra su respectivo Análisis de Pareto.

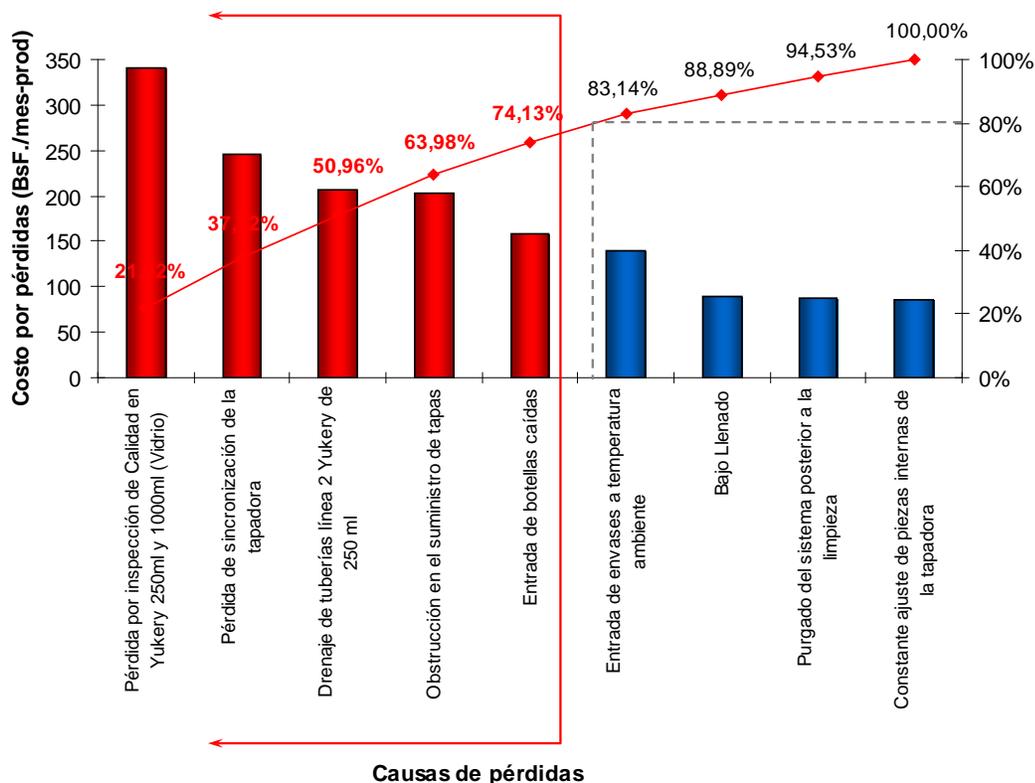
Tabla N° 5. Datos Pareto para Pérdidas en línea 2 Yukery (250ml)

PRODUCTO	Yukery Línea 2		
	BsF./mes-prod	%	% Acumulado
Pérdida por inspección de Calidad en Yukery 250ml y 1000ml (Vidrio)	340,84	21,92%	21,92%
Pérdida de sincronización de la tapadora	245,76	15,80%	37,72%
Drenaje de tuberías línea 2 Yukery de 250 ml	205,84	13,24%	50,96%
Obstrucción en el suministro de tapas	202,47	13,02%	63,98%
Entrada de botellas caídas	157,87	10,15%	74,13%
Entrada de envases a temperatura ambiente	140,13	9,01%	83,14%
Bajo Llenado	89,36	5,75%	88,89%
Purgado del sistema posterior a la limpieza	87,70	5,64%	94,53%
Constante ajuste de piezas internas de la tapadora	85,10	5,47%	100,00%
<b>TOTAL DE PERDIDAS</b>	<b>1.555,07</b>		

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 13. Análisis de Pareto en línea 2 Yukery (250ml)



Fuente: Elaboración propia.

La Figura N° 13 refleja como el 21,89 % de las pérdidas se deben a la inspección de calidad, 15,81 % son por pérdida de sincronización de la tapadora, 13,24 % son por drenaje de producto durante las limpiezas, el 13,03 % se atribuyen a obstrucción en el suministro de tapas y el 10,16 se deben a entrada de botellas caídas. Se deben orientar las propuestas a la revisión de los procesos de inspección para las pruebas de calidad, los mantenimientos preventivos y correctivos para la tapadora.

Por otra parte, se observa que hay que tener en cuenta que hay que revisar las inspecciones de calidad para los jugos Yukery en ambas líneas, ya que



representan un porcentaje elevado entre todas las causas de pérdidas de la línea, es decir, se encuentra entre las principales.

Para las pérdidas en línea 2 Gatorade se muestra a continuación los datos para el Pareto en la Tabla N° 6, continuando con su respectivo análisis.

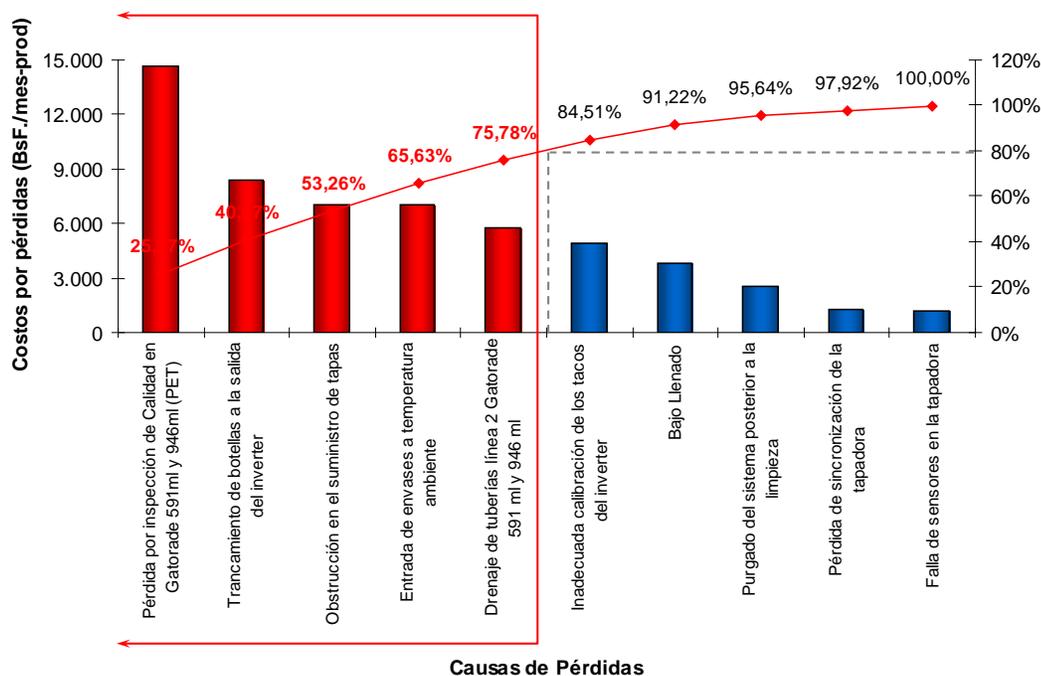
Tabla N° 6. Datos Pareto para Pérdidas en línea 2 Gatorade (591ml + 946ml)

PRODUCTO	Gatorade Línea 2		
	BsF./mes-prod	%	% Acumulado
LINEA DE PRODUCCIÓN			
Pérdida por inspección de Calidad en Gatorade 591 ml y 946ml (PET)	14.695,09	25,97%	25,97%
Trancamiento de botellas a la salida del inverter	8.426,20	14,89%	40,87%
Obstrucción en el suministro de tapas	7.008,87	12,39%	53,26%
Entrada de envases a temperatura ambiente	7.002,23	12,38%	65,63%
Drenaje de tuberías línea 2 Gatorade 591 ml y 946 ml	5.737,86	10,14%	75,78%
Inadecuada calibración de los tacos del inverter	4.940,55	8,73%	84,51%
Bajo Llenado	3.795,66	6,71%	91,22%
Purgado del sistema posterior a la limpieza	2.502,67	4,42%	95,64%
Pérdida de sincronización de la tapadora	1.290,79	2,28%	97,92%
Falla de sensores en la tapadora	1.175,45	2,08%	100,00%
<b>TOTAL DE PERDIDAS</b>	<b>56.575,37</b>		

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 14. Análisis de Pareto en línea 2 Gatorade (591ml + 946ml)



Fuente: Elaboración propia.

La Figura N° 14 exhibe que el 84,5 % de las pérdidas para el Gatorade se deben a un 25,97 % a los envases de Gatorade de 591ml y 946ml que son tomados para la inspección de calidad, a un 14,89 % al trancamiento de botellas a la salida del inverter, a un 12,39 % a la obstrucción en el suministro de tapas en la Tapadora, a un 12,38 % debido a la entrada de envases a temperatura ambiente a la Llenadora, a un 10,14 % por el drenaje de tuberías de la línea 2 y a un 8,73 % por la inadecuada calibración de los tacos del inverter. Las propuestas deben estar enfocadas a la reducción de las pérdidas en los procesos de tapado, inspección de calidad llenado, transportadores y drenaje de tuberías, nombrados anteriormente.

Para visualizar con mayor amplitud las pérdidas generadas en cada línea de producción, se muestra a continuación un Análisis de Pareto:

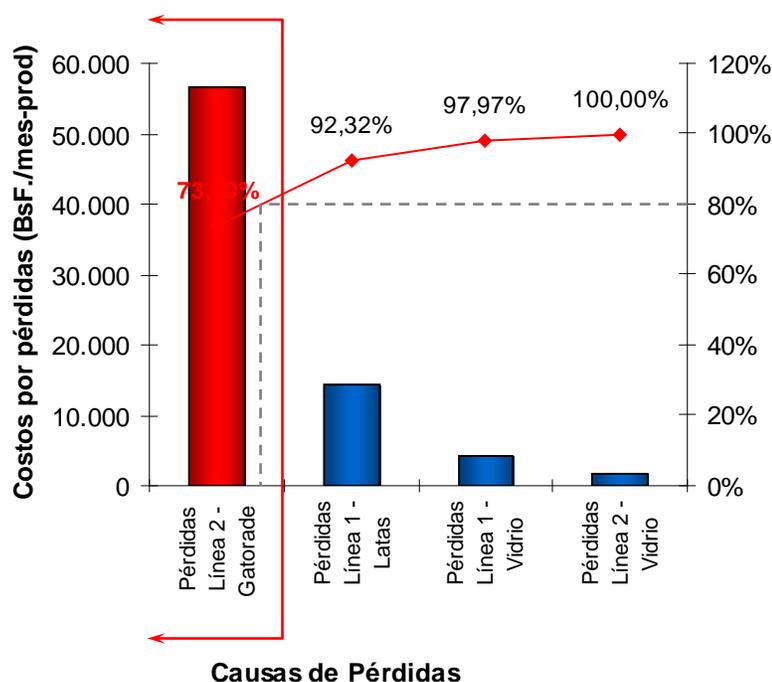


Tabla N° 7. Pérdidas totales en cada línea de producción

LÍNEA DE PRODUCCIÓN	BsF / mes-prod	%	% Acumulado
Pérdidas Línea 2 - Gatorade	56.575,37	73,70%	73,70%
Pérdidas Línea 1 - Latas	14.298,32	18,63%	92,32%
Pérdidas Línea 1 - Vidrio	4.337,47	5,65%	97,97%
Pérdidas Línea 2 - Vidrio	1.555,07	2,03%	100,00%
<b>TOTAL DE PERDIDAS PLANTA</b>	<b>76.766,22</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 15. Análisis de Pareto de pérdidas totales por líneas.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°15 se muestra que los costos de pérdidas se concentran en un 92,32 % en las líneas de Latas Yukery y Gatorade, siendo la participación de línea 2 de Gatorade un 73,7 %. Las propuestas deben enfocarse en la reducción de las pérdidas generadas en estas líneas ya que en las presentaciones de vidrio ocurren solo los eventos que están generando el 7,68 % de las pérdidas totales de la Planta.

# *CAPÍTULO IV*

## *PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE MEJORAS*





---

Este capítulo está dedicado a los planteamientos de mejora para la disminución de las pérdidas identificadas en los procesos de elaboración del jugo Yukery y la bebida Gatorade, asimismo se evalúan la factibilidad económica de las mismas.

#### **4.1 PROPUESTAS DE MEJORA**

De acuerdo a los resultados del análisis realizado en el Capítulo 3, las pérdidas de Jugo Yukery y de bebida Gatorade acontecen en diversas fases del proceso, sin embargo éstas pueden atenuarse a medida que se vaya examinando las fases del sistema, mejorando los sistemas de llenado, los sistemas de tapado, los métodos de purga y drenaje, así como un control constante del proceso, ya que solo entendiendo y analizando los procesos es que se pueden dar soluciones pertinentes al caso. Crear una serie de Propuestas de Mejora que contribuyan a mejorar la eficiencia de los procesos y de esta manera a la reducción de mermas, constituye el principal anhelo de la presente investigación, aunque su fundamento e importancia se encuentra en las etapas precedentes. Se presenta lo siguiente:

##### **4.1.1 Reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas**

Se hace evidente en el análisis realizado en el Capítulo anterior (sección 3.3.6) que existen factores en el proceso de tapado que generan pérdidas asociadas al sistema de dosificación del Nitrógeno Líquido, por lo que la propuesta debe estar orientada a cambios en la infraestructura del equipo. Para esto se contó con el asesoramiento de los técnicos de mantenimiento de la Planta, procediéndose al siguiente plan de acción:



Tabla N° 8. Plan de acción para el reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas

<b>PLAN DE ACCION</b>	
<b>Reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas</b>	
<b>¿Qué?</b>	Reemplazo de partes que componen el reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas
<b>¿Quién?</b>	Jefe de Producción, Supervisor de Producción y Personal de Mantenimiento
<b>¿Cómo?</b>	Mediante la aplicación de las operaciones de instalación de las partes del reservorio de Nitrógeno Líquido
<b>¿Dónde?</b>	En el área de Tapado de Latas (Línea 1 latas Yukery), específicamente en la dosificación de Nitrógeno
<b>¿Por qué?</b>	Para evitar las fugas de Nitrógeno y por ende el trancamiento de la válvula de dosificación, de esta forma asegurar la adecuada dosificación del elemento

Fuente: Elaboración propia.

Esta alternativa consiste en cambiar las piezas desgastadas y defectuosas por unas nuevas, siendo éstas el pistón y la electro-válvula, las cuales representan una inversión de 4.317,12 BsF, sin embargo los costos asociados se muestran en la tabla N° 9.



Tabla N° 9. Costos asociados al reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas

Recursos	Cantidad	Costo Unitario (BsF)	Total (BsF)
Pistón	1 u	978,25	978,25
Electro-válvula	1 u	466,55	466,55
Derecho de Aduana (15%)	-	216,72	216,72
Servicio de Aduana (1%)	-	14,45	14,45
Seguro del producto (0,0794%)	-	1,15	1,15
Fletes	-	2.000	2.000
Instalación (Mano de Obra)	4 hr-hb	160	640
<b>Total Inversión (BsF)</b>			<b>4.317,12</b>

Fuente: Dpto. de Compras

### Beneficios:

Esta propuesta tiene alcance en el sistema de dosificación de Nitrógeno, por esta razón reduce las pérdidas por trancamiento de la válvula de N<sub>2</sub>, las cuales representan el 65,67% (9.389,26 BsF/mes-prod) del total de pérdidas de la línea 1 latas Yukery, así como por la inadecuada dosificación de N<sub>2</sub>, las cuales representan el 17,87% (2.555,29 BsF/mes-prod) del total de pérdidas por esta línea, lo que entre las dos equivalen a un costo para la Planta de 11.944,56 BsF/mes-prod. No obstante, con la instalación de la propuesta se espera reducir el 80% del total de éstas pérdidas, por lo que el ahorro equivale a 9.555,65 BsF/mes-prod.

En otras palabras, con la implantación de la propuesta y la estadística suministrada por el supervisor de producción de planta se está disminuyendo el 80% de los productos defectuosos que se originan del trancamiento de la válvula de N<sub>2</sub> y de la inadecuada dosificación de N<sub>2</sub>, favoreciendo la



---

elaboración de productos buenos que saldrán al mercado satisfaciendo al cliente.

#### **4.1.2 Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin**

La tolva de tapas no cuenta con un dispositivo que evite la incorrecta posición de la tapa en la entrada del bajante, para ello el operador de la Tapadora Zalkin sube hasta la mezzanina de la tolva de tapas, la abre y quita la tapa que impidió la salida para las demás, dejó botellas sin tapas y pudo hasta llegar a detener la línea como algunas veces ocurrió. A todas las pérdidas que ocasionó este hecho se le calificó como “obstrucción en el suministro de tapas”.

Esta situación se observó repetidamente con el fin de brindarle la solución más conveniente, sencilla y económica, de esta manera se propone la instalación de una manguera de aire comprimido en dicha tolva, donde el fluido del aire se dirigiera a la entrada del bajante de tapas a manera de dispersar la tapa que obstaculice el paso. Se realiza el siguiente plan de acción:



Tabla N° 10. Plan de acción para la Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin

<b>PLAN DE ACCION</b>	
<b>Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin</b>	
<b>¿Qué?</b>	Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin
<b>¿Quién?</b>	Jefe de Producción, Supervisor de Producción y Personal de Mantenimiento
<b>¿Cómo?</b>	Mediante la aplicación de las operaciones de instalación de la manguera en la tolva
<b>¿Dónde?</b>	En la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin
<b>¿Por qué?</b>	Para evitar la obstrucción en el suministro de tapas del equipo

Fuente: Elaboración propia.

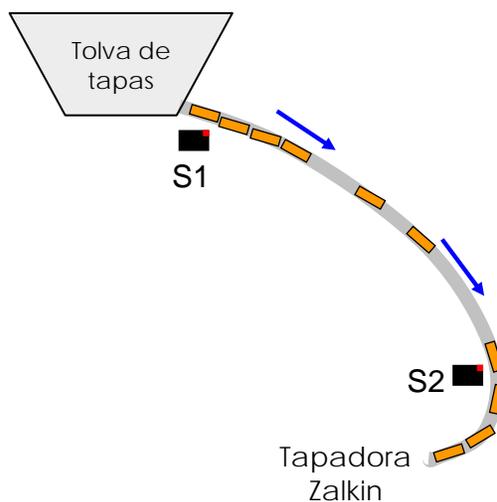
Para la activación del flujo del aire comprimido a través de la manguera, se dispone del par de sensores que posee el actual bajante de tapas, uno al inicio (S1) y otro al final del mismo (S2) (Ver figura N° 16). Mediante una reprogramación de los tiempos de lectura de tapas en el PLC (Programador Lógico Contable), se activa la electro-válvula para que expulse un chorro de aire hacia la zona en que se encuentra la tapa obstaculizadora y así evitar que salgan envases sin tapas y por consiguiente se detenga la línea.

La reprogramación de los tiempos de lectura de tapas a través de los sensores consiste de la siguiente manera: si S1 no detecta tapas en 2 seg y S2 aún las detecta, se activa la tolva para llenar el bajante de tapas; si el contador de tiempo del S1 continúa, es decir, aun no ha detectado tapas, se activa el chorro de aire; si S1 continúa sin la lectura de tapas, se activa nuevamente el chorro de aire; si S1 aún continua sin la lectura de tapas y



además S2 no detecta tapas, se activa una alarma que le indica al operador que el bajante de tapas esta vacío.

Figura N° 16. Disposición de los sensores en el bajante de tapas de la Tapadora Zalkin



Fuente: Elaboración propia.

De los párrafos anteriores se sustrae que para llevar a cabo esta propuesta se requiere de: una electro-válvula, cable para realizar las conexiones pertinentes, manguera de 5mm de diámetro, una alarma y un programador de PLC, por lo que los costos asociados se muestran en la tabla N° 11.



Tabla N° 11. Costos asociados a la Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin

Descripción	Cantidad	Costo Unitario (BsF)	Total (BsF)
Cable belden-m 9302	30m	25,8	774
Electro-válvula 3x2	1 u	146,2	146,2
Manguera 5mm	30m	49,45	1.483,5
Alarma (sirena)	1 u	50	50
Programador de PLC	24 hr-hb	90	2.160
Programa para el PLC	-	2.255,23	2.255,23
<b>Total Inversión (BsF)</b>			<b>6.868,93</b>

Fuente: Dpto. de Compras

### **Beneficios:**

Con esta propuesta se estaría reduciendo el impacto por obstrucción en el suministro de tapas correspondiente a la línea 2 por donde se elabora Gatorade, las cuales representan el 12,39% del total de pérdidas por esta línea, eso equivale a un costo para la Planta de 7.008,87 BsF/mes-prod, con la Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas se reduce en un 75% esa pérdida según estadística proporcionada por los supervisores de producción luego de la implementación de esta mejora, por lo tanto la Planta se estaría ahorrando 5.256,65 BsF/mes-prod. Asimismo, se reduce el recorrido y la fatiga del operador de la tapadora, ya que evitaría subir a la mezzanina para retirar la tapa que obstruye el suministro.

#### **4.1.3 Dispositivo a la salida del Transportador Inverter**

La salida del inverter es un lugar del proceso que genera merma como se



analizó en el Capítulo anterior (sección 3.3.6), ya que repetida veces las botellas se caen ocasionando un obstáculo para las demás, creando un colapso en ese punto del proceso donde se rechazan las unidades que quedaron deformadas por ese hecho.

La altura a la cual las botellas sufren un pequeño descenso es de aproximadamente 1cm, sumándole la velocidad de cada uno de los transportadores, las botellas en ésta situación tienden a desequilibrarse y por ende llegan a caerse. Solo unas cuantas botellas caídas ocasionan el caos a la línea. Por esta razón, se propone la colocación de un dispositivo de fácil elaboración, que de alguna forma, frene la botella en centésimas de segundos, evitando a que se caiga y llegue a detener la línea. Se realiza el siguiente plan de acción:

Tabla N° 12. Plan de acción para el Dispositivo a la salida del Transportador Inverter

<b>PLAN DE ACCION</b>	
<b>Dispositivo para la salida del Transportador Inverter</b>	
<b>¿Qué?</b>	Colocación de Dispositivo a la salida del Transportador Inverter
<b>¿Quién?</b>	Personal de Mantenimiento
<b>¿Cómo?</b>	Mediante el procedimiento de instalación del diseño propuesto
<b>¿Donde?</b>	A la salida del Transportador Inverter (inversor de botellas PET)
<b>¿Por qué?</b>	Para evitar la caída de botellas a la salida del Transportador Inverter

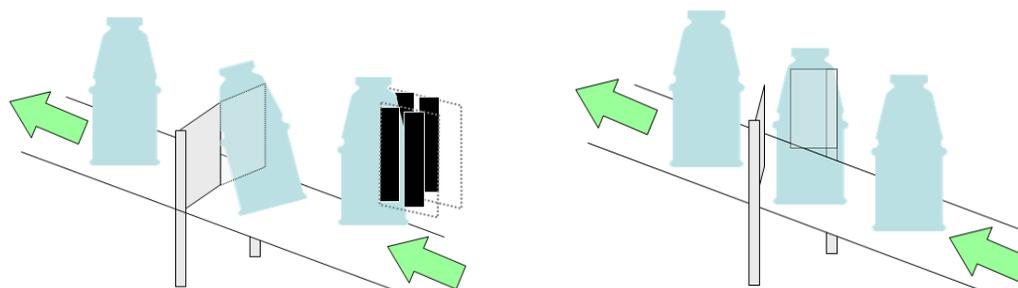
Fuente: Elaboración propia.

Para llevar a cabo esta propuesta se contactó a la empresa COPSELECIN (Cooperativa de servicios electroindustriales) especializado en diseño,



construcción e instalación de sistemas de automatización y control. El dispositivo consiste en dos placas de acero posicionadas como puertas de cabaret instalado a la salida del inverter de manera que establezca o mantenga estable la botella que apenas salga del transportador de tacos, éstas placas van abriéndose a medida que avance el transportador y la botella las vaya empujando como lo ilustra la Figura N°17, este mecanismo se retracta con unos resortes colocados en los extremos de las placas y para evitar que éstas se abran en sentido cuentan con un tope que frene el impulso proporcionado por los resortes.

Figura N° 17. Funcionamiento mecánico del dispositivo



Fuente: Elaboración propia.

Los costos asociados al dispositivo se muestran en la tabla N° 13.

Tabla N° 13. Costos asociados a la Colocación de Dispositivo a la salida del Transportador Inverter

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total (BsF)
Materiales	---	2.900 BsF	2.900
Construcción del dispositivo	---	400 BsF	400
Instalación y ajustes del dispositivo	6 hr-hb	116,66 BsF/hr-hb	700
<b>Total Inversión (BsF)</b>			<b>4.000</b>

Fuente: Dpto. de Compras



---

## **Beneficios:**

Con esta propuesta se estaría disipando los trancamientos en la salida del inverter correspondiente a la línea 2 por donde se elabora Gatorade, las cuales representan el 14,89% del total de pérdidas por esta línea, eso equivale a un costo para la Planta de 8.426,20 BsF/mes-prod, con la colocación del dispositivo a la salida del Inverter se espera reducir en un 75% esa causa de pérdida según información suministrada por la empresa COPSELECIN en base a su experiencia en el ramo, por lo tanto la Planta se estaría ahorrando 6.319,65 BsF/mes-prod. De la misma forma, el dispositivo permite estabilizar las botellas para que no se caigan a la salida del Transportador Inverter, mitigando el número de envases deformados por colapso.

### **4.1.4 Metodología para Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Transportador Inverter**

Cada vez que ocurre un cambio de presentación de Gatorade se hace necesario el ajuste de la abertura de los tacos del Inverter, hasta conseguir la más adecuada para la presentación a producir. Una inadecuada calibración genera pérdidas al proceso, ya que no se le ofrece un adecuado agarre a la botella. Como no se ha señalado un modelo a seguir, se hace necesario elaborar un punto de partida para finalmente determinarlo. Se realiza el siguiente Plan de Acción:



Tabla N° 14. Plan de acción para la Metodología del Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Transportador Inverter

<b>PLAN DE ACCION</b> <b>Metodología para Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Transportador Inverter</b>	
<b>¿Qué?</b>	Elaboración de una metodología para establecer el Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Inverter
<b>¿Quién?</b>	Supervisor de Producción y Personal de Producción
<b>¿Cómo?</b>	Mediante el procedimiento actual para calibrar la abertura de los tacos del Transportador Inverter
<b>¿Donde?</b>	En el Transportador Inverter (inversor de botellas PET)
<b>¿Por qué?</b>	Para evitar el ajuste inadecuado a la calibración de la abertura de los tacos del Transportador Inverter que se realiza dependiendo de la presentación a elaborar

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta se basa en una metodología para determinar la calibración de la abertura de los tacos del Transportador Inverter, y no dejar a juicio del técnico de mantenimiento dicha abertura que se modifica según la presentación del Gatorade a producir. Esto se logrará mediante el establecimiento de un código de colores en la rosca del volante del transportador para la abertura de los tacos. La metodología se lleva a cabo de la siguiente manera:

Paso 1: Identificación del volante del transportador para la abertura de los tacos, señalizando el giro hacia donde abren los tacos, quedando entendido que hacia el giro contrario los tacos cierran, como se muestra en la figura N° 18.



Figura N° 18. Etiqueta de identificación del volante del Transportador Inverter



Fuente: Elaboración propia.

Paso 2: Diseño de formato para el seguimiento de la abertura de los tacos. Ver apéndice N° 3.

Paso 3: Seguimiento a la medida del paso del volante que maneja la separación de los tacos para cada presentación del Gatorade. Este seguimiento se llevará a cabo mediante la medición de la distancia de separación entre el equipo y el volante. Cada vez que se realice un cambio de presentación en el Gatorade (591ml o 946ml) y después de haber verificado que éste ocurrió sin problemas, se procede a medir para luego rellenar el formato que fue diseñado (paso 2) con el fin de recopilar los datos hasta conseguir como mínimo 30 mediciones, con los cuales se pueda realizar un estudio estadístico.

Paso 4: Identificación del paso del volante con las medidas obtenidas del estudio estadístico. La señalización se lleva a cabo pintando el paso del



volante con pintura permanente para metales, con un color diferente para cada presentación del Gatorade.

Para llevar a cabo esta propuesta se requiere de un estudio de los datos recolectados, brocha, pintura para metales y mano de obra, por lo que los costos asociados se muestran en la tabla N° 15.

Tabla N° 15. Costos asociados a la Metodología para Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Transportador Inverter

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total (BsF)
Recolección y Estudio de la información	240 hr-hb	2,2 BsF/hr-hb	528
Brocha	1	4 BsF	4
Pintura	2 u	76,99 BsF	153,98
Costo de Mano de Obra	-	150 BsF	150
<b>Total Inversión (BsF)</b>			<b>835,98</b>

Fuente: Dpto. de Compras

### **Beneficios:**

Con esta propuesta se estaría evitando la inadecuada calibración de los tacos del Transportador Inverter que se encuentra en la línea 2 donde se elabora la bebida Gatorade, las cuales representan el 8,73% del total de pérdidas por esta línea, eso equivale un costo para la Planta de 4.940,55 BsF/mes-prod, con la implantación de la metodología para establecer el Cambio Rápido se espera reducir en un 95% la causa de pérdida correspondiente, ya que existe el error humano implícito en el estudio estadístico, por lo tanto la Planta se estaría ahorrando 4.693,53 BsF/mes-prod. De la misma manera, le permite al operario visualizar directamente el



---

correcto ajuste del volante del transportador para la presentación a producir y le deja a un lado emitir juicios de valor para dicho ajuste.

#### **4.1.5 Implementación de un Programa de Mejoramiento Continuo llamado “Evento Kaizen”**

Debido a que parte de la visión de la Unidad de Negocio Refrescos y Bebidas Funcionales (“... Seremos la compañía mas eficiente de la industria en el aspecto de costos de producción y distribución en Venezuela...”) se refiere a la eficiencia de los recursos para lograr bajar los costos de producción, nace la necesidad de implementar una cultura de mejoramiento continuo basado en el “Evento Kaizen”, ya que se requiere de una nueva forma de pensar y actuar. El evento debe ser aplicado teniéndose en cuenta la participación de todas las personas de la organización, siendo promovido por la gerencia y aplicado por el grupo multidisciplinario, a su vez el personal operador se comporta como el promotor de los cambios a implantar.

Este evento tomará una semana en aplicarse en solo una línea de producción a la vez, y se estará pasando de manera sistemática por cada una de las áreas de proceso, hasta haber abarcado toda el área de producción. En este sentido y basándose en la cuantificación de mermas de la presente investigación, se sugiere comenzar a aplicar el evento por la línea 2 para la producción de Gatorade, por ser la que registra el mayor impacto económico, luego por la línea 1 para la producción de jugo Yukery en latas y sucesivamente a las demás líneas de producción.

A continuación se define el plan de acción a realizar.



Tabla N° 16. Plan de Acción para Implementar un Programa de Mejoramiento Continuo (Evento Kaizen)

<b>PLAN DE ACCION</b> <b>Implementar un Programa de Mejoramiento Continuo (Evento Kaizen)</b>	
<b>¿Qué?</b>	Establecer un Programa de Mejoramiento Continuo (Evento Kaizen) para todas las áreas productivas de la planta
<b>¿Quién?</b>	Equipo multidisciplinario conformado por: Supervisor de Producción, Técnico de Mantenimiento, Analista de Calidad y Operador(es) de Producción
<b>¿Cómo?</b>	Mediante la aplicación de las fases pertinentes para la implementación del programa basado en las condiciones de instalación cada área de trabajo
<b>¿Donde?</b>	A lo largo de la línea 2 para la producción de Gatorade, con extensión a las demás líneas
<b>¿Por qué?</b>	Para mejorar el área de trabajo y garantizar un ambiente de cero defectos

Fuente: Elaboración propia.

### **Planificación del Evento Kaizen en la línea 2 para la producción de Gatorade**

#### *✓ Conformación del Equipo Multidisciplinario*

El equipo se encuentra conformado de 4 a 5 personas de diversas especialidades, de esta manera se presenta lo siguiente:

- Un (1) Supervisor de Producción, siendo éste el líder del equipo
- Un (1) Técnico de Mantenimiento, sea Mecánico o Electricista
- Un (1) Analista de Calidad



- y uno (1) o dos (2) Operador(es) de Producción

Conformado el equipo se le debe dar una charla acerca de qué consiste la filosofía del Kaizen y resaltar el cómo aplicarlo en el área, a manera de que no queden dudas al respecto y tener éxito al implementarlo; se sugiere una charla con el contenido programado como el que se muestra en el Apéndice N° 4.

✓ *Objetivo:*

A fin de tener claro hacia donde dirigir y enfocar el Evento, se llegó a un acuerdo con la Gerencia de Planta para determinar y definir el tema clave a gestionar, por tal motivo se estableció como meta común: “Eliminar los desperdicios del área de trabajo con el fin de aumentar su eficiencia”, por ser un tema de suma importancia para la organización, además de ofrecer una amplia cadena de beneficios.

✓ *Descripción de la situación actual*

No se puede solventar el problema si no se entiende lo que esta ocurriendo, entonces se hace necesario tomarse el tiempo observando la situación actual, levantar propiamente la data sin depender de la histórica y para ello se puede hacer uso de esquemas, gráficos, fotografías, videos, etc., para explicar claramente la situación antes del Kaizen.

Antes de pasar a la siguiente actividad, se debe capacitar previamente al grupo multidisciplinario para que influyan directamente en la obtención de los beneficios relacionados con el aumento de la eficiencia de la planta, se sugiere la realización de un Seminario de Gestión de Averías, el cual contiene una serie de herramientas complementarias para el desarrollo del



---

tema del evento. El contenido del seminario se encuentra contemplado en el apéndice N° 5.

✓ *Asentar las acciones para obtener la causa raíz y resultados en el formato*

Una vez identificada la situación actual se necesita profundizar en el mismo y para ello se puede hacer uso de herramientas como tormentas de ideas, desglose usando Pareto, diagrama de causa-efecto, etc., o recorrer el sistema para encontrar las causas raíces, y de esta manera recomendar buenas acciones, fundamentándose en el conocimiento de gente especializada del área, la cual esta al tanto de los riesgos y puntos de cuidado. Se recomienda cambiar una cosa a la vez y finalmente definir que se logró. Este conjunto de actividades se registran en un formato como el que se muestra en el apéndice N° 6.

✓ *Incluir las acciones para prevenir recurrencia, estandarización y lecciones aprendidas*

Ahora se debe establecer un sistema para mantener las acciones tomadas y para ello se puede realizar chequeos regulares, chequeos de mantenimiento, dispositivos poka yoke, etc., para evitar la recurrencia del problema. Finalmente, se realiza una retroalimentación de la actividad para conocer que aprendió el equipo. Registrando la información en el formato que se muestra en el apéndice N° 6.

✓ *Duración:*

Se espera que la aplicación del evento se lleve a cabo en una (1) semana, sin embargo esta sujeta a modificaciones dependiendo de las eventualidades que se presenten. Aunque es importante destacar que la filosofía Kaizen se desarrolla en pequeños avances muy rápidos, por ello no es recomendable



extender el Evento a más de 2 semanas por línea de producción, para así observar con prontitud los resultados.

## Programación del Evento Kaizen en la línea 2 para la producción de Gatorade

A continuación se muestran las actividades día a día en la Tabla N° 10, para desarrollar el Evento Kaizen.

Tabla N° 17. Programación del Evento Kaizen en la línea 2 para la producción de Gatorade

<b>Programación del Evento Kaizen</b>	
<b>Día 1</b>	<b>Actividades</b>
6 a.m. a 8 a.m.	Selección del tema, del líder, miembros del equipo y objetivo
8 a.m. a 10 a.m. y de 10:30 a.m. a 1:45 p.m.	Descripción de la situación actual Realización de las actividades vistas
<b>Día 2</b>	<b>Actividades</b>
6 a.m. a 10 a.m.	Análisis de las causas: metodología 7 desperdicios utilizando el formato que se muestra en el apéndice N° 7
10:30 a.m. a 1:45 p.m.	Discusión de Resultados
<b>Día 3</b>	<b>Actividades</b>
6 a.m. a 10 a.m.	Definición de Causa Raíz y Resultados
10:30 a.m. a 1:45 p.m.	Acciones para prevenir recurrencias, estandarización, gerencia visual, TPM y lecciones aprendidas
<b>Día 4</b>	<b>Actividades</b>
6 a.m. a 10 a.m.	Definición de Antes y Después y ahorro en el formato que se muestra en el Apéndice N° 8
10:30 a.m. a 1:45 p.m.	Presentación del Kaizen elaborado al grupo del área afectada
<b>Día 5</b>	<b>Actividades</b>
6 a.m. a 10 a.m.	El grupo dará acciones recomendadas para mantener las mejoras Planificación del próximo Evento Kaizen
10:30 a.m. a 1:45 p.m.	Presentación de los mejores ejemplos a la Gerencia de Planta

Fuente: Elaboración propia.



## Procedimiento Operacional para realizar un Programa de Mejoramiento Continuo llamado “Evento Kaizen”

Tabla N° 18. Procedimiento Operacional para realizar Evento Kaizen en una línea de producción

<b>Procedimiento Operacional para realizar el Evento Kaizen</b>	
<b>Área de aplicación:</b> Áreas de proceso como despaletizado, lavado, mezcla, llenado, tapado, etiquetado, empaquetado y paletizado	<b>Elaborado por:</b> Desirée Guillén Hang Yee Fong
<b>Ejecución:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ir al área de proceso afectada de la línea de producción a gestionar, con todos los formatos necesarios.</li><li>2. Observar detalladamente el área y consultar con el operador, para conocer su opinión o sugerencia</li><li>3. Recoger y procesar la información sobre averías, fallos, reparaciones, y otras estadísticas sobre las perdidas por problemas de calidad, energía, análisis de capacidad del proceso y de los tiempos de operación</li><li>4. Encontrar las causa raíz de la problemática observada</li><li>5. Aplicar los cambios, no importa lo pequeño que puedan ser</li><li>6. Documentar la información</li><li>7. Informar al operador del área sobre los resultados de los cambios realizados</li><li>8. Formular recomendaciones para mantener las acciones tomadas</li><li>9. Mostrar los resultados a la Gerencia</li></ol>	
<b>Este procedimiento permite:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Lograr que el lugar de trabajo sea cómodo y rico en contenido</li><li>✓ Mejoramiento de la calidad de los productos</li><li>✓ Reducción de los costo de fabricación</li><li>✓ Contribuir a desarrollar y perfeccionar la planta</li><li>✓ Aprovechar y potenciar al máximo todas las capacidades del individuo</li></ul>	

Fuente: Elaboración propia.



Para llevar a cabo el evento Kaizen se hace necesario la realización del curso-taller de Mejora Continua, un seminario de Gestión de Averías, papelería, recolección y estudio de los datos, por lo que los costos asociados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 19. Costos asociados para Implementar un Programa de Mejoramiento Continuo (Evento Kaizen)

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total (BsF)
Recolección y Estudio de la información	176 hr-hb	11,25 BsF/hr-hb	1.980
Instructor: Curso-taller Mejora Continua (Eventos Kaizen)	-	7.117,32 BsF	7.117,32
Instructor: Seminario Gestión de Averías	-	3.793,37 BsF	3.793,37
Costos de papelería	-	360 BsF	360
<b>Total Inversión (Bs)</b>			<b>13.250,69</b>

Fuente: Dpto. de Compras

### Beneficios:

Con esta propuesta se estaría asumiendo la merma restante a lo largo de la línea 2 donde se elabora la bebida Gatorade, es decir, la merma de la línea 2 para Gatorade a la cual no se le designó una propuesta de mejora en el presente estudio, estas constituyen el 38.02 % del total de pérdidas por esa línea, lo que equivale un costo para la Planta de 21.504,66 BsF/mes-prod, con la implementación del evento Kaizen se espera reducir en un 50% la merma correspondiente, por lo tanto la Planta se estaría ahorrando 10.752,33 BsF/mes-prod. De esta forma, se esperan mejoras generales en la calidad de los productos, reducción de costos de producción, y disminución del nivel de estrés y fatiga del operador.



#### 4.1.6 Implementación de un Sistema de Sugerencias

Como un componente necesario en un programa de mejoramiento continuo se propone la implementación de un Sistema de Sugerencias una vez finalizado el Evento Kaizen propuesto en la sección 4.1.5, siendo ésta una herramienta poderosa que beneficia a la empresa y contribuye a elevar la moral y autoestima de los operadores ayudando a demostrarles que son miembros importantes de la organización, así mismo los enseña a evaluar sus trabajos y las áreas en las que se desenvuelven, analizando los problemas y las causas que los generan para idear soluciones factibles e innovadoras.

A continuación se define el plan de acción a realizar.

Tabla N° 20. Plan de Acción para Implementar un Sistema de Sugerencias

<b>PLAN DE ACCION</b>	
<b>Implementar un Sistema de Sugerencias</b>	
<b>¿Qué?</b>	Establecer un Sistema de Sugerencias para todas las áreas productivas de la planta
<b>¿Quién?</b>	Operadores de Producción
<b>¿Cómo?</b>	Mediante la aplicación de las fases pertinentes para la implementación basado en las condiciones de instalación y de cada área de trabajo
<b>¿Dónde?</b>	Todas las áreas de proceso.
<b>¿Por qué?</b>	Para mantener el mejoramiento continuo en las distintas áreas de trabajo

Fuente: Elaboración propia.



Este Sistema consiste en la colocación de un buzón al final de cada una de las líneas de producción, de manera que los operadores puedan generar ideas prácticas e ingeniosas acerca de mejoras e inquietudes que conlleven al aumento de la eficiencia de la planta, ya que son ellos los mejores conocedores del proceso.

La gerencia de planta se encargará de revisar cada una de las ideas elaboradas por los operadores, con el fin de someterlas a un proceso de selección. La idea seleccionada será publicada en la cartelera de producción donde se presentará el trabajador ganador y una felicitación por parte de la gerencia, además obtendrá una cesta especial de productos de Empresas Polar, que contiene los siguientes rubros:

- 3 harina de maíz PAN
- 3 paquetes de arroz Primor
- 3 paquetes de pasta corta Primor
- 3 paquetes de paquetes de pasta larga Primor
- 1 empaque de bebida achocolatada Toddy
- 2 margarinas Mavesa de 500 g.
- 1 margarina líquida Mavesa
- 1 mayonesa Mavesa
- 1 salsa rosada La Torre del Oro
- 2 Rikesa (queso fundido)
- 3 latas de atún grande Margarita
- 1 mermelada La Condesa
- 1 crema de arroz Primor
- 2 l de aceite Mazeite
- 1 l de vinagre Mavesa
- 3 l de jugos Yukery



- 3 panelas de jabón Las Llaves
- 2 lavaplatos líquidos de 500 cc
- 1 suavizante para ropa Celesty
- 1 empaque de detergente Las Llaves de 900 g

Para la implantación del Sistema de Sugerencias se requiere de la instalación de buzones de sugerencias para depositar allí la idea y ellos estarían ubicados al final de la línea de producción. Los costos asociados a esta propuesta se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 21. Costos asociados para Implementar un Sistema de Sugerencias

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total (BsF)
Chapa melaminica blanca 2,5mm	2 u	45,01 BsF	90,02
Poxibonder transparente en jeringa	2 u	14,99 BsF	29,98
Costos de papelería	-	315 BsF	315
Costo de Mano de Obra	-	300 BsF	300
<b>Total Inversión (Bs F)</b>			<b>735</b>

Fuente: Dpto. de Compras

### **Beneficios:**

- ✓ Con la implementación del Sistema de Sugerencias como complemento del Evento Kaizen propuesto en la sección 4.1.5 del presente estudio, se espera que contribuya en la reducción del 50% de la merma que asume dicho evento. Así como, mejoramiento del propio trabajo como el de los procesos de producción.
- ✓ Permite que los operadores se hagan conscientes del Kaizen y de los beneficios que éste le ofrece a su área de trabajo.
- ✓ Proporciona buena comunicación operador-supervisor.



---

## **4.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS**

Para la evaluación económica de las propuestas se utilizó el modelo del Tiempo de Pago (TP), el cual representa "...el tiempo requerido para que los flujos monetarios netos recuperen la inversión inicial a una tasa mínima de rendimiento igual a cero".

Para su cálculo se conoce que:

$$TP = \frac{I}{A}$$

Donde:

I: Inversión Inicial en Bolívares

A: Ahorro en Bolívares por mes de producción

A continuación se agrupa en una tabla las inversiones necesarias para llevar a cabo cada una de las propuestas generadas en la sección 4.1 y sus respectivos ahorros, con la finalidad de proceder de manera práctica al cálculo del tiempo de pago.



Tabla N° 22. Resumen de las inversiones y ahorros generados con las propuestas

PROPUESTA	Inversión (BsF)	Ahorro (BsF/mes-prod)
Reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas	4.317,12	9.555,65
Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin	6.868,93	5.256,65
Dispositivo a la salida del Transportador Inverter	4.000	6.319,65
Metodología para Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Transportador Inverter	835,98	4.693,53
Implementación de un Programa de Mejoramiento Continuo llamado "Evento Kaizen"	13.250,69	10.752,33
Implementación de un Sistema de Sugerencias	315	
<b>TOTALES</b>	<b>29.587,72</b>	<b>36.577,81</b>

Fuente: Elaboración propia.

Entonces:

$$TP(\text{mes} - \text{prod}) = \frac{29.587,72 \text{ BsF}}{36.577,81 \text{ BsF} / \text{mes} - \text{prod}}$$

El Tiempo de Pago de la Inversión estimado es de 0,81 mes de producción.



---

## **CONCLUSIONES**

De los diagrama causa-efecto elaborados para cada una de las líneas de producción, se pudo obtener que existen perdidas en el proceso de llenado, perdidas en el proceso de tapado, perdidas por inspección de calidad, perdidas por limpieza, perdidas por purgas del sistema y perdidas por trancamientos en transportadores, tanto para la elaboración de Gatorade y jugo Yukery.

Cada una de estas perdidas se cuantificaron y se analizaron a través de un Diagrama de Pareto, resultando que la principal causa de perdida:

- ✓ Para la línea 1 de Yukery, se debe a un 24,67 por ciento a los envases de Yukery de 250ml y 1000ml que son tomados para la inspección de calidad.
- ✓ Para la línea 1 Latas Yukery, se deben a un 65,67 por ciento al trancamiento de la válvula de N<sub>2</sub>.
- ✓ Para la línea 2 de Yukery, se deben a un 21,89 por ciento a la inspección de calidad
- ✓ Y para la línea 2 Gatorade, se deben a un 25,97 por ciento a los envases de Gatorade de 591ml y 946ml que son tomados para la inspección de calidad

Sin embargo, las inspecciones de calidad no se pueden modificar por ahora debido a políticas de la empresa, pero es importante estar conscientes de las cuantiosas sumas de dinero que éstas representan, de este modo queda demostrado que la calidad debe estar orientada al mejoramiento de los procesos y no a realizar numerosas inspecciones.



Por otra parte, al comparar las pérdidas generadas en cada línea de producción a través de un Diagrama de Pareto, se obtuvo que la línea 2 de Gatorade genera un 73,7 por ciento de las pérdidas totales de planta, en otras palabras, la planta de Valencia de Pepsicola Venezuela C.A. registra mayores costos de producción (desde el punto de vista de las pérdidas) con la elaboración de Gatorade, por esta razón las propuestas están orientadas hacia ese sentido.

Se plantearon las siguientes propuestas:

- ✓ Reemplazo del reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas, con el cual se espera reducir en un 80% la merma que ocasiona el trancamiento de la válvula de N2 así como la inadecuada dosificación de N2.
- ✓ Introducción de aire comprimido en la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin, con el cual se espera reducir en un 95% la merma que ocasiona la obstrucción en el suministro de tapas.
- ✓ Dispositivo a la salida del Transportador Inverter, mediante el cual se espera reducir el 75% de la merma que ocasiona la caída de botellas a la salida del Transportador Inverter.
- ✓ Metodología para Cambio Rápido de la abertura de los tacos del Transportador Inverter, mediante la cual se espera reducir el 95% de la merma que ocasiona la inadecuada calibración de los tacos del Transportador Inverter.
- ✓ Implementación de un Programa de Mejoramiento Continuo llamado "Evento Kaizen", reforzándose con un Sistema de Sugerencias, mediante las cuales se espera reducir el 50% del producto defectuoso que se genera en la línea 2 para la producción del Gatorade y que no se asume en el presente estudio.



---

Los costos relacionados con las propuestas de mejora se estiman por el orden de **29.587,72 BsF**. Los ahorros esperados con la implantación de las propuestas representan **36.577,81 BsF/mes-prod**, lo cual afecta positivamente el costo del producto. De este modo, la inversión se recupera en un periodo menor a un año (0,81 meses), esperando reducir el 47,65 por ciento de las perdidas totales de la planta.



---

## **RECOMENDACIONES**

- ✓ Implantar las propuestas de mejora del presente estudio, con el fin de reducir las pérdidas en el proceso de elaboración de Gatorade y jugo Yukery.
- ✓ A fin de alcanzar una excelencia en el proceso productivo, se recomienda la Implantación de un programa de mantenimiento productivo total (TPM), para valorizar la relación de los operadores con el equipo y sus funciones, y así evitar las paradas cortas, el ocio, el trabajo por debajo de su velocidad estándar y la elaboración de productos defectuosos.
- ✓ Reducir el número de inspecciones diarias realizadas por del Departamento de Calidad, las cuales utiliza para levantar una data histórica. Estas inspecciones resultan costosas y no agregan valor al proceso. Por el contrario, investigar las causas que provocan productos defectuosos y/o de baja calidad a fin de corregirlos.
- ✓ Una vez reemplazada las partes que componen el reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas y bajo el contexto de mejora continua, se debe mantener un control del proceso que permita evidenciar otras causas que vayan apareciendo y que no hayan podido ser identificadas durante el presente estudio.
- ✓ Extender la ejecución del Evento Kaizen a las demás líneas de producción, además otorgarle importancia al Sistema de Sugerencias como componente clave de dicho evento, con la finalidad de observar resultados positivos en toda planta.



- 
- ✓ Asumir una actitud ante el desperdicio, la gerencia, la supervisión y los trabajadores, donde siempre están cuestionando y generando soluciones “sobre la marcha” de las observaciones, tomando decisiones en equipo y bajo métodos formales.
  - ✓ Capacitar a los operadores, así como a las jefaturas y a la gerencia, en los programas a implementarse, explicando los beneficios que se obtienen y la importancia de seguir la metodología para alcanzarlos. De esta manera se busca involucrar totalmente a la dirección no solo con la asignación de recursos sino como un ente motivador con su seguimiento y presencia en la implementación.
  - ✓ Al comprometerse con la realización de las propuestas se debe ser constante y metódico, en caso de ocurrir cualquier contratiempo se debe volver a planificar sobre la marcha para no menoscabar el entusiasmo de los operadores y supervisores de planta, y hacerles caer en cuenta que lo que se planifica es importante.
  - ✓ Evaluar el tiempo de vida útil de cada uno de los equipos de producción, por posible obsolescencia, ya que podría ser ésta una causa de elaboración de productos defectuosos o de baja calidad. Estudiando la posibilidad de automatizar algunos y hacerlos mas eficientes en su trabajo.
  - ✓ Evaluar la posibilidad de realizar una redistribución de la Planta, con la finalidad de mejorar la fluidez del proceso.



---

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BURGOS, Fernando. Ingeniería de Métodos. Calidad. Productividad Universidad de Carabobo, Valencia – Venezuela. 2003
2. CARRASQUEL Gerardo, FALCON Luis. Propuestas de mejoras para disminuir mermas de semielaborado y producto terminado en el proceso de producción de néctar de manzana y yogurt firme. Caso: Corporación INLACA C.A. Universidad de Carabobo, Valencia - Venezuela. 2005
3. FRANCO, Marco A. Kaizen: cambio para mejorar. MANAGEMENT (2004) (On line)  
Disponibile en: [www.sht.com.ar/archivo/Management/Kaizen.htm](http://www.sht.com.ar/archivo/Management/Kaizen.htm).
4. GONZÁLEZ DE SALAMA, I., GUERRA T., V, GIUGNI DE ALVARADO, L, ETTEDEGUI DE BETANCOURT, C. Evaluación de Proyectos de Inversión. Editado por Dirección de Medios, Publicaciones y R.R.P.P. 1ª Edición 1995
5. HODSON, William. Manual del Ingeniero Industrial. Mc Graw Hill. 4ta Edición. México 2001.
6. IMAI, Masaaki. Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo. McGraw Hill. México 1998



- 
7. LEFCOVICH, Mauricio. Kaizen – Detección, prevención y eliminación de desperdicios: una estrategia para la reducción de costos (2004). (On line)  
Disponible en: [www.Gestiopolis.com](http://www.Gestiopolis.com)
8. MARTINEZ, Matías. Diagrama causa-efecto, Pareto y flujogramas.  
Universidad Alejandro de Humboldt. Caracas, Abril del 2005. On line.  
Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos4/docs/ger/diagraca.htm>
9. MÉNDEZ, Carlos. Metodología. Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas. McGraw Hill. 3era Edición. Bogotá – Colombia. 2001
10. MIKA, Geoffrey. Kaizen Event Implementation Manual. Spiral-bound.  
5ta Edición. Michigan – Estados Unidos. 2006
11. MONTGOMERY, Douglas C. “Control Estadístico de la Calidad”.  
Limusa. 3era Edición. México 2004
12. PÉREZ, José, SUCHENI, Jorge. Propuesta de mejoras para los procesos de industrialización de la leche y producción de la chicha en la corporación INLACA C.A. Universidad de Carabobo, Valencia – Venezuela.  
2001



---

13. RODRÍGUEZ, Rubén. Propuesta e implantación de un plan de reducción de pérdida de líquido en el área de envasado de Cervecería Polar San Joaquín. Universidad José Antonio Páez. San Diego – Venezuela 2005

14. TAMAYO Y TAMAYO, Mario. Metodología formal de la Investigación Científica. Limusa. 2da Edición. Bogotá – Colombia. 2005

15. YLLADA, Ruth; ORTIZ, Florángel. Pro y sus amigos, abren la ventana de tu ingenio. (Guía Práctica para la solución de Problemas en Ingeniería). Editado por Dirección de Medios y Publicaciones. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. Junio 2000.



***APÉNDICES***



## Apéndice N° 1. Formato para la toma de datos

	DIRECCIÓN GENERAL NEGOCIO REFRESCOS Y BEBIDAS NO CARBONATADAS		
	PEPSI-COLA VENEZUELA C.A.		
Medición de Unidades Pérdidas		Página ____ de ____	

Línea: \_\_\_\_ Producto: \_\_\_\_\_ Sabor: \_\_\_\_\_ Presentación (ml): \_\_\_\_\_

Obs.	Unidades	Motivo	Obs.	Unidades	Motivo	Obs.	Unidades	Motivo
1			46			91		
2			47			92		
3			48			93		
4			49			94		
5			50			95		
6			51			96		
7			52			97		
8			53			98		
9			54			99		
10			55			100		
11			56			101		
12			57			102		
13			58			103		
14			59			104		
15			60			105		
16			61			106		
17			62			107		
18			63			108		
19			64			109		
20			65			110		
21			66			111		
22			67			112		
23			68			113		
24			69			114		
25			70			115		
26			71			116		
27			72			117		
28			73			118		
29			74			119		
30			75			120		
31			76			121		
32			77			122		
33			78			123		
34			79			124		
35			80			125		
36			81			126		
37			82			127		
38			83			128		
39			84			129		
40			85			130		
41			86			131		
42			87			132		
43			88			133		
44			89			134		
45			90			135		

Fecha: ____	Hora Inicial de Obs: ____	Hora Final de Obs: ____	Tiempo de Paradas: ____
Elaborado por: Hang Yee Fong y Desirée Guillén			



## **Apéndice N°2. Cálculos de la cuantificación de mermas.**

El cálculo de las pérdidas se realizó con data levantada en mediante observación directa durante 202,87hrs de producción, esto sujeto a la producción programada. El muestreo se realizó clasificando las causas mediante los efectos aparentes, es decir, la salida de botellas sin tapa es causada por una irregularidad en el suministro de dichas tapas por lo que entra en las pérdidas por “Obstrucción en el suministro de tapas”, ésta última a su vez entra clasificada a las “Pérdidas en el proceso de tapado”.

Para el procesamiento de data recolectada se utilizó el programa Statgraphics Centurion que proporcionó los datos estadísticos mostrados en la Tabla A.1 “Resumen de datos por causas de pérdidas”, debido a las limitaciones de TIEMPO, ACCESO A PLANTA y DIFICULTAD EN LA RECOLECCIÓN DE DATA únicamente se lograron tomar la cantidad de observaciones mostradas. Para que la estimación de las pérdidas sea precisa se multiplican con la proporción de producción de cada presentación por cada una de las líneas, definido en este caso como porcentaje de participación resumida en la Tabla A.5 Porcentaje de Participación.

Los costos relacionados con los productos y sus componentes son proporcionados por el Departamento de Administración de la Planta, estos valores fueron multiplicados por un factor para mantener la confidencialidad de los datos suministrados por la empresa. Los valores están resumidos en la Tabla A.2. Costos por Unidad.

En el cálculo de las pérdidas se requiere utilizar el valor nominal de característica de calidad en volumen del producto, para el caso de jugos Yukery la Media Teórica es el volumen de presentación, es decir, 250ml,



335ml y 1Litro. Caso particular el de Gatorade porque su Media Teórica en volumen no es el volumen de la presentación, debido que al enfriar y luego calentar el producto terminado ocurre un proceso de ósmosis, con esto una pérdida de líquido ya que el envase es permeable a este proceso químico. Por lo tanto se tiene que la Media Teórica de los productos Gatorade es 10% mayor a su volumen de venta, o sea, para 591ml la Media Teórica es 608,8ml y para 946ml es 974,6ml.

Por otra parte, se utilizó un factor  $500 \frac{hr - prod}{mes - prod}$  para transformar los costos

de hr-prod a mes-prod, este valor tiene asociado las horas semanales trabajadas equivalentes a 125hr en un mes de 4 semanas. Para el cálculo de los costos por limpieza se utilizó la relación de los días de producción durante las cuatro (4) semanas que tiene un mes, es decir, de las 4 semanas cada una tuvo en teoría 6 días de producción por lo tanto 6 drenajes por línea. En el caso de las pérdidas de unidades por prueba de doble cierre en el caso de latas

### 1. Pérdidas en el proceso del llenado

Las pérdidas en el proceso de llenado se detectaron mediante las consecuencias generadas por las ineficiencias de los equipos, en el caso de Yukery se presentan “entrada de botellas caídas” aplicables a la presentación de 250 ml; ya que para 1000 ml solo se tiene pérdidas por bajo llenado, debido que la botella tiene mayor diámetro por lo tanto mayor estabilidad durante el traslado a diferencia del envase de 250ml que tambalea en los transportadores cuya caída puede ocasionar que la botella se trabe en la entrada de la llenadora generando la pérdida de sincronización y el colapso de las botellas siguientes.



Las pérdidas por entrada de botellas caídas se obtiene por:

$$\text{Pérdidas entrada botellas.caídas} = \bar{X}_{\text{Entrada.Botellas Caídas}} \times \text{Costo.Botella} \times \text{Hrs.Trab / mes} \times \frac{\% \text{ Participación de presentación}}{\% \text{ Participación de presentación}}$$

$$\text{Pérdidas entrada botellas.caídas}_{\text{Llenadora L1-250ml}} = \bar{X}_{\text{Entrada.Bot Caídas.Llenadora.L1-250ml}} \times \frac{\text{Costo Botella}_{250ml}}{\text{Costo Botella}_{250ml}} \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \% \text{ Part.}_{250ml}$$

$$\text{Pérdidas entrada botellas.caídas}_{\text{Llenadora L1-250ml}} = 7,83 \text{Unid/hr - prod} \times 0,215 \text{BsF/Unid} \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,3\%$$

$$\text{Pérdidas entrada botellas.caídas}_{\text{Llenadora L1-250ml}} = 196,21 \text{BsF/mes - prod}$$

$$\text{Pérdidas entrada botellas.caídas}_{\text{Llenadora L2-250ml}} = 8,1 \text{Unid/hr - prod} \times 0,215 \text{BsF/Unid} \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 18,1\%$$

$$\text{Pérdidas entrada botellas.caídas}_{\text{Llenadora L2-250ml}} = 157,87 \text{BsF/mes - prod}$$

Debido pérdidas por entrada de botellas caídas se tiene una suma de 354,07 **BsF./mes-prod.**



Tabla A.1. Resumen de datos por causas de pérdidas. (Unidades)

Linea	Causas	n hr-prod	$\bar{X}$ Unid/ hr-prod	Mediana Unid/ hr-prod	Moda Unid/ hr-prod	Varianza Unid <sup>2</sup> / hr-prod <sup>2</sup>	S Unid/ hr-prod	Mín. Unid/ hr-prod	Máx. Unid/ hr-prod	Rango Unid/hr	Asimetría Típica	Curtosis Típica	Intervalo de Confianza Unid/hr-prod	Error Relativo
1	Obstrucción en el suministro de tapas	60	8,63	11,5	12	27,83	5,28	0	13	13	-3,32	-1,39	1,36	15,79%
2	Bajo llenado	60	3,45	3	3	0,25	0,50	3	4	1	0,65	-3,20	0,13	3,76%
3	Pérdida de sincronización de la tapadora	60	3,55	4	3	0,35	0,59	2	4	2	-3,00	-0,07	0,15	4,33%
4	Constante ajuste de piezas internas de la tapadora	60	4,12	4	4	3,66	1,91	0	10	10	0,69	3,21	0,49	12,00%
5	Entrada de botellas caídas a la llenadora	60	7,83	0	0	172,11	13,12	0	31	31	3,46	-1,30	3,39	43,28%
6	Entrada de envases a temperatura ambiente	60	4,50	0	0	62,29	7,89	0	20	20	3,84	-0,79	2,04	45,31%
7	Trancamiento de Válvula de N2 (Se Congela)	71	81,94	82	82	0,54	0,73	81	83	2	0,31	-1,91	0,17	0,21%
8	Inadecuada dosificación de N2	71	22,30	22	22	0,41	0,64	21	23	2	-1,22	-1,13	0,15	0,68%
9	Pérdida de sincronización de la tapadora	71	7,61	13	0	48,41	6,96	0	15	15	-0,64	-3,44	1,65	21,64%
10	Trancamientos u obstrucciones en las guías y equipos	71	2,73	4	4	4,57	2,14	0	5	5	-1,49	-2,90	0,51	18,52%
11	Obstrucción en el suministro de tapas	60	3,73	0	0	30,71	5,54	0	13	13	2,60	-2,14	1,43	38,38%
12	Bajo llenado	60	3,45	3	3	0,25	0,50	3	4	1	0,65	-3,20	0,13	3,76%
13	Pérdida de sincronización de la tapadora	60	3,55	4	4	0,35	0,59	2	4	2	-3,00	-0,07	0,15	4,33%
14	Constante ajuste de piezas internas de la tapadora	60	4,12	4	4	3,66	1,91	0	10	10	0,69	3,21	0,49	12,00%
15	Entrada de envases a temperatura ambiente	60	10,00	0	0	406,78	20,17	0	50	50	4,87	0,60	5,21	52,10%
16	Obstrucción en el suministro de tapas	50	6,82	0	0	112,76	10,62	0	26	26	2,77	-1,50	3,02	44,25%
17	Bajo llenado	50	2,64	3	3	0,24	0,48	2	3	1	-1,74	-2,47	0,14	5,22%
18	Pérdida de sincronización de la tapadora	50	7,22	0	0	87,03	9,33	0	20	20	1,50	-2,59	2,65	36,72%
19	Constante ajuste de piezas internas de la tapadora	50	2,50	3,5	4	4,66	2,16	0	7	7	0,04	-1,94	0,61	24,55%
20	Purga mediante pase de envases	50	3,12	0	0	21,17	4,60	0	10	10	2,32	-2,02	1,31	41,91%
21	Entrada de botellas caídas a la llenadora	50	8,10	0	0	77,85	8,82	0	21	21	0,82	-2,54	2,51	30,96%
22	Entrada de envases a temperatura ambiente	50	4,72	0	0	262,53	16,20	0	62	62	9,28	12,62	4,60	97,56%
23	Obstrucción en el suministro de tapas	96	28,51	0	0	1457,47	38,18	0	158	158	6,70	6,50	7,74	27,13%
24	Bajo llenado	96	6,80	7	7	0,52	0,72	6	8	2	1,27	-2,02	0,15	2,15%
25	Falla de sensores en la tapadora	96	5,76	6	6	0,35	0,59	5	7	2	0,49	-0,88	0,12	2,09%
26	Purga mediante pase de envases	96	7,03	0	0	133,08	11,54	0	32	32	4,50	-1,11	2,34	33,25%
27	Pérdida de sincronización de la tapadora	96	6,36	11	0	34,74	5,89	0	12	12	-0,64	-4,01	1,19	18,78%
28	Inadecuada calibración de los tacos del inverter	96	22,83	0	0	1490,69	38,61	0	110	110	4,84	-0,64	7,82	34,27%
29	Trancamientos u obstrucciones en las guías y equipos	96	3,10	4	NA	5,13	2,26	0	6	6	-2,22	-2,99	0,46	14,80%
30	Entrada de envases a temperatura ambiente	96	7,72	0	0	166,14	12,89	0	32	32	4,49	-1,33	2,61	33,83%
31	Obstrucción en el suministro de tapas	90	21,70	0	0	630,01	25,10	0	83	83	1,60	-2,99	5,26	24,23%
32	Bajo llenado	90	5,77	6	6	0,34	0,58	5	7	2	0,27	-0,71	0,12	2,11%
33	Falla de sensores de la tapadora	90	2,86	3	2	2,42	1,55	0	7	7	1,10	1,56	0,33	11,39%
34	Purga mediante pase de envases	90	13,79	0	0	457,31	21,38	0	56	56	3,68	-2,00	4,48	32,48%
35	Pérdida de sincronización de la tapadora	90	7,17	0	0	62,01	7,87	0	0	19	1,31	-3,19	1,65	23,00%
36	Inadecuada calibración de los tacos del inverter	90	3,73	0	0	32,65	5,71	0	18	18	3,95	-1,33	1,20	32,08%
37	Trancamientos u obstrucciones en las guías y equipos	90	16,50	0	0	1630,05	40,37	0	183	183	9,87	11,79	8,46	51,25%
38	Entrada de envases a temperatura ambiente	90	12,50	0	0	201,58	14,20	0	32	32	1,10	-3,68	2,97	23,79%

Fuente: Elaboración propia.



Tabla A.2. Costos por Unidad

**Bebidas (BsF./L)**

Gatorade	Yukery
1,147	0,450

**Envases (BsF./Unid)**

Botella 250ml	Lata Yukery	Botella 1000ml	Botella 591ml	Botella 946ml
0,215	0,156	0,533	0,325	0,560

**Tapas (BsF./Unid)**

Vidrio Yukery	Tapa Latas Yukery	Tapas 591 ml	Tapas 946 ml
0,048	0,049	0,085	0,068

**Precio Unidad Producto Terminado (Sin Etiquetas) (BsF./Unid)**

Yukery 250ml	Yukery Lata	Yukery 1000ml	Gatorade 591ml	Gatorade 946ml
0,376	0,356	1,031	1,108	1,746

**Precio Unidad Producto Terminado (Con Etiquetas) (BsF./Unid)**

Yukery 250ml	Yukery Lata	Yukery 1000ml	Gatorade 591ml	Gatorade 946ml
0,394	0,371	1,067	1,163	1,795

Fuente: Dpto. de Administración. Pepsi-Cola Venezuela C.A. Planta Valencia

Tabla A.3. Promedio de Remanentes.

	Remanentes	n veces	$\bar{X}$ Litros/ Drenaje	Mediana Litros/ Drenaje	Moda Litros/ Drenaje	Varianza Litros <sup>2</sup> / Drenaje <sup>2</sup>	S Litros/ Drenaje	Mín. Litros/ Drenaje	Máx. Unid/ hr-prod	Rango Litros/ Drenaje	Asimetría Típica	Curtosis Típica	Intervalo de Confianza Litros/ Drenaje	Error Relativo
1	Linea 1 Yukery Vidrio	7	144,0	142,51	NA	182,22	13,50	126,76	169,24	42,48	0,97	0,95	12,48	8,67%
2	Linea 1 Yukery Lata	6	96,3	97,06	NA	9,55	3,09	91,21	99,69	8,48	-0,85	0,06	3,24	3,37%
3	Linea 2 Yukery Vidrio	6	105,1	105,055	NA	2,56	1,60	103,41	107,43	4,02	0,34	-0,75	1,68	1,60%
4	Linea 2 Gatorade	13	254,6	255,7	258,07	217,55	14,75	234,23	291,75	57,52	1,53	2,04	8,91	3,50%

Fuente: Elaboración propia.



Tabla A.4. Promedio de Bajo Llenado.

	Versiones	n Unid	$\bar{X}$ ml/ Unid	Mediana ml/ Unid	Moda ml/ Unid	Varianza ml <sup>2</sup> / Unid <sup>2</sup>	S ml/ Unid	Mín. ml/ Unid	Máx. ml/ Unid	Rango ml/ Unid	Asimetría Típica	Curtosis Típica	Intervalo de Confianza ml/Unid	Error Relativo
1	250ml	558	245,3	245,9	247,3	6,70	2,59	237,4	257,8	20,4	4,67	12,43	0,22	0,09%
2	1000ml	21	985,8	988,2	988,2	13,30	3,65	976,6	989,8	13,2	-1,44	0,03	1,66	0,17%
3	591ml	10	615,5	615,3	NA	0,28	0,53	615	616,65	1,65	1,71	1,04	0,38	0,06%
4	946ml	110	961,2	961,55	NA	9,67	3,11	946,2	964,8	18,6	-8,77	14,36	0,59	0,06%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.5. Porcentaje de Participación (%)

	Presentación	Horas	Participación
Línea 1	250	19	23,31%
Línea 1	335	52,5	64,42%
Línea 1	1000	10	12,27%
Línea 2	591	29,4	24,22%
Línea 2	946	69,97	57,65%
Línea 2	250	22	18,13%

Fuente: Elaboración propia.



Para las presentación de botellas PET y vidrio se tienen las causas de “bajo llenado” y “entrada de envases a temperatura ambiente”, esta última se calcula multiplicando la media ( $\bar{X}$ ) de la muestra con ésa clasificación por el costo de la botella llena, se considera este costo ya que a medida que el envase se vaya deformando sigue manteniendo levantados los picos de llenado por lo tanto derramando bebida terminada que no es recuperable.

Para el cálculo de las pérdidas por entrada de envases a temperatura ambiente se tiene:

$$\text{Pérdidas.Entrada Env.Temp.Amb} = \bar{X}_{\text{EntradaEnv Temp.Amb}} \times \left[ \left( \frac{\text{Costo.Bebida}}{\text{Terminada}} \times \frac{\text{Litros.Bebida}}{\text{por.Envase}} \right) + \frac{\text{Costo}}{\text{Botella}} \right] \times \frac{\text{Hrs.Trab}}{\text{mes - prod}} \times \% \text{Part. Presentación}$$

$$\text{Pérdidas.Entrada Env.Temp.Amb}_{591\text{ml}} = \bar{X}_{\text{Ent.Env. Temp.Amb.591ml}} \times \left[ \left( \frac{\text{Costo. Gatorade}}{\text{Unid}} \times 0,6088 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + \frac{\text{Costo. Botella}_{591\text{ml}}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \% \text{Part.}_{591\text{ml}}$$

$$\text{Pérdidas Entrada.Env Temp.Amb}_{591\text{ml}} = 7,72 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ \left( 1,147 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,6088 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,325 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 24,2\%$$

$$\text{Pérdidas.Entrada Env.Temp.Amb}_{591\text{ml}} = 956,67 \frac{\text{BsF.}}{\text{mes - prod}}$$

$$\text{Pérdidas.Entrada Env.Temp.Amb}_{946\text{ml}} = 12,5 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ \left( 1,147 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,9746 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,560 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 57,7\%$$

$$\text{Pérdidas.Entrada Env.Temp.Amb}_{946\text{ml}} = 6.045,56 \frac{\text{BsF.}}{\text{mes - prod}}$$

$$\text{Pérdidas.Entrada Env.Temp.Amb}_{\text{L1-250ml}} = 4,5 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ \left( 0,450 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,25 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,215 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,3\%$$



$$\begin{aligned} \text{Pérdidas.Entrada} \\ \text{Env.Temp.Amb}_{L1-250ml} &= 171,77 \text{ BsF./} / \text{mes - prod} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas.Entrada.} \\ \text{Env.Temp.Amb}_{1000ml} &= 10 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ \left( 0,450 \frac{\text{BsF./L}}{\text{L}} \times 1 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,533 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 12,3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas.Entrada} \\ \text{Env.Temp.Amb}_{1000ml} &= 603,07 \text{ BsF./} / \text{mes - prod} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas.Entrada.} \\ \text{Env.Temp.Amb}_{L2-250ml} &= 4,72 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ \left( 0,450 \frac{\text{BsF./L}}{\text{L}} \times 0,25 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,215 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 18,1\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas.Entrada} \\ \text{Env.Temp.Amb}_{L2-250ml} &= 140,13 \text{ BsF./} / \text{mes - prod} \end{aligned}$$

El total de pérdidas generadas por entrada de envases a temperatura ambiente es de **7.917,19 BsF./hr-prod.**

En el cálculo de la pérdida por bajo llenado se utilizó información histórica de la Planta, el promedio del total de muestras fuera de especificaciones por bajo llenado es descargada de SAP del Módulo Calidad, el período muestreado es de los últimos 5 meses de producción. Los datos suministrados por el sistema fueron procesadas al igual que los datos del muestreo por el programa Statgraphics Centurión, el resumen de los datos estadísticos se visualizan en la Tabla A.6. Datos estadísticos de muestra descargada en SAP.

(Estas muestras de SAP son tomadas por hora en las líneas de producción por los analistas de Calidad de turno)



Tabla A.6. Datos estadísticos de muestra descargada en SAP

	Y-250ml	Y-1000ml	G-591ml	G-946ml
N (Unidades)	558	21	10	110
$\bar{X}$ (ml)	245,347	985,824	615,475	961,155
Mediana (ml)	245,9	988,2	615,3	961,55
Moda (ml)	247,3	988,2		
Varianza (ml <sup>2</sup> )	6,69535	13,2979	0,277361	9,67369
s (ml)	2,58754	3,64663	0,526651	3,11025
Mín. (ml)	237,4	976,6	615	946,2
Máx. (ml)	257,8	989,8	616,65	964,8
Rango (ml)	20,4	13,2	1,65	18,6
Asimetría Típica	4,66727	-1,43885	1,71145	-8,76807
Curtosis Típica	12,4331	0,0313174	1,03978	14,356
Intervalo de Confianza	0,215161	1,65993	0,376744	0,587756
Error Relativo	0,09%	0,17%	0,06%	0,06%

Fuente: Departamento de Aseguramiento de Calidad. Pepsi-Cola Venezuela C.A. Planta Valencia

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas} \\
 \text{Bajo Llenado} &= \bar{X}_{\text{Bajo Llenado}} \times \left[ \left( \frac{\bar{X}_{\text{Muestras Fuera.de Especificaciones}}}{1000 \text{ ml/L}} \times \frac{\text{Costo.Bebida Terminada}}{\text{Costo Tapa} + \text{Costo Botella}} \right) + 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \frac{\% \text{Part Present.}}{\text{Present.}} \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas} \\
 \text{Bajo Llenado}_{L1-250ml} &= \bar{X}_{\text{Bajo Llenado}_{L1-250ml}} \times \left[ \left( \frac{\bar{X}_{250ml.Fuera.de Especificaciones}}{1000 \text{ ml/L}} \times \frac{\text{Costo Bebida Yukery}}{\text{Costo Tapa}_{250ml} + \text{Costo Botella}_{250ml}} \right) + 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,3\% \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas} \\
 \text{Bajo Llenado}_{L1-250ml} &= 3,45 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ \left( \frac{245,347 \text{ ml/Unid}}{1000 \text{ ml/L}} \times 0,450 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \right) + 0,048 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} + 0,215 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,3\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas} \\
 \text{Bajo.Llenado}_{L1-250ml} &= 150,15 \text{ BsF./mes-prod}
 \end{aligned}$$



En resumen:

Tabla A.7. Resumen pérdidas por bajo llenado.

<b>Pérdidas por Bajo Llenado (BsF./mes-prod)</b>	
250ml - Línea 1	150,15
1000ml	216,87
250ml - Línea 2	89,36
591ml	919,24
946ml	2.876,42

Fuente: Elaboración propia.

En total de Pérdidas por Llenado se tiene:

$$Pérdidas_{por.Llenado} = Pérdidas_{entrada de botellas caídas} + Pérdidas_{por.Entrada.Env.Temp.Amb} + Pérdidas_{por.Bajo.Llenado}$$

$$Pérdidas_{por.Llenado} = 354,07 \text{ BsF./mes-prod} + 7.917,19 \text{ BsF./mes-prod} + 4.252,04 \text{ BsF./mes-prod}$$

$$Pérdidas_{por.Llenado} = 12.523,31 \text{ BsF./mes-prod}$$

## 2. Pérdidas en el proceso del tapado

Las causas comunes para pérdidas en el proceso de tapado de las presentaciones en vidrio y PET son obstrucción en el suministro de tapas y pérdida de sincronización de la tapadora. Para las presentaciones de vidrio se tiene en común los constantes ajustes de piezas internas de la tapadora, en el caso de botellas PET se tiene fallas en sensores de tapadora. Por otra parte, las causas de pérdidas en el proceso de tapado de latas son particulares de la línea, en este caso son: trancamiento de válvula de N<sub>2</sub>, inadecuada dosificación de N<sub>2</sub> y pérdida de sincronización de la tapadora.



Para el cálculo de mermas por obstrucción en el suministro de tapas se aplica la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{obstrucción en el} \\ & \text{suministro de tapas} \end{aligned} = \bar{X}_{\text{Obstrucción en}} \times \left[ \frac{\text{Costo.}}{\text{Botella}} + \left( \frac{\text{Costo.}}{\text{Bebida}} \times \frac{\text{Litros.Bebida}}{\text{por.Unidad}} \right) \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \frac{\% \text{Part}}{\text{Present.}}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{Obstrucción en el} \\ & \text{suministro de tapas}_{250\text{ml-L1}} \end{aligned} = \bar{X}_{\text{Obstrucción en}} \times \left[ \frac{\text{Costo.}}{\text{Botella}_{250\text{ml}}} + \left( \frac{\text{Costo.}}{\text{Yukery}} \times 0,25 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,3\%$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{Obstrucción en el} \\ & \text{suministro de tapas}_{250\text{ml-L1}} \end{aligned} = 8,63 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,048 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} + \left( 0,450 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,25 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,3\%$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por Obstrucción} \\ & \text{en el suministro de tapas}_{250\text{ml-L1}} \end{aligned} = 329,41 \text{ BsF} / \text{mes - prod}$$

En resumen:

Tabla A.8. Resumen pérdidas por Obstrucción en el suministro de tapas.

Obstrucción en el suministro de tapas (BsF./mes-prod)	
L1-250ml	329,41
L1-1000ml	224,95
L2-250ml	202,47
591ml	3.506,05
946ml	3.502,81

Fuente: Elaboración propia.

El total de pérdidas por obstrucción en el suministro de tapas es de **7.765,69 BsF./mes-prod.**



Para el cálculo de mermas por pérdida de sincronización de la tapadora se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Merma por pérdida de sincronización de tapadora} = \bar{X}_{\text{Pérdida de Sincronización de tapadora}} \times \left[ \text{Costo Botella} + \left( \text{Costo Bebida} \times \frac{\text{Litros.Bebida}}{\text{por.Unidad}} \right) + \text{Costo Tapa} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \frac{\% \text{Participación}}{\text{Presentación}}$$

$$\text{Merma por pérdida de sincronización de tapadora}_{250\text{ml-L1}} = \bar{X}_{\text{Pérdida de Sincronización de tapadora}_{250\text{ml-L1}}} \times \left[ \text{Costo Botella}_{250\text{ml}} + \left( \text{Costo Yukery} \times 0,25 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + \text{Costo Tapa}_{250\text{ml}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,31\%$$

$$\text{Merma por pérdida de sincronización de tapadora}_{250\text{ml-L1}} = 3,55 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,215 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} + \left( 0,450 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,25 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,048 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,31\%$$

$$\text{Merma por pérdida de sincronización de tapadora}_{250\text{ml-L1}} = 155,36 \text{ BsF} / \text{mes - prod}$$

En resumen:

Tabla A.9. Resumen de Costos por pérdidas de sincronización de tapadora.

Pérdida de sincronización de tapadora (BsF./mes-prod)	
L1-250ml	155,36
L1-1000ml	224,54
L2-250ml	245,76
591ml	773,07
946ml	517,72

Fuente: Elaboración propia.



El costo total de las mermas generadas por pérdidas de sincronización de tapadora equivale a **1.916,46 BsF/mes-prod.**

Dadas las diferencias entre el tapado de botellas de vidrio y PET, también se tienen causas exclusivas del tipo de tapadora, en el caso de envasado de botellas de vidrio se tienen “constantes ajustes de piezas internas”, por otra parte para la tapadora Zalkin se tiene “fallas de sensores”, éstas pérdidas se calculan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{Constantes.} \\ & \text{ajustes.de.piezas} \\ & \text{internas} \\ & = \bar{X} \text{ Constantes} \\ & \text{ajustes.de.piezas} \\ & \text{internas} \times \left[ \text{Costo} \right. \\ & \left. + \left( \text{Costo} \times \frac{\text{Volumen.en.Litros}}{\text{por.Unid}} \right) + \text{Costo} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \frac{\% \text{Participación}}{\text{Presentación}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{Constantes.} \\ & \text{ajustes.de.piezas} \\ & \text{internas} \\ & = \bar{X} \text{ Constantes} \\ & \text{ajustes.de.piezas} \\ & \text{internas} \times \left[ \text{Costo} \right. \\ & \left. + \left( \text{Costo} \times \frac{\text{Volumen.en.Litros}}{\text{por.Unid}} \right) + \text{Costo} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \% \text{Part}_{L1-250ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{Constantes.} \\ & \text{ajustes.de.piezas} \\ & \text{internas} \\ & = 4,12 \text{Unid/hr - prod} \times \left[ 0,215 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} + \left( 0,450 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,25 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,048 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,31\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{Constantes.} \\ & \text{ajustes.de.piezas} \\ & \text{internas} \\ & = 180,31 \text{BsF./} \\ & \text{mes - prod} \end{aligned}$$



En resumen, las pérdidas por constantes ajustes de piezas internas son:

Tabla A.10. Resumen de Costos por constantes ajustes de piezas internas.

Constantes ajustes de piezas internas (BsF./mes-prod)	
L1-250ml	180,31
L1-1000ml	260,60
L2-250ml	85,10

Fuente: Elaboración propia.

El total de pérdidas que aporta los constantes ajustes de piezas internas suman **526,01 BsF./mes-prod.**

Las pérdidas por falla de sensores se calculan de la siguiente manera:

$$Pérdidas.por\ falla.de\ sensores = \bar{X}_{Falla.de\ sensores} \times \left[ \frac{Costo.}{Botella} + \left( \frac{Costo}{Bebida} \times \frac{Litros.Bebida}{por.Unidad} \right) \right] \times 500 \frac{hr - prod}{mes - prod} \times \frac{\% Participación}{Presentación}$$

$$Pérdidas.por\ falla.de\ sensores_{591ml} = \bar{X}_{Falla.de\ sensores_{591ml}} \times \left[ \frac{Costo.}{Botella_{591ml}} + \left( \frac{Costo}{Gatorade} \times \frac{Litros.Bebida}{por.Unidad} \right) \right] \times 500 \frac{hr - prod}{mes - prod} \times \% Part._{591ml}$$

$$Pérdidas.por\ falla.de\ sensores_{591ml} = 5,76 \frac{Unid}{hr - prod} \times \left[ 0,325 \frac{BsF}{Unid} + \left( 1,146 \frac{BsF}{L} \times 0,6088 \frac{L}{Unid} \right) \right] \times 500 \frac{hr - prod}{mes - prod} \times 24,22\%$$

$$Pérdidas.por\ falla.de\ sensores_{591ml} = 713,78 \frac{BsF}{mes-prod}$$



$$\begin{aligned} \text{Pérdidas por} \\ \text{falla.de} \\ \text{sensores}_{946\text{ml}} &= \bar{X}_{\text{Falla.de}} \times \left[ \text{Costo.} \left[ \text{Botella}_{946\text{ml}} + \left( \text{Costo} \times \frac{\text{Litros.Bebida}}{\text{por.Unidad}} \right) \right] \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \% \text{Part.}_{946\text{ml}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas por} \\ \text{falla.de} \\ \text{sensores}_{946\text{ml}} &= 2,86 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,560 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} + \left( 1,146 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,9746 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 57,65\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas por} \\ \text{falla.de} \\ \text{sensores}_{946\text{ml}} &= 461,66 \text{ BsF./mes-prod} \end{aligned}$$

El total de pérdidas generadas por falla de sensores equivalen a **1.175,45 BsF./mes-prod.**

Por otra parte, las pérdidas originadas por la línea de latas se calculan de la siguiente manera:

En la pérdida por trancamiento de válvula de N<sub>2</sub> se considera el costo de una lata completa ya que el efecto es salida de latas sin nitrógeno líquido.

$$\begin{aligned} \text{Pérdida por} \\ \text{Trancamiento} \\ \text{de.válvula.de.N}_2 &= \bar{X}_{\text{Trancamiento.de}} \times \left[ \text{Costo} \left[ \text{Lata} + \left( \text{Yukery} \times \frac{\text{Volumen.en.Litros}}{\text{por.Unid}} \right) \right] + \text{Costo} \left[ \text{Tapa} \right] \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \frac{\% \text{Participación}}{\text{Presentación}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdida por} \\ \text{Trancamiento} \\ \text{de.válvula.de.N}_2 &= 81,24 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,156 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} + \left( 0,450 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,355 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,049 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 64,42\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdida por} \\ \text{Trancamiento} \\ \text{de.válvula.de.N}_2 &= 9.389,26 \text{ BsF./mes - prod} \end{aligned}$$

En la pérdida por inadecuada dosificación de N<sub>2</sub> se considera el costo de una lata completa ya que el efecto es salida de latas con poco nitrógeno líquido, es decir, lata con poca firmeza al tacto.



$$\begin{aligned} \text{Pérdida por} \\ \text{Inadecuada} \\ \text{dosificación de } N_2 \end{aligned} = \bar{X}_{\text{Inadecuada}} \times \left[ \text{Costo de Lata} + \left( \text{Costo de Yukery} \times \frac{\text{Volumen en Litros}}{\text{por Unid}} \right) + \text{Costo de Tapa} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \frac{\% \text{ Participación}}{\text{Presentación}}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdida por} \\ \text{Inadecuada} \\ \text{dosificación de } N_2 \end{aligned} = 22,3 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,156 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} + \left( 0,450 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,355 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,049 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 64,42\%$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdida por} \\ \text{Inadecuada} \\ \text{dosificación de } N_2 \end{aligned} = 2.555,29 \text{ BsF} / \text{mes - prod}$$

En el cálculo de los costos de mermas por pérdida de sincronización de la tapadora se considera el costo de una lata completa ya que el efecto es salida de latas con mal sellado, es decir, al apretarla se desprende la tapa y tiene poca firmeza al tacto.

$$\begin{aligned} \text{Costos por Pérdida} \\ \text{de sincronización} \\ \text{de tapadora} \end{aligned} = \bar{X}_{\text{pérdida de sincronización de tapadora}} \times \left[ \text{Costo de Lata} + \left( \text{Costo de Yukery} \times \frac{\text{Volumen en Litros}}{\text{por Unid}} \right) + \text{Costo de Tapa} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \frac{\% \text{ Participación}}{\text{Presentación}}$$

$$\begin{aligned} \text{Costos por Pérdida} \\ \text{de sincronización} \\ \text{de tapadora} \end{aligned} = 7,61 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,156 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} + \left( 0,450 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,355 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,049 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 64,42\%$$

$$\begin{aligned} \text{Costos por Pérdida} \\ \text{de sincronización} \\ \text{de tapadora} \end{aligned} = 872,01 \text{ BsF} / \text{mes - prod}$$

En total de Pérdidas por Tapado se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas} \\ \text{por Tapado} \end{aligned} = \text{Obstrucción de tapas} + \text{Pérdida de sincronización de tapadora} + \text{Constantes ajustes de piezas internas} + \text{Falla de sensores de tapadora} + \text{Trancamiento de Válvula de } N_2 + \text{Inadecuada dosificación de } N_2 + \text{Pérdida de sincronización de la tapadora}$$



$$\frac{\text{Pérdidas}}{\text{por.Tapado}} = (7.765,69 + 1.916,46 + 526,01 + 1.175,45 + 9.389,26 + 2.555,29 + 872,01) \frac{\text{BsF.}}{\text{mes - prod}}$$

$$\frac{\text{Pérdidas}}{\text{por.Tapado}} = 24.200,17 \text{ BsF/mes-prod}$$

### 3. Pérdidas por inspección de calidad

Se realizó el cálculo con las muestras tomadas por hora proporcionadas el Departamento de Aseguramiento de Calidad. Todas las presentaciones tienen una cantidad en específico de muestras tomadas de acuerdo a la cantidad de pruebas que se hacen, resumidas en:

Tabla A.11. Muestras tomadas por presentación en inspecciones por hora. (Unid)

	L1-250ml	L1-335ml	L1-1000ml	L2-250ml	L2-591ml	L2-946ml
Inspección por hora	10	5	10	10	27	22

Fuente: Departamento de Aseguramiento de Calidad. Pepsi-Cola Venezuela C.A. Planta Valencia

El cálculo de las pérdidas asociadas a pérdidas por Inspección de Calidad se calcula:

*Pérdida.por*

$$\frac{\text{Inspección de.Calidad}}{\text{por.hora}} = \frac{\text{Muestras}}{\text{por.hora}} \times \left[ \frac{\text{Costo}}{\text{Botella}} + \left( \frac{\text{Costo}}{\text{Bebida}} \times \frac{\text{Volumen.en.Litros}}{\text{por.Unid}} \right) + \frac{\text{Costo}}{\text{Tapa}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \frac{\% \text{Participación}}{\text{Presentación}}$$

*Pérdida.por*

$$\frac{\text{Inspección de.Calidad}}{\text{por.hora}}_{L1-250ml} = 10 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,215 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} + \left( 0,450 \frac{\text{BsF.}}{\text{L}} \times 0,25 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,048 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 23,31\%$$



$$\begin{array}{l}
 \text{Pérdida por} \\
 \text{Inspección} \\
 \text{de Calidad} \\
 \text{por hora}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \\
 \\
 \\
 \text{L1-250ml}
 \end{array}
 = 438,23 \frac{\text{BsF}}{\text{mes - prod}}$$

Realizando la compilación de los resultados obtenidos:

Tabla A.12. Pérdidas por Inspección de Calidad en muestreo por hora

Inspección por hora (BsF./mes-prod)	
L1-250ml	438,23
L1-335ml	573,34
L1-1000ml	632,52
L2-250ml	340,84
L2-591ml	3.622,83
L2-946ml	11.072,26

Fuente: Elaboración propia.

El costo total por inspección de calidad del muestreo por hora equivale a **16.680,02 BsF./mes-prod.**

Además de las muestras por hora, la presentación 335ml tiene la prueba de “doble cierre” que se realiza al iniciar y finalizar cada turno de producción, en estas se toman muestras del sellado de 6 latas vacías para evaluar cada pico de tapado. Para el cálculo se tomó las jornadas por semana que son 16 en total (3 turnos de lunes a viernes y 1 turno el sábado) y multiplicarlo por 4 que son las semanas por mes.

$$\begin{array}{l}
 \text{Pérdida por} \\
 \text{Muestreo.} \\
 \text{Doble.Cierre}
 \end{array}
 = 12 \frac{\text{Unid}}{\text{Turno}} \times 16 \frac{\text{Turno}}{\text{sem}} \times 4 \frac{\text{sem}}{\text{mes}} \times \left( \frac{\text{Costo}}{\text{Lata}} + \frac{\text{Costo}}{\text{Tapa}} \right) \times \% \text{Participación.Latas}$$



$$\begin{aligned} & \text{Pérdida.por} \\ \text{Muestreo.} &= 12 \frac{\text{Unid}}{\text{Turno}} \times 16 \frac{\text{Turno}}{\text{sem}} \times 4 \frac{\text{sem}}{\text{mes}} \times \left( 0,156 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} + 0,049 \frac{\text{BsF.}}{\text{Unid}} \right) \times 64,42\% \\ & \text{Doble.Cierre} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdida.por} \\ \text{Muestreo.} &= 101,42 \frac{\text{BsF.}}{\text{mes - prod}} \\ & \text{Doble.Cierre} \end{aligned}$$

El total de pérdidas generadas por Inspección de Calidad corresponden a **16.781,44 BsF./mes-prod.**

#### 4. Pérdidas por limpieza

En la estimación de las pérdidas por limpieza se hace referencia a los remanentes en tuberías, las muestras que se tomaron estaban diluidos con agua para facilitar la extracción, para realizar la aproximación se realizó una conversión mediante la fórmula:

$$^{\circ}\text{Brix} = \frac{\text{gr. de soluto}}{\text{gr. totales de solución}} \times 100 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{\text{Volumen del producto}}{\text{Volumen diluido}} = \frac{^{\circ}\text{Brix diluido} \times \text{Volumen diluido}}{^{\circ}\text{Brix del producto}}$$

Donde:

Volumen de producto = es el volumen real de producto desechado

Volumen diluido = es el volumen que se drenó.

$^{\circ}\text{Brix}$  diluido = es la concentración de la muestra que se extrajo del tambor

$^{\circ}\text{Brix}$  del producto = es la concentración de la bebida terminada para envasar

En la Tabla A.13. se encuentra las concentraciones según el producto, sea Yukery o Gatorade, y los sabores de cada categoría.



Tabla A.13. °Brix según producto y sabor.

	°Brix	Promedio
Durazno	12,8%-13,8%	13,3
Manzana	10,5%-11,5%	11
Pera	10,5%-11,5%	11
Mango	11,8%-12,8%	12,3
Gatorade	6,2%-6,6%	6,4

Fuente: Departamento de Aseguramiento de Calidad, Pepsi-Cola Venezuela C.A. Planta Valencia

Por ejemplo:

La muestra del drenaje de Gatorade Mandarina se tomó en un tambor de 54,5cm de diámetro interno, la altura de la muestra fue de 180cm, el resultado del análisis fue 3,9°Brix siendo la concentración original del producto 6,4°Brix.

Para obtener el volumen de la toma:

$$Volumen_{muestra\ diluida} = \frac{\left[ \pi \times \left( \frac{D}{2} \right)^2 \times H \right]}{1000 \text{ cm}^3 / L} \Rightarrow Volumen_{muestra\ diluida} = \frac{\left( \pi \times \left( \frac{54,5 \text{ cm}}{2} \right)^2 \times 180 \text{ cm} \right)}{1000 \text{ cm}^3 / L}$$

$$Volumen_{muestra\ diluida} = 419,91 \text{ L}$$

Una vez obtenido el volumen diluido se calcula el volumen del producto que realmente se iba a drenar con la fórmula antes mostrada haciendo uso del °Brix que determina la concentración del producto.

$$Volumen_{del\ producto} = \frac{Volumen_{diluido} \times \text{°Brix}_{diluido}}{\text{°Brix}_{del\ producto}} \Rightarrow Volumen_{Gatorade_{Mandarina}} = \frac{419,9 \text{ L} \times 3,9 \text{ °Brix}}{6,4 \text{ °Brix}}$$

$$Volumen_{Gatorade_{Mandarina}} = 255,88 \text{ L}$$



Las Tablas A.14, A.15, A.16 y A.17 resumen los resultados obtenidos de todas las muestras tomadas para los drenajes de Yukery del sistema de envasado de vidrio tanto Línea 1 como de Línea 2, del sistema de envasado de Latas y del sistema envasado de PET para Gatorade.

Tabla A.14. Resultados de volumen drenado en Línea 1 Yukery Vidrio.

Producto	Línea	Diámetro (cm)	Altura Líquido (cm)	°Brix Diluido	Volumen Diluido	°Brix del Producto	Total Litros de Producto
1-Vidrio	Pera	54,5	67	10	156,30	11	142,09
1-Vidrio	Manzana	54,5	70	9,6	163,30	11	142,51
1-Vidrio	Durazno	54,5	88	8,6	205,29	13,3	132,74
1-Vidrio	Mango	54,5	93	8,3	216,95	12,3	146,40
1-Vidrio	Pera	54,5	105	7,6	244,95	11	169,24
1-Vidrio	Durazno	54,5	73	9,9	170,30	13,3	126,76
1-Vidrio	Mango	54,5	89	8,8	207,62	12,3	148,54

$\bar{X}$  volumen L1-Yukery-Vidrio 144,04 L

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.15. Resultados de volumen drenado en Línea 1 Yukery Latas.

Producto	Línea	Diámetro (cm)	Altura Líquido (cm)	°Brix Diluido	Volumen Diluido	°Brix del Producto	Total Litros de Producto
1-Lata	Durazno	54,5	58,5	9,2	136,47	13,3	94,40
1-Lata	Durazno	54,5	80	6,5	186,63	13,3	91,21
1-Lata	Pera	54,5	67	6,9	156,30	11	98,04
1-Lata	Durazno	54,5	66	8,3	153,97	13,3	96,08
1-Lata	Durazno	54,5	70	8	163,30	13,3	98,22
1-Lata	Mango	54,5	73	7,2	170,30	12,3	99,69

$\bar{X}$  volumen L1-Yukery-Latas 96,27 L

Fuente: Elaboración propia.



Tabla A.16. Resultados de volumen drenado en Línea 2 Yukery Vidrio.

Producto	Línea	Diámetro (cm)	Altura Líquido (cm)	°Brix Diluido	Volumen Diluido	°Brix del Producto	Total Litros de Producto
2	Mango	54,5	68	8,2	158,63	12,3	105,75
2	Durazno	54,5	50	11,9	116,64	13,3	104,36
2	Manzana	54,5	66	7,4	153,97	11	103,58
2	Mango	54,5	50	11,2	116,64	12,3	106,21
2	Durazno	54,5	49	12,5	114,31	13,3	107,43
2	Pera	54,5	53	9,2	123,64	11	103,41

$\bar{X}$  volumen L2-Yukery-Vidrio 105,12 L

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.17. Resultados de volumen drenado en Línea 2 Gatorade.

Línea	Producto	Diámetro (cm)	Altura Líquido (cm)	°Brix Diluido	Volumen Diluido	°Brix del Producto	Total Litros de Producto
2	Mandarina	54,5	180	3,9	419,91	6,4	255,88
2	Mandarina	54,5	120	5,9	279,94	6,4	258,07
2	Mandarina	54,5	126	5,1	293,94	6,4	234,23
2	Mandarina	54,5	120	6,1	279,94	6,4	266,82
2	Mandarina	54,5	120	5,9	279,94	6,4	258,07
2	Mandarina	54,5	129	5,5	300,93	6,4	258,62
2	Naranja-Grapefruit	54,5	115	6	268,28	6,4	251,51
2	Tropical Fruit	54,5	99	6,5	230,95	6,4	234,56
2	Tropical Fruit	54,5	174	4,6	405,91	6,4	291,75
2	Tropical Fruit	54,5	136	5,1	317,26	6,4	252,82
2	Tropical Fruit	54,5	115	6,1	268,28	6,4	255,70
2	Tropical Fruit	54,5	130	5,3	303,27	6,4	251,14
2	Tropical Fruit	54,5	150	4,4	349,92	6,4	240,57

$\bar{X}$  volumen L2-Gatorade 254,60 L

Fuente: Elaboración propia.

Las pérdidas por limpieza se calculan multiplicando  $\mu$  volumen drenado por sistema env. con el costo del litro de bebida terminada, la participación de las presentaciones envasadas en esa línea y la frecuencia de drenaje, es decir:



$$\text{Pérdidas por.Limpieza} = \bar{X}_{\text{Volumen Drenado}} \times \frac{\text{Costo Bebida}}{\% \text{ Participación}} \times \frac{\text{Frecuencia Drenaje}}{\text{presentaciones envasadas}} \times \frac{\text{Cantidad}}{\text{días.por.mes}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L1-\text{Vidrio}} = \bar{X}_{\text{volumen-L1 Yukery-Vidrio}} \times \frac{\text{Costo Yukery}}{(\% \text{Part.}_{L1-250\text{ml}} + \% \text{Part.}_{1000\text{ml}})} \times 1 \frac{\text{Drenaje}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{día}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L1-\text{Vidrio}} = 144,04 \frac{L}{\text{Drenaje}} \times 0,450 \frac{\text{BsF}}{L} \times (23,31\% + 12,27\%) \times 1 \frac{\text{Drenaje}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{día}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L1-\text{Vidrio}} = 553,50 \frac{\text{BsF}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L1-\text{Latas}} = \bar{X}_{\text{volumen-L1 Yukery-Latas}} \times \frac{\text{Costo Yukery}}{(\% \text{Part.}_{L1-\text{Latas}})} \times 1 \frac{\text{Drenaje}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{día}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L1-\text{Latas}} = 96,27 \frac{L}{\text{Drenaje}} \times 0,450 \frac{\text{BsF}}{L} \times 64,42\% \times 1 \frac{\text{Drenaje}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{día}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L1-\text{Latas}} = 669,82 \frac{\text{BsF}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L2-\text{Vidrio}} = \bar{X}_{\text{volumen-L2 Yukery-Vidrio}} \times \frac{\text{Costo Yukery}}{(\% \text{Part.}_{L2-\text{Vidrio}})} \times 1 \frac{\text{Drenaje}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{día}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L2-\text{Vidrio}} = 105,12 \frac{L}{\text{Drenaje}} \times 0,450 \frac{\text{BsF}}{L} \times 18,13\% \times 1 \frac{\text{Drenaje}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{día}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L1-\text{Latas}} = 205,84 \frac{\text{BsF}}{\text{mes} - \text{prod}}$$



$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L2-Gatorade} = \bar{X}_{\text{volumen-L2 Gatorade}} \times \frac{\text{Costo Gatorade}}{\text{Gatorade}} \times (\% \text{Part.}_{591\text{ml}} + \% \text{Part.}_{946\text{ml}}) \times 1 \frac{\text{Drenaje}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{dia}}{\text{mes - prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L2-Gatorade} = 254,60 \frac{L}{\text{Drenaje}} \times 1,146 \frac{\text{BsF}}{L} \times (24,22\% + 57,65\%) \times 1 \frac{\text{Drenaje}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{dia}}{\text{mes - prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.Limpieza}_{L2-Gatorade} = 5.737,86 \frac{\text{BsF}}{\text{mes - prod}}$$

La suma de todas las pérdidas ocasionadas por drenaje equivalen a **7.167,01 BsF./mes-prod.**

### 5. Pérdidas por purgas del sistema

Estas pérdidas se refieren a la purga del sistema posterior a una limpieza, donde se visualizó la extracción de los restos de agua en el sistema mediante botellas vacías. Para el costeo de esta pérdida se utilizan los datos de la Tabla A.1 "Resumen de datos por causas de pérdidas", el desperdicio principal de esta pérdida son las botellas vacías.

$$\text{Pérdidas por.purgas en.el.sistema} = \bar{X}_{\text{purgas.en el.sistema}} \times \frac{\text{Costo Botella}}{\text{Botella}} \times \frac{\% \text{Participación}}{\text{Presentación}} \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}}$$

$$\text{Pérdidas por.purgas en.el.sistema}_{L2-250\text{ml}} = \bar{X}_{\text{purgas.en el.sistema}_{L2-250\text{ml}}} \times \frac{\text{Costo Botella}_{250\text{ml}}}{\text{Botella}_{250\text{ml}}} \times 18,13\% \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}}$$



$$\begin{array}{l} \text{Pérdidas} \\ \text{por.purgas} \\ \text{en.el.sistema}_{L2-250ml} \end{array} = 3,12 \frac{\text{Unid}}{\text{hr} - \text{prod}} \times 0,215 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \times 18,13\% \times 500 \frac{\text{hr} - \text{prod}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pérdidas} \\ \text{por.purgas} \\ \text{en.el.sistema}_{L2-250ml} \end{array} = 87,70 \frac{\text{BsF}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pérdidas} \\ \text{por.purgas} \\ \text{en.el.sistema}_{L2-591ml} \end{array} = \bar{X}_{\text{purgas.en el.sistema}_{L2-591ml}} \times \text{Costo Botella}_{591ml} \times 24,22\% \times 500 \frac{\text{hr} - \text{prod}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pérdidas} \\ \text{por.purgas} \\ \text{en.el.sistema}_{L2-591ml} \end{array} = 7,03 \frac{\text{Unid}}{\text{hr} - \text{prod}} \times 0,325 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \times 24,22\% \times 500 \frac{\text{hr} - \text{prod}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pérdidas} \\ \text{por.purgas} \\ \text{en.el.sistema}_{L2-591ml} \end{array} = 276,68 \frac{\text{BsF}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pérdidas} \\ \text{por.purgas} \\ \text{en.el.sistema}_{L2-946ml} \end{array} = \bar{X}_{\text{purgas.en el.sistema}_{L2-946ml}} \times \text{Costo Botella}_{946ml} \times 57,65\% \times 500 \frac{\text{hr} - \text{prod}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pérdidas} \\ \text{por.purgas} \\ \text{en.el.sistema}_{L2-946ml} \end{array} = 13,79 \frac{\text{Unid}}{\text{hr} - \text{prod}} \times 0,560 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \times 57,65\% \times 500 \frac{\text{hr} - \text{prod}}{\text{mes} - \text{prod}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pérdidas} \\ \text{por.purgas} \\ \text{en.el.sistema}_{L2-946ml} \end{array} = 2.225,98 \frac{\text{BsF}}{\text{mes} - \text{prod}}$$



En resumen, la sumatoria de pérdidas por purgas en el sistema es de **2.590,37 BsF/mes-prod.**

### 6. Pérdidas por trancamientos en transportadores

Los trancamientos se reflejaron en las observaciones de las presentaciones de lata y PET, para el estudio se consideró dos clasificaciones: trancamientos u obstrucciones en las guías y equipos, e Inadecuada calibración de los tacos del inverter, en la primera se considera para su cálculo únicamente el costo del envase en vacío para las presentaciones de lata y 591ml debido a que ocurren en el tramo de los transportadores antes de la estación de llenado, en cambio, para el costo de 946ml se considera el costo de la botella llena tapada ya que ocurre en el inverter que está después de la llenadora, para el cálculo de pérdidas por Inadecuada calibración de los tacos del inverter se utiliza el costo de la botella llena con tapa ya que ocurre en el tramo consecutivo al de la llenadora.

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} = \bar{X}_{\text{Trancamiento}} \times \frac{\text{Costo}}{\text{Botella}} \times 500 \frac{\text{hr} - \text{prod}}{\text{mes} - \text{prod}} \times \frac{\% \text{Participación}}{\text{presentación}} \\ & \text{guías y equipos} \quad \text{en guías} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} = \bar{X}_{\text{Trancamiento}} \times \frac{\text{Costo}}{\text{Lata}} \times 500 \frac{\text{hr} - \text{prod}}{\text{mes} - \text{prod}} \times 64,42\% \\ & \text{guías y equipos} \quad \text{LI-Latas} \quad \text{en guías} \quad \text{Latas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} = 2,73 \frac{\text{Unid}}{\text{hr} - \text{prod}} \times 0,156 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \times 500 \frac{\text{hr} - \text{prod}}{\text{mes} - \text{prod}} \times 64,42\% \\ & \text{guías y equipos} \quad \text{LI-Latas} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} \\ & \text{guías y equipos}_{L1-Latas} \end{aligned} = 137,18 \frac{\text{BsF}}{\text{mes - prod}}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} \\ & \text{guías y equipos}_{591ml} \end{aligned} = \bar{X}_{\text{Trancamiento en guías}_{591ml}} \times \frac{\text{Costo Botella}_{591ml}}{\text{Botella}_{591ml}} \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 24,22\%$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} \\ & \text{guías y equipos}_{591ml} \end{aligned} = 3,1 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times 0,325 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 24,22\%$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} \\ & \text{guías y equipos}_{591ml} \end{aligned} = 122,01 \frac{\text{BsF}}{\text{mes - prod}}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} \\ & \text{guías y equipos}_{946ml} \end{aligned} = \bar{X}_{\text{Trancamiento en guías}_{946ml}} \times \left[ \frac{\text{Costo Botella}_{946ml}}{\text{Botella}_{946ml}} + \left( \frac{\text{Costo Gatorade}}{\text{Gatorade}} \times \frac{\text{Volumen en Litros}}{\text{por. Unid}} \right) + \frac{\text{Costo Tapa}_{946ml}}{\text{Tapa}_{946ml}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 57,65\%$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} \\ & \text{guías y equipos}_{946ml} \end{aligned} = 16,5 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,560 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} + \left( 1,146 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,9746 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,068 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 57,65\%$$

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por} \\ & \text{trancamiento en} \\ & \text{guías y equipos}_{946ml} \end{aligned} = 8.304,19 \frac{\text{BsF}}{\text{mes - prod}}$$



Las pérdidas por trancamientos en guías y equipos suman **8.563,38 BsF./mes-prod.** Para el cálculo por inadecuada calibración de los tacos del inverter se procede de la siguiente manera:

*Pérdidas.por*

$$\begin{aligned} \text{Inadecuada} & \\ \text{Calibración} & = \bar{X}_{\text{Inadecuada Calibración}} \times \left[ \text{Costo}_{\text{Botella}} + \left( \text{Costo}_{\text{Gatorade}} \times \frac{\text{Volumen.en.Litros}}{\text{por.Unid}} \right) + \text{Costo}_{\text{Tapa}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times \% \text{Part} \\ \text{Tacos.Inverter} & \quad \text{Tacos.Inverter} \end{aligned}$$

*Pérdidas.por*

$$\begin{aligned} \text{Inadecuada} & \\ \text{Calibración} & = \bar{X}_{\text{Inadecuada Calibración}} \times \left[ \text{Costo}_{\text{Botella}_{591\text{ml}}} + \left( \text{Costo}_{\text{Gatorade}} \times \frac{\text{Volumen.en.Litros}}{\text{por.Unid}} \right) + \text{Costo}_{\text{Tapa}_{591\text{ml}}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 24,22\% \\ \text{Tacos.Inverter}_{591\text{ml}} & \quad \text{Tacos.Inverter}_{591\text{ml}} \end{aligned}$$

*Pérdidas.por*

$$\begin{aligned} \text{Inadecuada} & \\ \text{Calibración} & = 22,83 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,325 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} + \left( 1,146 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,6088 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,085 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 24,22\% \\ \text{Tacos.Inverter}_{591\text{ml}} & \end{aligned}$$

*Pérdidas.por*

$$\begin{aligned} \text{Inadecuada} & \\ \text{Calibración} & = 3.063,30 \frac{\text{BsF}}{\text{mes - prod}} \\ \text{Tacos.Inverter}_{591\text{ml}} & \end{aligned}$$

*Pérdidas.por*

$$\begin{aligned} \text{Inadecuada} & \\ \text{Calibración} & = \bar{X}_{\text{Inadecuada Calibración}} \times \left[ \text{Costo}_{\text{Botella}_{946\text{ml}}} + \left( \text{Costo}_{\text{Gatorade}} \times \frac{\text{Volumen.en.Litros}}{\text{por.Unid}} \right) + \text{Costo}_{\text{Tapa}_{946\text{ml}}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 57,65\% \\ \text{Tacos.Inverter}_{946\text{ml}} & \quad \text{Tacos.Inverter}_{946\text{ml}} \end{aligned}$$

*Pérdidas.por*

$$\begin{aligned} \text{Inadecuada} & \\ \text{Calibración} & = 3,73 \frac{\text{Unid}}{\text{hr - prod}} \times \left[ 0,560 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} + \left( 1,146 \frac{\text{BsF}}{\text{L}} \times 0,9746 \frac{\text{L}}{\text{Unid}} \right) + 0,068 \frac{\text{BsF}}{\text{Unid}} \right] \times 500 \frac{\text{hr - prod}}{\text{mes - prod}} \times 57,65\% \\ \text{Tacos.Inverter}_{946\text{ml}} & \end{aligned}$$

*Pérdidas.por*

$$\begin{aligned} \text{Inadecuada} & \\ \text{Calibración} & = 1.877,25 \frac{\text{BsF}}{\text{mes - prod}} \\ \text{Tacos.Inverter}_{946\text{ml}} & \end{aligned}$$



Las pérdidas por inadecuada calibración de los tacos del inverter suman **4.940,55 BsF./mes-prod.**, por lo que las pérdidas por trancamientos en transportadores son en total **13.503,93 BsF./mes-prod.**

En la Tabla A.18. se resumen todas las pérdidas anteriormente calculadas para facilitar su visualización y búsqueda.

Tabla A.18. Resumen de costos según la pérdidas identificadas.

LINEA DE PRODUCCIÓN	Yukery (BsF./mes-prod)			Gatorade (BsF./mes-prod)
	Línea 1 latas	Línea 1 Vidrio	Línea 2	Línea 2
<b>1. Pérdidas en el proceso del llenado</b>				
Bajo Llenado	N/A	367,01	89,36	3.795,66
Entrada de botellas caídas	N/A	196,21	157,87	N/A
Entrada de envases a temperatura ambiente	N/A	774,84	140,13	7.002,23
<b>2. Pérdidas en el proceso del tapado</b>				
Obstrucción en el suministro de tapas	N/A	554,35	202,47	7.008,87
Constante ajuste de piezas internas de la tapadora	N/A	440,91	85,10	N/A
Pérdida de sincronización de la tapadora	872,01	379,91	245,76	1.290,79
Trancamiento de la válvula de N <sub>2</sub>	9.389,26	N/A	N/A	N/A
Inadecuada dosificación de N <sub>2</sub>	2.555,29	N/A	N/A	N/A
Falla de sensores en la tapadora	N/A	N/A	N/A	1.175,45
<b>3. Pérdidas por inspección de calidad</b>				
Pérdida por inspección de Calidad en Yukery 250ml y 1000ml (Vidrio)	N/A	1.070,75	340,84	N/A
Pérdida por inspección de Calidad en Yukery 335ml (Lata)	674,76	N/A	N/A	N/A
Pérdida por inspección de Calidad en Gatorade 591ml y 946ml (PET)	N/A	N/A	N/A	14.695,09
<b>4. Pérdidas por limpieza</b>				
Drenaje de tuberías Línea 1/Yukery de 335 ml (Latas)	669,82	N/A	N/A	N/A
Drenaje de tuberías Línea 1/Yukery de 250 ml y 1 litro (Vidrios)	N/A	553,50	N/A	N/A
Drenaje de tuberías línea 2/Yukery de 250 ml o Gatorade 591 ml y 946 ml	N/A	N/A	205,84	5.737,86
<b>5. Pérdidas por purgas del sistema</b>				
Purgado del sistema posterior a la limpieza	N/A	0,00	87,70	2.502,67
<b>6. Pérdidas por trancamientos en transportadores</b>				
Inadecuada calibración de los tacos del inverter	N/A	N/A	N/A	4.940,55
Trancamientos u obstrucciones en las guías y equipos	137,18	N/A	N/A	8.426,20
<b>Pérdidas totales por línea</b>	<b>14.298,32</b>	<b>4.337,47</b>	<b>1.555,07</b>	<b>56.575,37</b>
<b>Pérdidas totales de Planta</b>	<b>76.766,22</b>	<b>BsF./mes-prod</b>		

Fuente: Elaboración propia.



### Apéndice N° 3. Formato para el seguimiento de la abertura de los tacos del Transportador Inverter

	<b>DIRECCIÓN GENERAL NEGOCIO REFRESCOS Y BEBIDAS NO CARBONATADAS</b> <b>PEPSI-COLA VENEZUELA C.A.</b> Medición de distancia de la rosca del volante del Transportador Inverter	Página ____ de ____	
---	--	---------------------	---

Presentación 591ml

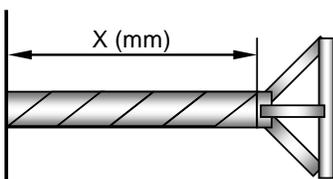
Muestra	Fecha	Medida(mm)	Muestra	Fecha	Medida(mm)
1			16		
2			17		
3			18		
4			19		
5			20		
6			21		
7			22		
8			23		
9			24		
10			25		
11			26		
12			27		
13			28		
14			29		
15			30		

Presentación 946ml

Muestra	Fecha	Medida(mm)	Muestra	Fecha	Medida(mm)
1			16		
2			17		
3			18		
4			19		
5			20		
6			21		
7			22		
8			23		
9			24		
10			25		
11			26		
12			27		
13			28		
14			29		
15			30		



X: Medición a tomar en mm

vista de perfil del volante

Elaborado por: Hang Yee Fong y Desirée Guillén





## Apéndice N° 4. Programación del adiestramiento en Mejora Continua

<b>CURSO-TALLER</b> <b>Mejora Continua (Eventos Kaizen)</b>	
<b>Objetivo</b>	Los participantes conocerán la metodología, las técnicas y herramientas para la mejora continua de los procesos, a través de la integración de equipos de mejora y su administración.
<b>Contenido</b>	<p><b>I. Filosofía y fundamentos.</b> Introducción, definiciones y vocabulario, Masaaki Imai, Deming, filosofía y actitud KAIZEN, mejora continua, ciclo PDCA, concepto de manufactura esbelta (Lean), eventos KAIZEN en empresas de servicio, manufactura y comercio, enfoque y esencia KAIZEN, enfoque a personas y procesos, modelos de administración y estructura de un proyecto de mejora.</p> <p><b>II. Procesos de Mejora Continua.</b> Diferencias entre KAIZEN y un sistema tradicional, comparación entre KAIZEN e innovación, etapas del proceso de mejora continua, definición y establecimiento de equipos de trabajo para la mejora continua, patrocinio, concientización y difusión de proyectos, la gente como promotor del cambio y el crecimiento.</p> <p><b>III. Metodologías y Técnicas.</b> Orientación a las necesidades del cliente, sistemas de gestión de la calidad, control total de calidad, calidad del servicio, normatividad y premios, círculos de calidad, metodología 5S, TPM (mantenimiento de productividad total), JIT (justo a tiempo) y KANBAN, balanceo de cargas de trabajo, cero defectos, Poka - Yoke, elementos de liderazgo efectivo y enfoque y rediseño de procesos.</p> <p><b>IV. Actividades Básicas del Mejoramiento.</b> ¿Cómo obtener el compromiso de la Dirección?, establecimiento de comités y nombramiento del Consejo Directivo de Mejoramiento, formación de equipos de mejora y motivación, proveedores y sistemas, planes y estrategias de mejora, creación de sistemas de sugerencias (Implantación y seguimiento) y establecimiento de sistemas de reconocimiento.</p> <p><b>V. El Enfoque Kaizen.</b> Proceso contra resultados, rápido e "imperfecto", implantación de soluciones, fomento y generación de ideas, causa raíz, herramientas y técnicas para la identificación, planteamiento y solución de problemas y listas de comprobación.</p> <p><b>VI. Monitoreo y Seguimiento.</b> Evaluación de equipos de mejora continua, planeación y control de metas, análisis resultados, monitoreo y seguimiento, retroalimentación, conclusiones y siguientes pasos.</p> <p><b>Anexos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lista de comprobación de las 4M.</li><li>• Resumen de herramientas para identificación y solución de problemas (Las 7 y las 7 nuevas para diseño).</li><li>• Premio Deming a la Calidad.</li><li>• Casos prácticos.</li></ul>
<b>Estrategia Metodológica</b>	Exposición de los Formadores con la participación de los asistentes al seminario. En una primera etapa se conoce a detalle la metodología KAIZEN para la mejora continua de los procesos. En una segunda etapa se aplica la metodología en un caso práctico de la organización y se revisan los elementos para la creación y administración de equipos de mejora.
<b>Dirigido a</b>	Jefe de Producción, Supervisores de Producción y Operadores de Producción, Técnicos de Mantenimiento, Analistas de Calidad
<b>Duración</b>	8 horas
<b>Responsable</b>	Ente externo.



## Apéndice Nº 5. Programación del Seminario de Gestión de Averías

<b>SEMINARIO</b> <b>Gestión de Averías</b> <i>Estrategias para eliminar radicalmente averías y fallos en operaciones industriales</i>	
<b>Objetivo</b>	Desarrollar competencias para el estudio y eliminación de averías e incidencias repetitivas o esporádicas en procesos productivos
<b>Contenido</b>	<p><b>Tema 1. Concepto de mejora de la eficiencia de producción</b>            Las 16 mayores pérdidas que afectan la eficiencia de producción            Las 7 mayores pérdidas que impiden la eficiencia del equipo            Evaluación de pérdidas y su efecto en la productividad            Conceptos fundamentales del pilar TPM "Mejoras Enfocadas" o Kobetsu Kaizen</p> <p><b>Tema 2. Gestión de información para el estudio de averías</b>            Conceptos de defectos menores, condiciones ideales y tipos de deterioro            Preparando los registros de averías.            Ejemplos de registros empleados en la industria en entornos TPM            Limitaciones de los GMAO en el registro de información            Estratificación de información de averías            Navegando en una base de datos de averías (Excel y Minitab) para identificar problemas crónicos de equipos</p> <p><b>Tema 3. Técnicas para el estudio y análisis de averías</b>            Principios para reducir averías radicalmente            Necesidad de buscar las causas raíces del problema            Ciclo de mejora CAPDO en TPM            Pasos para un estudio de eliminación de averías            Presentación y talleres con las siguientes técnicas de análisis: método Why &amp; Why, método PM, Matriz QM y AMFE.            Ejercicios</p> <p><b>Tema 4. Estrategias para eliminar fallos, averías e incidencias</b>            Las cuatro fases de un programa para reducir a "cero" las averías            Programa de mejora del setup            Programa de mejora para las pérdidas en cuchillas y otros utillajes de corte            Programa de mejora para pequeñas paradas            Programa para reducir defectos            Gestión de programas de eliminación de fallos y averías            Sistemas de seguimiento de programas de eliminación de averías            El factor humano en los proceso de gestión de averías.            Creando una cultura de eliminación sistemática de averías</p> <p><b>Conclusiones finales</b></p>
<b>Estrategia Metodológica</b>	Exposición de los Formadores con la participación de los asistentes al seminario en ejercicios reales, para entrenarlos en el uso de poderosas técnicas de análisis TPM. Se les enseñara a través de un "Workshop" a elaborar su propio plan para eliminar radicalmente las pérdidas de los equipos que elijan. Se navegará en el software Minitab para tratar estadísticamente la información de averías. Se revisara las "rutas de mejora" a seguir en diversas situaciones prácticas. Adicionalmente se suministrará certificado de participación, documentación, almuerzos y refrigerios
<b>Dirigido a</b>	Jefe de Producción, Supervisores de Producción y Operadores de Producción, Técnicos de Mantenimiento
<b>Duración</b>	16 horas
<b>Responsable</b>	Ente externo



## Apéndice N° 6. Formato para registrar el evento Kaizen

Hoja Anterior:

	<i>Evento Kaizen</i>	
Denominación del proyecto: _____		
Equipo del proyecto: _____		
Coordinador del proyecto: _____		
Fecha: _____		
<b>Miembros del equipo</b>		
Nombre y Apellidos	Cédula de Identidad	Area de Trabajo
1)		
2)		
3)		
4)		
5)		
<b>Explique de manera muy breve la situación actual</b>		
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____		
<b>Analice las causas de la situación planteada</b>		
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____		



Hoja Posterior:

**Describa brevemente las acciones a tomar**


**¿Qué se logró?**


**Menciones las acciones a realizar para evitar la recurrencia y mantener las acciones**


**Lecciones aprendidas por el equipo**

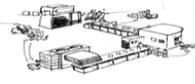



## Apéndice N° 7. Formato para la eliminación del desperdicio



Check list de Eliminación del Desperdicio

Fecha: \_\_\_\_\_  
Línea: \_\_\_\_\_ Proceso: \_\_\_\_\_ Presentación: \_\_\_\_\_

Esquema	Método Actual	Método Propuesto	Ahorro
<b>DESPERDICIO DE ESPERA</b> 			
<b>DESPERDICIO DE SOBREPDUCCIÓN</b> 			
<b>DESPERDICIO DE MOVIMIENTO</b> 			
<b>DESPERDICIO DE RETRABAJO</b> 			
<b>DESPERDICIO DE SOBROPROCESAMIENTO</b> 			
<b>DESPERDICIO DE INVENTARIO</b> 			
<b>DESPERDICIO DE TRANSPORTE</b> 			





## Apéndice Nº 8. Formato del Antes y Después y Ahorro del Evento Kaizen


<b>Documentación del Evento Kaizen</b>
Proceso: _____
Presentación: _____ Línea: _____ Fecha: _____
<b>Antes</b>
<b>Después</b>
<b>Beneficios/Mejoras</b>
Fecha de Implementación: _____




## Apéndice N° 9. Cotización del pistón y la electro-válvula para el reservorio de Nitrógeno Líquido de la Tapadora de Latas



VISION TRADE INTERNATIONAL  
S.A. DE C.V.

Soluciones para la industria del  
Empaque, Bebidas, Farmacéutica  
y Manufactura Avanzada

### C O T I Z A C I O N

EMPRESAS POLAR Tel. (241) 839 8625	# de 1 Marzo 10, 2008
Atención: Alicia Fong	Cotización No. VT08-207

De acuerdo a su solicitud, ponemos a su consideración la siguiente cotización:

ITEM	P/VN	QTY	DESCRIPCION	P. UNIT USD	P. TOTAL USD
1	141	1	Piston	\$ 465.00	\$ 465.00
2	535	1	Electrovalvula	\$ 217.00	\$ 217.00
SUE-TOTAL.....					\$ 682.00

NOTA: Los precios incluyen IVA e impuestos de importación.

#### CONDICIONES GENERALES

- Precios en dólares americanos
- Los precios no incluyen fletes, gas y los ni impuestos de importación
- La comisión que se genere de la transferencia deberá ser cubierta por el cliente.
- Tiempo de entrega: inmediato con orden de compra y pago
- Lugar de entrega: Almacén Vision Trade.
- Pago: 100% Anticipo
- Vigencia cotización: 30 días fecha rubro
- Orden de compra nombre de VISION TRADE INTERNATIONAL, S.A. DE C.V.

Sin otro particular por el momento, agradecemos su interés por nuestros productos y servicios.

Atentamente,

Ing. Miguel Hernández González  
Director General

Cerro del Ajusco No. 100 Dept. 101  
Col. Los Pirules • C.P. 54040  
Toluca, Estado de México • México

Tel. 656 370-8728 Fax 656 370-8824  
www.visiontrade.com.mx  
info@visiontrade.com.mx



**Apéndice Nº 10. Cotización de partes para la tolva de tapas de la Tapadora Zalkin**

**FESTO**

Fecha: 06/03/2008

Para: Pepsicola Venezuela C.A.

Festo C.A.  
Prolongación Av. Arturo  
Michelena  
Zona Industrial Municipal  
Norte C.C. Lofebar, Local 2  
Valencia, Edo. Carabobo

**PRESUPUESTO No 12532**

Equipo	No Parte	Cantidad	Costo Unit.	Sub-Total
Sensor	XU1N18PP34	1	1182.5	1,182.50
Base	CUZA118	1	713.8	713.80
Cable belden-m 9302	CMG2PR22	30	25.8	774.00
Electro Valvula 3x2	EVAS123	1	146.2	146.20
Manguera 5mm	CMCPR22	30	49.45	1,483.50
			Sub-Total	4300
			IVA(9%)	387
			Total	4687

Valido solo 30 dias despues de emitido.

Precios sugetos a modificacion sin previo aviso

Teléfono: ++58 (0)241 / 832 44 78, Telefax: ++58 (0)241 / 832 44 62, E-mail:



## Apéndice N° 11. Cotización de Alarma para la Tapadora Zalkin

	<b>Precio Final:</b> <b>BsF 50.00</b> c/u <span style="float: right;"><i>Compra Inmediata</i></span>
	<b>Vendedor:</b> <a href="#">CLAUDINEIFOGAZA (93)</a>  Puntaje del vendedor: <a href="#">93</a> <a href="#">99% calificaciones positivas (1% negativas)</a> Miembro desde: 12/09/2004   <a href="#">Ver reputación</a> <a href="#">Ver artículos del vendedor</a>   <a href="#">Ver eShop</a>
Tipo de producto: -	
Ubicación: DISTRITO FEDERAL	
Finaliza en: 4d 22h (10/04/2008 18:09)	
Cant. de ofertas: 4 <a href="#">Ver compradores</a> <span style="float: right;">Visitas: 292</span>	
<b>Cantidad:</b> <input type="text" value="1"/> de 96 disponibles <span style="float: right;"><b>Comprar</b></span>	
<b>Tu Oferta:</b> BsF 50.00 c/u	

Fuente: Mercado Libre.



## Apéndice N° 12. Cotización para el dispositivo a la salida del Transportador Inverter

**COPSELECIN**

Cooperativa de Servicios Electro - Industriales  
RIF: J - 29408442 - 7

1 de 1

EMPRESAS POLAR Tel. (241) 839 8625	Abril 10, 2008
Atención: Hang Yee Fong	Cotización No. 00012

De acuerdo a su solicitud, ponemos a su consideración la siguiente cotización:

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total (Bs.)
Materiales	---	Bs.	2.900.000
Construcción del dispositivo	---	Bs.	400.000
Instalación y ajustes del dispositivo	6 hr-hb	Bs.	700.000
Total Inversión (Bs.)			4.000.000

### CONDICIONES GENERALES

- La comisión que se genere de la transferencia deberá ser cubierta por el cliente.
- Tiempo de entrega: 6 días hábiles con orden de compra y anticipo
- Pago: 50 % Anticipado, 50 % Post Instalación.
- Vigencia cotización: 30 días fecha rubro con el diseño actualmente proporcionado.
- Orden de compra a nombre de COPSELECIN C.A.

Sin otro particular por el momento, agradecemos su interés por nuestros productos y servicios.

Atentamente,

Ancels Argüelles

Tel. (0241) 8724775 Cel. 0424-4936213  
Venezuela - Edo. Carabobo  
Venezuela



## Apéndice Nº 13. Cotización de Brocha y Pintura para el volante del Transportador Inverter

RIF: J-00271144-2	COTIZACION No 0008314	Pag.. 0001
NIT: 0015143002	EMISION 14/04/2008	Fecha 14/04/2008
		Red VxV: 000000



Señor(es):  
DESIREE GUILLEN C.I 16.268.489

Tienda: Av. Julio Centeno c/c Av. Este-Oeste L-4, Parque Comercial Ind. Castillito, San

Código	Descripción	U/V	Cantidad	PVF+Impuesto	Total Artículo
2207015	ESMALTE SECAMIENTO RAPIDO BLAN	GAL	1,00	76,99	76,99
2207014	ESMALTE SECAMIENTO RAPIDO ROJO	GAL	1,00	76,99	76,99
2228008	BROCHA PARA PAREDES RUGOSAS 1"	PEA	1,00	4,00	4,00

<b>RESERVACIONES:</b> DESIREE GUILLEN  Cotización válida solo en la Ciudad donde se emitió. Elaborar el cheque a nombre de FERRETERIA EPA, C.A. Presupuesto válido por 1 día *VV* Precio de Venta por Volumen * M* Precio de Venta x Empaque  Elaborado por <b>SERVICIO</b>	Sub-Total	144,93
	Iva .....	13,05
	TOTAL BsF	157,98
	TOTAL Bs	157.980,00



## Apéndice N° 14. Cotización de materiales para la elaboración del buzón de sugerencias

RIF: J-80271144-2 NIT: 0015143002		COTIZACION No 8008313 EMISION 14/04/2008		Pag.. 0001 Fecha 14/04/2008 Ped VxV: 000000	
		Señor(es): DESIREE GUILLEN C.I. 16.268.489			
		Tienda: Av. Julio Centeno c/c Av. Este-Oeste L-4, Parque Comercial Ind. Castillito, San			
Codigo	Descripcion	U/V	Cantidad	PVF+Impuesto	Total Artículo
2015300	CHAPA MELAMINICA BLANCA 2,5 MM	PZA	2,00	45,01	90,02
2239007	POKIBONDER TRANSPARENTE EN JER	PZA	2,00	14,99	29,98
<b>OBSERVACIONES:</b> DESIREE GUILLEN  Cotización válida solo en la Ciudad donde se emitió. Elaborar el cheque a nombre de FERRETERIA EPA, C.A. Presupuesto válido por 1 día *VV* Precio de Venta por Volumen * M* Precio de Venta x Empaque				Sub-Total 110,08  IVA..... 9,91 TOTAL BsF 119,99 TOTAL Bs 119.990,00	
 Elaborado por SERVICIO					