



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE MEJORAS EN CUANTO A PRODUCTIVIDAD Y PRODUCCION,
DE UNA LÍNEA DE ENVASADO DE AGUA MINERAL EN UNA PLANTA UBICADA
EN SAN PEDRO DE ALTOS ESTADO MIRANDA**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
Como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR: Martínez G. Yuliana A.

PROFESOR GUIA: Ing. Alirio Villanueva

FECHA: Noviembre 2014

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE MEJORAS EN CUANTO A PRODUCTIVIDAD Y PRODUCCION,
DE UNA LÍNEA DE ENVASADO DE AGUA MINERAL EN UNA PLANTA UBICADA
EN SAN PEDRO DE ALTOS ESTADO MIRANDA**

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su
contenido con el resultado de: _____

JURADO EXAMINADOR

Firma: _____ Firma: _____ Firma: _____
Nombre: _____ Nombre: _____ Nombre: _____

REALIZADO POR: Martínez G. Yuliana A.

PROFESOR GUIA: Ing. Alirio Villanueva

FECHA: Noviembre 2014

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Nancy Guerrero y Guillermo Martínez por siempre guiarme hacia el mejor camino y brindarme su apoyo incondicional.

A mi novio, José Luis Ravelo por estar a mi lado acompañándome y ayudándome a superar los obstáculos, sin ti no lo hubiera logrado.

A mi tutor, Ing. Alirio Villanueva por su paciencia, tolerancia, apoyo y guía en la realización de este Trabajo Especial de Grado.

A Pepsi-cola Venezuela, en especial al Ing. Roque Rangel y a la Ing. Nurian Bolívar por permitir la realización de esta investigación, contando con su apoyo en todo momento.

A Todos Gracias.

**DISEÑO DE MEJORAS EN CUANTO A PRODUCTIVIDAD Y PRODUCCION,
DE UNA LÍNEA DE ENVASADO DE AGUA MINERAL EN UNA PLANTA UBICADA
EN SAN PEDRO DE ALTOS ESTADO MIRANDA**

Elaborado por: Martínez G. Yuliana A.

Tutor: Ing. Alirio J. Villanueva B.

Fecha: Octubre 2014

SINOPSIS

El Presenta trabajo especial grado tiene como objetivo principal el diseño de mejoras para el proceso de envasado de agua mineral de 330 ml, para lograr proporcionar soluciones en cuanto a productividad y producción. Fue realizado en la planta de agua mineral de Minalba en San Pedro De Los Altos Edo. Miranda, en la misma se llevaron a cabo entrevistas no estructuradas junto con observaciones directas de los procesos productivos, así mismo, mediciones de tiempo que permitieran trabajar en un modelo de simulación con Arena 14.0, el cual fue una de las herramienta utilizada para el análisis de dicho trabajo de investigación. Este trabajo se realizó siguiendo una modalidad de investigación de tipo proyectiva con un diseño de campo siendo la unidad de análisis, las aéreas y el personal que laboran en la planta. Para la realización de esta investigación se entrevistaron a los operarios y a través de un diagrama causa efecto se analizaron las posibles razones de los problemas existentes en la línea de producción, luego mediante un análisis de Pareto se obtuvieron las causas de problemas más significativas, se registró que los problemas con el personal representan un 55% de las causas de problemas dentro de la línea representando un numero de cajas anuales pérdidas de 457.526,00. A través del modelo de simulación antes nombrado se evaluaron técnicamente las propuestas para así concluir y recomendar a la empresa lo que debe ejecutar para la mejora de los procesos, se escogió la propuesta de cambio de empaquetadora y colocación de posicionadora simultáneamente lo cual aumenta en 31% la productividad y en un 15% la producción diaria de la línea.

Palabras claves: Simulación, mejoras, Procesos productivos, envasado de agua, producción, productividad

INDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
SINOPSIS.....	iv
INDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPITULO I	4
1. El problema	4
1.1 Descripción de la empresa	4
1.2 Misión	7
1.3 Visión	7
1.4 Estructura Organizativa	8
1.5 Planteamiento del problema.....	8
1.6 Objetivos del estudio.....	10
CAPITULO II	12
2. Marco metodológico.....	12
2.1 Diseño y tipo de investigación.....	12
2.2 Fases de la investigación	13
2.3 Enfoque de la investigación.....	14
2.4 Unidad de análisis.....	14
2.5 Estructura desagregada de trabajo	15
CAPITULO III	16

3.	Marco teórico.....	16
3.1	Antecedentes de la investigación.....	16
3.2	Bases teóricas.....	17
3.3	Conceptos básicos.....	21
3.4	Herramientas utilizadas.....	21
3.1	Técnicas para la recolección de datos.....	26
CAPITULO IV.....		27
4.	Situación actual.....	27
4.1	Caracterización del producto.....	27
4.2	Infraestructura.....	28
4.3	Procesos y recursos de la línea de envasado.....	31
4.4	Tiempos.....	44
4.5	Indicadores de productividad de la línea.....	49
4.6	Observaciones de la línea.....	50
CAPÍTULO V.....		51
5.	Análisis de la situación actual.....	51
•	Errores al momento de registrar la parada.....	61
CAPITULO VI.....		63
6.	Propuestas de mejora.....	63
6.1	Problemas con el Personal.....	63
6.2	Problemas con la Maquinaria.....	64
6.3	Evaluación técnica y económica de las propuestas.....	66
6.4	Plan de implementación.....	73

CAPITULO VII	75
7. Conclusiones y recomendaciones	75
7.1 Conclusiones	75
7.2 Recomendaciones	76
ANEXOS	77
ANEXO A: MATRIZ DE DATOS DEL SISTEMA GAP	78
ANEXO B: ESQUEMA DE PERSONAL.....	79
ANEXO C: PLAN DE MANTENIMIENTO MES DE ENERO 2014(DATOS EXTRAIDOS DE SAP).....	80
ANEXO D: MODELO DE AYUDA VISUAL CON LOS PARAMETROS DE LAS MAQUINAS.....	81
ANEXO E: DESCRIPCION DE MODELO DE SIMULACION	82
1. Objetivo de la simulación	82
2. Tiempo de modelado	82
3. Calculo de número de replicaciones	82
4. Validación del modelo de simulación	83
5. Descripción lógica de las maquinarias	87
ANEXO F: COSTOS DE MAQUINARIAS.....	90
1. Empaquetadora.....	90
2. Posicionadora.....	91
ANEXO G: CALCULO DEL VPN.....	93
REFERENCIAS.....	100
1. Referencias bibliográficas	100

2.	Referencias en línea	101
----	----------------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura organizativa Pepsi-Cola Venezuela C.A Planta San Pedro de los altos	8
Figura 2: Estructura desagregada de trabajo.....	15
Figura 3: Diagrama de Gantt. Fuente: Recuperado el 14/04/14 desde: http://www.antoniopineda.es/diagrama-de-gantt-o-la-tecnica-gtd-para-la-gestion-de-la-informacion/	22
Figura 4: Diagrama de Pareto. Fuente: Recuperado el 14/04/2014 desde: http://hederaconsultores.blogspot.com/2009/02/herramientas-de-la-caliad-diagrama-de.html	22
Figura 5: Diagrama Causa-Efecto. Fuente: Recuperado el 14/04/14 desde: http://investigayconstruyetuconocimiento.blogspot.com/2012/09/diagrama-causa-efecto.html#!	24
Figura 6: Diagrama de recorrido.	25
Figura 7: Dimensiones envase de agua de 330ml.....	27
Figura 8: Distribución general del área de empaquetado y paletizado manual	28
Figura 9: Plano del área de despaletizado y llenado de botellas.....	29
Figura 10: Esquema de recorrido de Línea #1.	30
Figura 11: Esquema de procesos Área de Despaletizado.	31
Figura 12: Elevador de paletas área de despaletizado.	32
Figura 13: Arrumador de paletas vacías luego que han sido despaletizadas.	32
Figura 14: Área de despaletizado.....	34
Figura 15: Carro de barrido.....	35
Figura 16: Esquema de procesos Área de Llenado.	35
Figura 17: Área de llenado de botellas, jirafa y transporte aéreo.	37
Figura 18: Área de llenado, transportador aéreo #2 y #3.....	37
Figura 19: Llenadora Crown y molino de tapas.	38

Figura 20: Tolva de tapas.	39
Figura 21: Esquema de procesos del área de empaquetado.....	39
Figura 22: Codificadora Video Jet Excel 2000.	40
Figura 23: Empaquetadora Ouest.	41
Figura 24: Agitador de botellas llenas o paredes móviles.	41
Figura 25: Orden de colocación de paquetes sobre paletas.....	42
Figura 26: Área de paletizado manual.	43
Figura 27: Esquema de personal.....	44
Figura 28: Grafico del comportamiento de la productividad durante el año 2013.	49
Figura 29: Diagrama Causa-Efecto.	52
Figura 30: Área de paletizado manual.	59
Figura 31: Chapaforte.	60
Figura 32: Falla de la ayuda visual en la llenadora.....	61
Figura 33: Plan de implementación de propuesta.....	74
Figura 34: Resultados de la prueba de hipotesis.	84
Figura 35: Diagrama de cajas y bigotes.....	87
Figura 36: Empaquetadora necesaria para la propuesta P5.....	90
Figura 37: Posicionadora propuesta.	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Antecedentes de la investigación.....	16
Tabla 2: Composición fisicoquímica del agua	28
Tabla 3: Velocidades transportadores elevador. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 4: Velocidades de área de despaletizado.....	33
Tabla 5: Velocidades área de llenado.	36
Tabla 6: Datos de llenadora-tapadora Crown.....	38
Tabla 7: Información Llenadora-Tapadora Crown ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 8: Horarios de turno línea 1.	43
Tabla 9: Tiempo en despaletizar una paleta	45
Tabla 10: Tiempos de la llenadora y la tapadora	46
Tabla 11: Paquetes por minuto de la empaquetadora Ouest.	47
Tabla 12: Mediciones de tiempo en el área de paletizado.....	48
Tabla 13: Datos históricos de productividad de la línea del año 2013.	49
Tabla 14: Causas principales y porcentajes acumulados.....	56
Tabla 15: Causas principales para atacar problemas de línea.	58
Tabla 16: Propuesta a evaluar.....	66
Tabla 17: Resultado de ejecución del modelo de simulación para la propuesta P1234	67
Tabla 18: Resultados de la ejecución del modelo para la propuesta P5	68
Tabla 19: Resultado de la ejecución del modelo de simulación para la propuesta P6	69
Tabla 20: Resultados de la ejecución del modelo de simulación con la propuesta P56	70
Tabla 21: Matriz de puntos ponderados.....	72
Tabla 22: Criterio utilizado para colocar puntaje del número de paletas salientes en cada propuesta.	72

Tabla 23: Criterio utilizado para colocar puntaje de los VPN.	73
Tabla 24: Criterio utilizado para colocar el puntaje de acuerdo con la productividad.	73
Tabla 25: Resultados de indicadores para cada propuesta.	73
Tabla 26: Resultados de la ejecución del modelo de simulación para la validación.	85
Tabla 27: Especificaciones de empaquetadora.	91
Tabla 28: Especificaciones de posicionadora propuesta.	92
Tabla 29: Resultados del impacto técnico si se llegara aplicará la propuesta junto el beneficio que se obtendría anualmente.	94
Tabla 30: Resultados de impacto técnico en cuanto al número de paletas junto con la ganancia anual.	95
Tabla 31: Calculo de la inversión inicial para la propuesta P5	95
Tabla 32: Resultados de colocación de propuesta en el modelo junto con ganancia anual que se percibirá.	96
Tabla 33: Calculo de inversión inicial para la colocación de la posicionadora.	97
Tabla 34: Resultados de la evaluación técnica de la propuesta P56 junto con el cálculo de la ganancia anual si se llegara a aplicar.	98
Tabla 35: Calculo de la inversión inicial para la propuesta P56	98

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Venezuela debido a su riqueza hídrica, existen muchas empresas dedicadas a la extracción del agua de los manantiales para su comercialización, según la empresa de investigación Nielsen son aproximadamente 30 marcas que compiten en el mercado de las aguas.

El presente trabajo se enfoca en una de la más importante: Minalba, que pertenece a Pepsi-Cola Venezuela, y como toda empresa de producción debe seguir una serie de parámetros que indican si la producción y productividad van bien encaminadas, cuando los mismos no se cumplen es debido a que estamos en presencia de problemas los cuales no son tan fáciles de reconocer a simple vista.

Es por todo lo anteriormente mencionado que se propone realizar el presente trabajo, enfocado en diseñar mejoras en cuanto a producción y productividad en la línea #1 de envasado de agua mineral de 330ml, esta línea cuenta con 4 procesos despaletizado, llenado, empaquetado y paletizado los cuales se explican con detalle más adelante, además para su funcionamiento se necesitan seis (6) operarios quienes laboran tres turnos las 24 horas del día. En ella se analizan todas las causas de los problemas encontrados y se proponen soluciones posibles. A continuación se presenta un pequeño resumen del contenido de cada capítulo:

CAPÍTULO I: “EL PROBLEMA”: Contiene todo lo referente a la empresa desde sus orígenes hasta su misión y visión junto con el planteamiento de problema y los objetivos de la presente investigación.

CAPÍTULO II: “MARCO METODOLÓGICO”: En este se presenta la información sobre los métodos, técnicas y fases que se siguieron para la realización de esta investigación.

CAPÍTULO III: “MARCO TEÓRICO”: Se presentan los antecedentes y las bases teóricas que se necesitan para el mejor entendimiento de la investigación.

CAPÍTULO IV: “SITUACIÓN ACTUAL”: En este capítulo se puede visualizar como se encuentra la línea de producción actualmente desde sus equipos y operarios hasta el estado de sus indicadores de productividad y producción, los cuales permitieron que se identificaran los problemas que causan las paradas dentro de la misma.

CAPÍTULO V: “ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL”: En este capítulo se encuentran todo el análisis de los problemas encontrados, además un análisis de Pareto donde se priorizan las causas más importantes.

CAPÍTULO VI: “PROPUESTAS DE MEJORA”: En este capítulo se encuentran las propuestas de mejoras junto con su evaluación técnica y económica.

CAPÍTULO VII: “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”: En este capítulo el investigador da sus conclusiones finales del estudio y así mismo sus recomendaciones.

CAPITULO I

En este capítulo se presenta una breve historia de la empresa y descripción de los problemas existentes en la línea, además la formulación de los objetivos, alcance y limitaciones de la investigación.

1. El problema

1.1 Descripción de la empresa

Pepsi cola Venezuela

El farmacéutico estadounidense Caleb Bradham crea en la década de 1890 la bebida carbonatada “Brad’sDrink”. Tras su gran auge, en 1898 es rebautizada como “Pepsi-Cola”, dando así origen a la hoy mundialmente conocida marca.

Pepsi comienza a comercializarse en Venezuela en septiembre de 1940. Logra posicionarse como líder del mercado en 1969 y su mejor momento es en 1985, cuando alcanza 85% de las ventas de refrescos en el país.

En 1993, Empresas Polar incursiona en el negocio de refrescos al adquirir la pequeña embotelladora Golden Cup. Desde entonces, posee la marca de sabores Golden.

Tres años después, en diciembre de 1996, se concreta una asociación estratégica entre Pepsi-Cola Internacional y Empresas Polar. Nace así una compañía que desde 2000 se conoce como Pepsi-Cola Venezuela, C.A., cuyo objetivo es producir y comercializar las marcas de Pepsi-Cola, así como las locales de Empresas Polar.

Ese mismo año, tras la compra de la embotelladora de San Pedro de Los Altos y todos sus manantiales, se incorpora el agua mineral Minalba al portafolio del negocio. En 2002, Pepsi-Cola Internacional licencia a Empresas Polar la marca Gatorade en Venezuela.

Distinguida con el más alto reconocimiento al desempeño que otorga PepsiCo Internacional, Pepsi-Cola Venezuela es un modelo tanto en sus operaciones de clase mundial como en su gestión de ventas. Actualmente tiene siete plantas y más de cuarenta depósitos y centros de distribución en todo el país.

A principios de 2010 Pepsi, marca bandera de Pepsi-Cola Venezuela, cambia su imagen transformando su logo de un globo a una cara, de una ola a una sonrisa, llevándola a un tono más personal y humano, para refrescar el vínculo emocional con los consumidores e inspirarlos a asumir una actitud positiva y alegre ante la vida.

Planta San Pedro de los Altos

En el siglo XX y durante la dictadura de Juan Vicente Gómez, San Pedro era un pueblo cafetalero. Sin embargo, cuando Venezuela pasa a ser una economía petrolera, San Pedro se ve impactado económicamente, debido al abandono de los campos agrícolas. Esto trajo como consecuencia, la búsqueda de nuevos recursos naturales en el área.

En el año 1957 el Sr. Biagino Canalé descubre los manantiales de agua mineral en la hacienda la Trinidad, propiedad del cura Rufano. Dos años más tarde, el Sr. Biagino, en la búsqueda de nuevos manantiales, adquiere la Hacienda El peñón y la hacienda San isidro. Para ese mismo año se desarrolló el primer manantial y se inició el embotellamiento de agua mineral bajo la marca de “Edelweis” en envases de ½ litro y garrafones. En 1962 nace la marca “San Bernardo” en envases de vidrio de 280cc, ½ litro, 1 litro y garrafón.

En 1972, la empresa es adquirida por el grupo Yukery y se abandona el envasado de agua en botellón para lanzar el producto de agua mineral en envase plástico desechable, con tecnología y equipos franceses. Se introduce el eslogan “Agua mineral, Pura de manantial”.

En 1986, Mavenca, nombre que le dio Yukery a Minalba es adquirida por la organización Diego Cisneros. Durante el primer año, se reestructura la administración de la empresa y se optimiza a capacidad de producción a fin de lograr el reposicionamiento de la marca. La planta continua e producción de agua pura de manantial con las marcas San Bernardo y minalba. Asimismo, se inician las pruebas de exportación de estos productos bajo las marcas de Edelwis y Ángel hacia las Islas del Caribe (Curazao, Haití y República Dominicana) y el sur de Florida .Es para el año 1989 que el agua mineral “Minalba” obtiene la aprobación de calidad con la marca Norven, reconocimiento de calidad en la categoría de agua de manantial.

En 1995, Yukery es adquirida por Mavesa y se crea la unidad Estratégica de Negocios Bebidas, y es en 1996, cuando Pepsi-Cola internacional establece una alianza estratégica con Empresas Polar para la distribución del producto. El 13 de noviembre de ese año se establece la sociedad Pepsi-Cola Internacional y el Grupo Empresas Polar, y así se da inicio a una nueva historia de Pepsi-Cola en Venezuela. De esta manera, la marca Pepsi se une a Sorpresa, la Unidad Estratégica de Refrescos del Grupo Empresas Polar para ese entonces.

La planta San Pedro de Pepsi-Cola Venezuela C.A., se encuentra ubicada en el municipio San Pedro de los altos, Estado Miranda, un pintoresco poblado que es, desde los tiempos de la colonia, pueblo de paso de posadas entre el Valle de Aragua, donde se envasa y distribuyen sus productos Pepsi-Cola y Agua Mineral Minalba.

Las oportunidades y proyección de crecimiento de la Planta aumentan considerablemente. Al llegar el producto a todos los puntos de venta de la empresa Pepsi, aumenta significativamente la partición en el mercado, por lo que se han planteado mejoras sustanciales para EL Centro Operativo, sus trabajadores y la comunidad con la que interactúan, sin perder de vista el objetivo del negocio que es satisfacer a los consumidores de Pepsi-Cola y agua Minalba con un producto de la más calidad y pureza.

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, construyendo con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y desarrollo del país.

1.3 Visión

Seremos una corporación líder en alimentos y bebidas, tanto en Venezuela como en los mercados de América Latina, donde participaremos mediante adquisiciones y alianzas estratégicas que aseguran la generación de valor para nuestros accionistas. Estaremos orientados al mercado con una presencia predominante en el punto de venta y un complejo portafolio de productos y marcas reconocidas calidad.

1.4 Estructura Organizativa

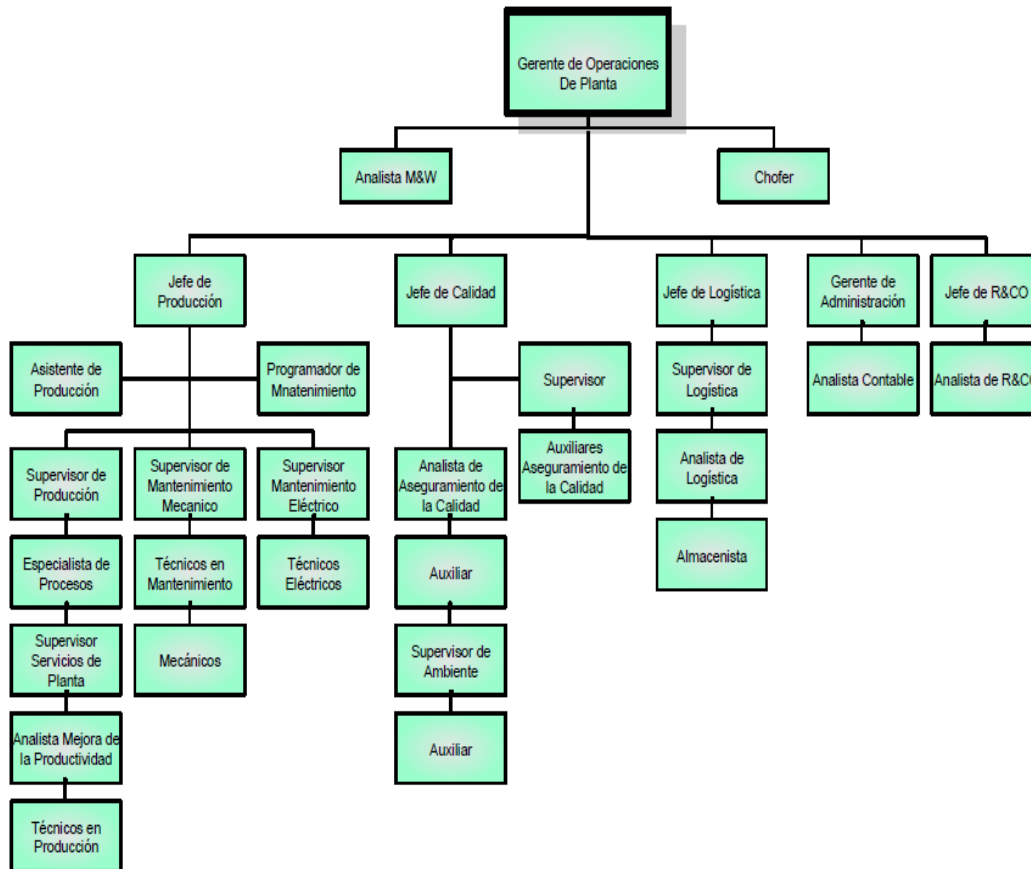


Figura 1: Estructura organizativa Pepsi-Cola Venezuela C.A Planta San Pedro de los altos

Fuente: Pepsi-Cola Venezuela C.A Planta San Pedro de los Altos

1.5 Planteamiento del problema

Desde el siglo XX en el mundo se comenzaron a implantar las llamadas líneas de producción, que no son sino la producción de bienes y servicios en grandes cantidades a través de un proceso que se desarrolla pasó a pasó avanzando entre un conjunto de obreros y maquinaria. En una empresa, dependiendo de la demanda de sus productos

es necesaria la utilización de dichas líneas las cuales, agilizan la elaboración de los productos necesarios para satisfacer al consumidor.

Si bien estas líneas aceleran el proceso también acarean problemas inevitables como cuellos de botella, desperdicios, desaprovechamiento de equipos, alta duración de los procesos, problemas ergonómicos, entre otros, lo cual afecta los niveles de productividad y la producción.

Actualmente en Venezuela existen diversas empresas que se dedican a la producción de agua mineral para el consumo masivo, una de ellas es la Pepsi-cola de Venezuela C.A específicamente la planta ubicada en San Pedro de los Altos Los Teques Edo Miranda.

Esta planta cuenta con cuatro (4) líneas operativas a través de las cuales se embotellan agua mineral en envases de 330 ml, 600 ml, 1.5 lts y 5 lts, específicamente el presente trabajo se enfocara en la línea uno (1) en la cual se embotellan agua en envases de 330ml. Esta línea posee actualmente una producción de 27.5% con respecto a todo la planta que equivale a aproximadamente a 136.584 cajas de 24 botellas mensuales cuando el objetivo planteado es de 187.216 paquetes mensuales.

En cuanto a su productividad, que la empresa la define como la relación entre lo obtenido (Bienes o servicios) y lo ingresado (Materiales y horas de trabajo), su nivel en los últimos meses es de aproximadamente de 51,00% teniendo como objetivo un 70,00%.

Como se puede observar estos valores están por debajo del objetivo de la empresa. La empresa ha visualizado algunas causas de la baja productividad y producción de la línea:

- Falta de personal
- Trabajos manuales dentro de la línea
- Paradas inesperadas

Estas ocasionan que el producto no pueda llegar a los distintos puntos del país, lo cual perjudica al mercado disminuyendo el número de consumidores.

Si se compara la ejecución de esta línea con respecto a las otras, es posible afirmar, que esta posee actualmente el menor índice de productividad y producción dentro de la planta, esto indica una mala utilización de los recursos.

Es por esto que se presenta la necesidad de realizar el presente trabajo donde se realizara un estudio de los procesos de la línea de producción a través de un esquema de simulación para lograr identificar los causante de dichos problemas y que la empresa pueda evaluar, las posibles mejoras en la línea siempre pensando en la satisfacción del cliente y en un margen de productividad y producción adecuadas por encima del objetivo.

A través de la simulación de los procesos se permite la visualización y el estudio de factibilidad de posibles alternativas de mejoras sin necesidad de invertir en ellas.

De acuerdo con lo planteado anteriormente se presentan en la investigación las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las razones que generan la baja productividad y producción?

¿Cuáles pueden ser las acciones que se pueden acometer para mejorar los niveles de productividad y producción?

1.6 Objetivos del estudio

Objetivo General:

Diseñar mejoras para el proceso de envasado de agua mineral, en una planta ubicada en San Pedro de los Altos, Estado Miranda.

Objetivos Específicos:

- Caracterizar el proceso de envasado de agua mineral.
- Identificar los problemas que afectan el proceso de envasado de agua mineral
- Explicar las causas de los problemas identificados
- Determinar soluciones a los problemas encontrados
- Estimar el impacto de las soluciones propuestas

Alcance

El presente trabajo se realizara en la empresa Pepsi cola de Venezuela específicamente en la planta de Agua mineral Minalba ubicada en San pedro de los Altos Edo. Miranda. Se realizará un análisis de la línea uno (1) de envasado de botellas de 330ml y determinara las oportunidades de mejoras existentes con enfoque en aumentar la productividad y la producción de la misma con miras a ofrecer propuestas las cuales serán evaluadas. Se seleccionaran las mejores propuestas y se diseñara un plan de implementación de las mismas.

Limitaciones

- La información, su cantidad y calidad dependerá de lo que la empresa pueda suministrar.
- La confidencialidad de los datos depende de la aprobación de la empresa.

CAPITULO II

La metodología de investigación incluye el tipo de investigación con la que se llevara a cabo el presente proyecto, en este capítulo se muestra el “como” se realizara el estudio para llegar a las respuestas de las preguntas planteadas

2. Marco metodológico

2.1 Diseño y tipo de investigación

La escogencia del tipo de investigación determina los pasos a seguir del estudio, sus técnicas y métodos que se pueden emplear en el mismo. En general determina todo el enfoque de la investigación influyendo instrumentos, y hasta la manera de cómo se analizan los datos recaudados

De acuerdo a lo antes escrito se afirma que esta investigación es del tipo proyectiva. Según Hurtado (2012) una investigación proyectiva:

Consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa, un procedimiento, un aparato..., como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, de una institución o una región geográfica, en una área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, de los procesos explicativos involucrados y de las tendencias futuras. (p.567)

En esta investigación se busca estudiar, la línea de producción # 1 de envasado de agua mineral de la planta San Pedro de los Altos de Pepsi-Cola Venezuela C.A, para lograr proponer mejoras posibles a la misma las cuales no necesariamente se ejecuten.

En cuanto al diseño de la investigación se refiere a la manera práctica y precisa que el investigador adopta para cumplir con los objetivos, donde y cuando se recopila la información, así como la amplitud de la información recopilada.

En la presente investigación se utilizó un diseño de campo debido a que la información se recoge directo de su contexto, a través de la observación de los procesos existentes en la línea 1 de envasado de agua mineral de 330 ml.

Según Sabino (1997) “Se basa en la información obtenida directamente de la realidad, permitiendo al investigador cerciorarse de las condiciones reales en se han conseguido los datos.”

2.2 Fases de la investigación

Establece Sabino, Carlos (1992) que “las fases de la investigación, desde un punto de vista abstracto, muestran las acciones sucesivas que va desarrollando el investigador mientras trabaja”.

Las fases utilizadas por el investigador en la presente investigación fueron:

Fase I: Familiarización con los procesos y los productos de la empresa

En esta primera fase el investigador observó los procesos y productos relacionados con el estudio, con la finalidad de conocerlos cabalmente para así lograr un mejor cumplimiento de los objetivos de la presente investigación.

Fase II: Recolección de datos

En esta fase luego de que se conoce a la perfección los procesos, el investigador procedió a realizar la recolección de datos necesarios para poder diagnosticar los problemas existentes.

Fase III: Análisis de la situación actual

Esta fase consiste en organizar y sintetizar las inquietudes producidas en la fase II, y realizar un análisis a través de la utilización de diferentes herramientas que permitan visualizar los problemas.

Fase IV: Revisión y análisis de resultados

Esta fase consiste en evidenciar los problemas a través de los resultados obtenidos, realizando un análisis exhaustivo de los mismos.

Fase V: Realización de propuestas

La quinta y última fase consiste en plasmar propuestas que se puedan realizar a futuro, con el fin de mejorar la situación actual.

2.3 Enfoque de la investigación

Existen tres tipos de enfoques un enfoque cuantitativo, cualitativo y mixto. En la presente investigación nos encontramos con un enfoque cuantitativo, debido a este se refiere a aquellas investigaciones donde se realizan estudios de estadísticos, junto con estudios causa-efecto de los fenómenos presentes en la misma.

El enfoque cuantitativo según (Batista; Fernández; Hernández, 2010) “Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.”(Pag.4)

2.4 Unidad de análisis

Según (Rada 2007) “La unidad de análisis corresponde a la entidad mayor o representativa de lo que va a ser un objeto específico de estudio en una medición, y se refiere al que o quien es objeto de interés de una investigación “

En la presente investigación la unidad de análisis, son las áreas y el personal de la línea de producción # 1 de envasado de agua de 330ml, en la planta San pedro de los altos de Pepsi-Cola Venezuela C.A

2.5 Estructura desagregada de trabajo

A continuación en la Figura 2 se muestra la estructura del trabajo desagregada con respecto cada una de las fases:

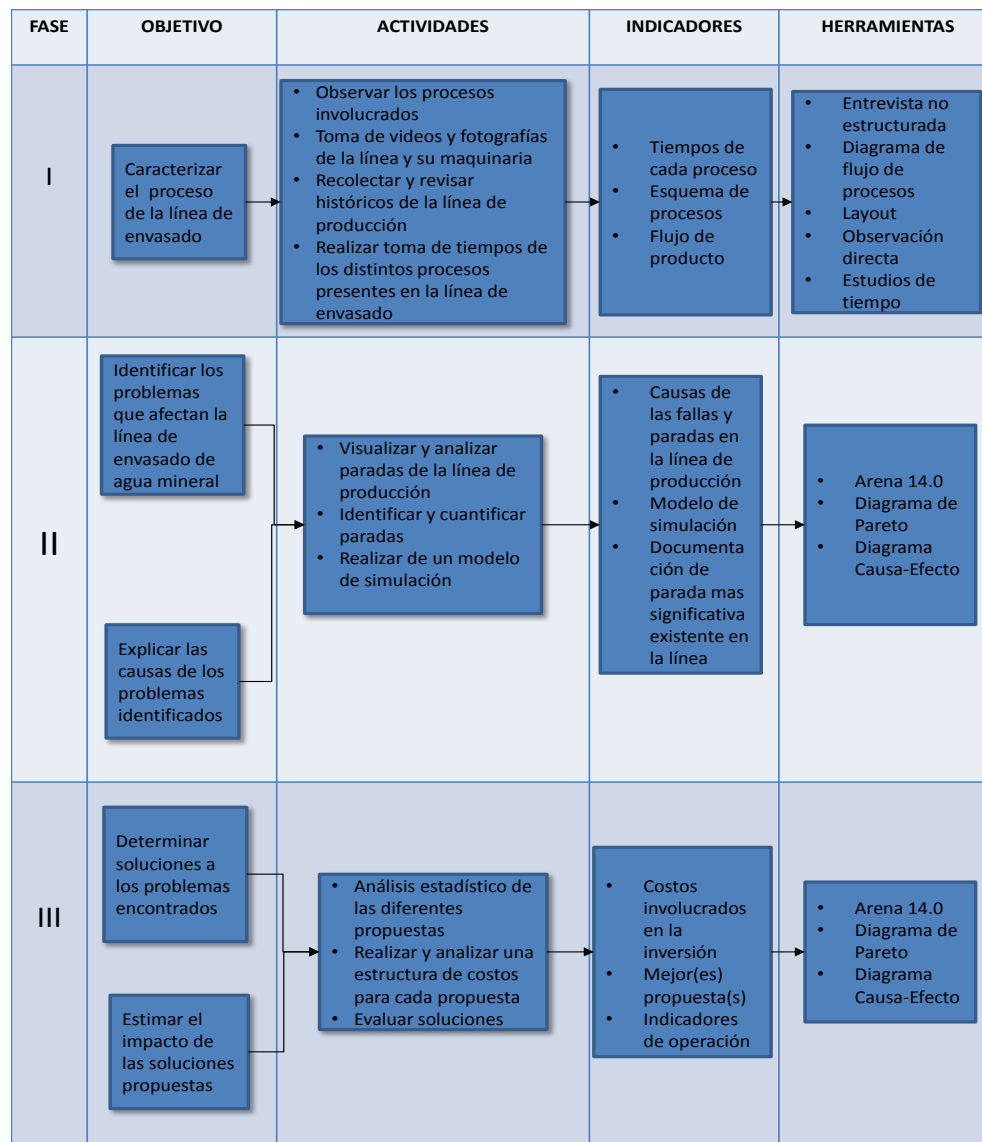


Figura 2: Estructura desagregada de trabajo.

Fuente Elaboración prop

CAPITULO III

A través de este capítulo el investigador da a conocer la teoría que utilizó durante la realización de la presente investigación, basándose en todo lo necesario para comprenderla.

3. Marco teórico

3.1 Antecedentes de la investigación

Según Fidias Arias (2004) los antecedentes “Se refieren a los estudios previos... investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con nuestro proyecto” (pág. 106). A continuación en la Tabla 1 se encuentra los antecedentes de la presente investigación:

Tabla 1: Antecedentes de la investigación

TÍTULO	AREA DE ESTUDIO	AUTORES Y PROFESORES GUIAS	INSTITUCION Y FECHA	OBJETIVO GENERAL
Diseño de propuestas para mejorar la productividad en una línea de envasado en una empresa productora de bebidas de consumo masivo	Ingeniería Industrial	Garzon Ana P. Profesor guía : Maximiliano Giunta	UCAB 2009	Diseñar propuestas para mejorar la productividad en una línea de envasado en una empresa productora de bebidas de consumo masivo.
Desarrollo de propuestas para mejorar la gestion del almacen de insumos y producto terminado de una planta envasadora de agua mineral, ubicada en San Pedro de los Altos, Estado Miranda	Ingeniería Industrial	Castro G. Adriana C. Valdes Z. Maria G. Profesor guía : Ing. Alirio Villanueva	UCAB 2010	Desarrollar propuestas para mejorar la gestion del almacen de insumos y producto terminado de una planta envasadora de agua mineral ubicada en San Pedro de los Altos, Estado Miranda
Diseño de propuestas para mejorar la productividad en una línea de envasado de agua mineral, ubicada en San Pedro de los Altos, Estado Miranda	Ingeniería Industrial	Auvert C. Maria F. Grossi E. Mariadela Profesor guía : Ing. Alirio Villanueva	UCAB 2011	Desarrollar propuestas de mejora para la productividad en una línea de envasado de agua mineral.
Diseño de un plan de mejora para la gestuion del almacen del producto terminado tipo PET, de una planta envasadora de agua mineral, ubicada en San Diego de los Altos, Estado Miranda	Ingeniería Industrial	Piñon C. Atilana Rodriguez D. Yoana G. Profesor guía : Ing. Alirio Villanueva	UCAB 2012	Diseñar un plan de mejora para la gestion del almacen de producto terminado tipo PET de una planta envasadora de agua mineral ubicada en San Diego de los Altos, Estado Miranda.
Diseño de un plan de accion para la mejora del proceso productivo de una empresa embotelladora de agua mineral, ubicada en el Estado Miranda.	Ingeniería Industrial	Mejias P. Raul A. Medina G. Luis A. Profesor guía : Ing. Alirio Villanueva	UCAB 2013	Diseñar un plan de accion para la mejora del proceso productivo de una empresa embotelladora de agua mineral, ubicada en el Estado Miranda

Fuente: realización propia

3.2 Bases teóricas

Productividad

Según (Rey, 2001) la productividad se define como: “El resultado de un buen desarrollo de la mejora continua a través de la “calidad de gestión” y de la “Calidad de trabajo “, siendo su evolución el motor del progreso económico y social de la empresa.”(pag.26)

En el presente trabajo de investigación se utilizó la productividad como:

Ecuación 1: Productividad.

Fuente: Mantenimiento productivo total. (Rey 2001)

$$Productividad = \frac{Numero\ de\ cajas\ salientes}{Numero\ de\ cajas\ entrantes}$$

Mantenimiento productivo total (TPM)

Para (Rey ,2001) el mantenimiento total o global es:

El conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las maquinas, instalaciones y organización que conforman un “proceso básico” o línea de producción, puedan desarrollar el trabajo que tiene previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua (pag.59)

Francisco Rey (2001) afirma que el TPM tiene como finalidad principal el mantenimiento de estándares y la búsqueda permanente de la mejora de los mismos con el fin de mejorar el comportamiento técnico de un proceso, a través de una implicación concreta y una participación diaria de todos los miembros y funciones de la organización.

6 grandes pérdidas:

Para (Cruelles, 2010) “las 6 grandes pérdidas no son perdidas en realidad si no causantes de pérdidas (...)” A continuación se enumeran y explican dichas pérdidas:

Pérdidas de tiempo del mantenimiento: El tiempo perdido al mantenimiento planeado o imprevisto se debe capturar bajo pérdida del tiempo del mantenimiento

- El mantenimiento previsto puede incluir actividades diarias de TPM, tiempo planeado de mantenimiento, o de actividades periódicas del mantenimiento preventivo
- El mantenimiento imprevisto ´puede incluir la interrupción o diagnóstico, resultando de síntomas anormales.

Perdidas del tiempo de la disponibilidad: Las pérdidas del tiempo de la disposición deben cubrir el tiempo total durante el cual la máquina o el equipo están en la disposición, y no produce piezas.

La disposición comienza cuando la última pieza del lote anterior se ha terminado, hasta que sale la primera pieza del lote actual.

La puesta en marcha o régimen de operación son faltas en la disposición y se consideran perdidas.

Pérdidas de tiempo ocioso: El tiempo ocioso debe incluir el tiempo durante el cual el equipo no está haciendo piezas, y no está en disposición, ni la causa es que este en mantenimiento.

Las causas típicas son:

- En espera de materia prima o empaque
- Accesorios o herramientas
- Espera de la orden u otra información
- Perdidas por baja moral, condiciones contractuales, etc.

La pérdida ociosa del tiempo debe capturar todas esas pérdidas que pueden ser eliminadas con una mejor planeación y ejecución.

Pérdidas de Reducción de Velocidad: Las pérdidas de la velocidad explican dos tipos de pérdidas

- a) Pérdidas debido al índice reducido de la salida de piezas buenas, el tiempo se puede capturar por el operador, bajo códigos de pérdidas
 - Debido a los problemas de reducción de equipos, del proceso o de la calidad.
 - La pérdida por mal funcionamiento de sensores, fotoceldas, sub ensambles deficientes, viaje prolongado de piezas dentro del proceso productivo, etc. Así como programación de producción.
- b) Parte del tiempo disponible que se puede considerar por habilidad del operador

Pérdidas de tiempo de la calidad: Las pérdidas de la calidad deben capturar cualquier momento perdido sobre el cual este trabajando la calidad (corridas y pruebas) y sobre las actividades relacionadas con la calidad rutinaria.

Pérdidas de tiempo de misceláneas: Tiempo perdido en cualquier momento en los acontecimientos inusuales, debe ser capturado bajo pérdidas misceláneas del tiempo

Ejemplo: Las reuniones irregulares, los apagones, el fuego u otras evacuaciones de emergencia, o los simulacros, etc.

Valor presente neto

Según (Ketelhohn, Marín y Montiel) el **VPN** “es una de los métodos básicos que toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivos en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y el valor de las inversiones y otros egresos de efectivo” (pág. 60)

Ketelhohn representa el VPN con la siguiente ecuación (Ecuación 2)

Ecuación 2: Ecuación para el Cálculo del VPN

$$VPN = -I_0 + \frac{R_1}{(1+k)} + \frac{R_2}{(1+k)^2} \dots \frac{R_n}{(1+k)^n}$$

Dónde:

I_0 = Inversión Inicial

R_n = Valor del flujo de efectivo en cada periodo

K = Rendimiento mínimo aceptable

n = Periodos

Prueba T- Student

Según Moncada (2005) La prueba T student “Se derivan de las distribuciones T, las cuales son una familia de distribuciones simétricas en forma de campana...Se pueden usar para comparar diferencias entre los promedios de dos grupos u observaciones (Pareadas o apareadas) realizadas a la misma persona” (Pág. 14)

Prueba de hipótesis

Según Larson (1992) “Una prueba de hipótesis es el muestreo de una variable aleatoria cuya ley de probabilidades está incluida en la hipótesis, y en base a la muestra, se decide aceptar o rechazar la hipótesis enunciada.”(Pag.315)

Simulación

Según (Shannon, citado por Coss, 2003):

La simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema (Pag.12)

3.3 Conceptos básicos

Proceso:

(Torrents, Gil y Arusa, 2004) definen el proceso como: “Una secuencia de operaciones que transforma unas entradas (inputs) en unas salidas (outputs) de mayor valor.”(pag.77)

Así mismo Torrents y otros (2004) definen un proceso productivo como: “Una secuencia definida de operaciones que transforman unas materias prima y/o productos semielaborados en un producto acabado de mayor valor”

Sistemas de producción:

Para (Riggs 1998) un sistemas de producción “Es el proceso de diseño mediante el cual lo elementos son transformados en productos útiles”

Línea de producción:

Según (Groover, 1997) “Las línea de producción son una serie de estaciones de trabajo ordenadas para que los productos pasen de una estación a la siguiente y en cada posición se realice una parte del trabajo total”

3.4 Herramientas utilizadas

Diagrama de Gantt:

Para (Díaz, 2005) El diagrama de Gantt “Consiste en una representación gráfica de la extensión de las actividades del proyecto sobre dos ejes: en el eje vertical se disponen las tareas del proyecto y en el horizontal de representa el tiempo.”(pag.149)

Díaz (2005) también afirma que “cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica la duración; la altura carece de significado” (Ver Figura 3)

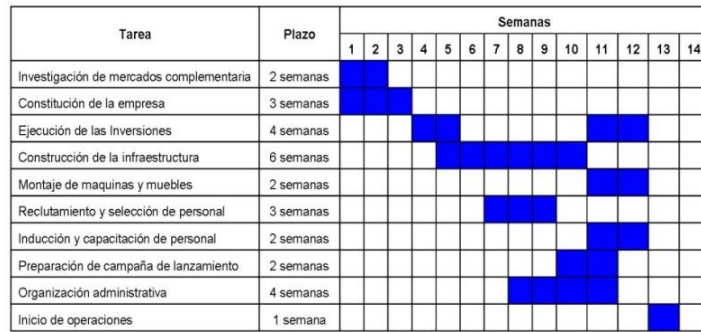


Figura 3: Diagrama de Gantt. Fuente: Recuperado el 14/04/14 desde: <http://www.antoniopineda.es/diagrama-de-gantt-o-la-tecnica-gtd-para-la-gestion-de-la-informacion/>

Diagrama de Pareto:

Según (Gómez, 1992): “el diagrama de Pareto pone en evidencia los diferentes niveles de incidencia entre varias causas simultaneas que producen un determinado efecto (...) el grafico permite una fácil visualización del orden de proporcionalidad de los varios tipos de causas, con mayor claridad que las tablas y cuadro de datos” (pag.71)

El grafico se basa en el principio de Pareto el cual según Gómez (1992) es el siguiente: “Entre las muchas causas presentes, solo hay pocas de importancia vital (cerca del 20% que representan el 80% del problema) y muchas de poca importancia (alrededor del 80% que contribuye al 20% del problema)” (Ver Figura 4)

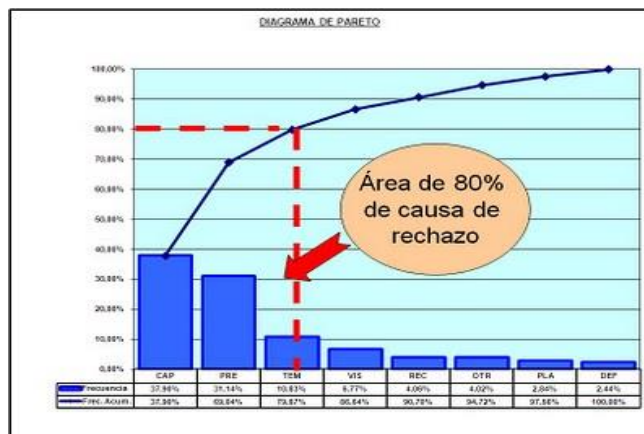


Figura 4: Diagrama de Pareto. Fuente: Recuperado el 14/04/2014 desde: <http://hederaconsultores.blogspot.com/2009/02/herramientas-de-la-caliad-diagrama-de.html>

Diagrama de Causa-Efecto:

El diagrama causa-efecto o también llamado espina de pescado es una representación gráfica que “permite analizar de una manera integral, las diferentes causas que explican un problema determinado, facilitando el proceso de búsqueda de causas al sugerir ramas y agrupaciones de las mismas” (Gómez, 2005, pág. 65)

Gómez (2005) también señala las actividades necesarias para construir un Diagrama causa-efecto las cuales son:

- a) Listar las causas que pueden explicar el comportamiento del efecto bajo estudio, para ello puede hacerse una tormenta de ideas
- b) Subagrupar las causas según su afinidad, en tal sentido conviene utilizar las bases de subagrupación de 4M, (5) a 6M
 - Causas relativas a materiales
 - Causas relativas a maquinaria
 - Causas relativas a mano de obra
 - Causas relativas a métodos y sistemas
 - Causas relativas a supervisión
 - Causas relativas a motivación
- c) Con la sub agrupación realizada es posible que haya ramas poco indagadas por lo que las mismas deberán ser completadas
- d) Jerarquizar las ramas más importantes para profundizar el diagrama de las mismas (Ver Figura 5)



Figura 5: Diagrama Causa-Efecto. Fuente: Recuperado el 14/04/14 desde: <http://investigayconstruyetuconocimiento.blogspot.com/2012/09/diagrama-causa-efecto.html#!/2012/09/diagrama-causa-efecto.html>

Diagrama de recorrido:

Según la O.I.T (Organización Internacional del trabajo) un diagrama de recorrido es:

Un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho más o menos a escala que muestra la posición correcta de las máquinas y puestos de trabajo (...) se trazan los movimientos del producto o de sus componentes, utilizando en ciertos casos los símbolos de curso gramas para indicar las actividades que realizan en ciertos puntos (Ver Figura 6)

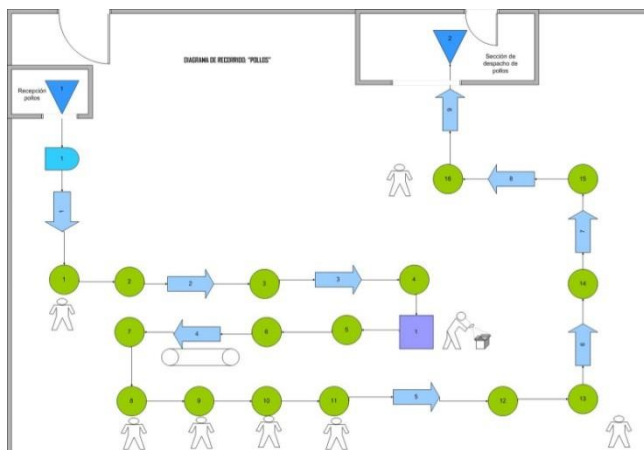


Figura 6: Diagrama de recorrido.

Fuente: Recuperado el 24/04/2014 desde: <http://pputt2012.blogspot.com/2012/11/elaboracion-de-diagrama-de-recorrido.html>

Software de simulación Arena 14.0:

Según (Ariza, Rojas, Arboleda y herrera, 2004) Arena es un “Sistema que provee un entorno de trabajo para construir modelos de simulación en una amplia variedad de campos; integra, en un ambiente fácilmente comprensible, todas las funciones necesarias para el desarrollo de una simulación exitosa” (pág. 3)

SPSS (Statistical Package for the Social Sciences):

(Gine y Mateo, 2002) definen el SPSS como un paquete estadístico lo cual es un:

Programa modular informático que analizan la información contenida en uno o varios archivos de datos desde un punto de vista estadístico, permitiendo posteriormente la manipulación y exportación de los resultados en forma de tablas, gráficos, informes o nuevas matrices de datos para análisis posteriores. (Pág. 15)

Sistema GAP (Análisis de brecha)

Según el especialista de procesos Josué Núñez, GAP es un sistema traído de México para registrar las paradas, productividad, improductividad de las líneas de producción el mismo consiste en la anotación por parte de cada operario de las paradas que

ocurren durante el turno, estas anotaciones son pasadas al sistema y este calcula el número de cajas pérdidas totales y el porcentaje de acumulación de cada una en el Anexo A se muestra un ejemplo de la matriz de datos del sistema GAP

3.1 Técnicas para la recolección de datos

Observación Directa

Según (Rodríguez, 2005) “la observación es uno de los más comunes métodos de investigación; sugiere y motiva los problemas y conduce a la necesidad de sistematización de datos... en cuanto a observación directa: “es aquella donde el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” (Pág. 98)

Entrevista no estructurada

Según (Wayne & Noé, 2005) “Es aquella en la que el entrevistador plantea preguntas abiertas y perspicaces. Este tipo de entrevista es integral y el entrevistador motiva a el entrevistado a ser el que más hable” (Pág. 184)

Así, a diferencia de la entrevista estructurada, en este tipo de reunión el entrevistador solo tiene una idea aproximada de lo que se va a preguntar y va improvisando las cuestiones dependiendo del tipo y las características de las respuestas. Además, el énfasis se pone más en el análisis de las impresiones que en el de los hechos.

CAPITULO IV

A continuación se presenta la caracterización de todos y cada uno de los aspectos, que intervienen en la línea de producción, empezando desde el producto, pasando por la explicación de cada proceso, los operarios que manejan la línea y terminando con los tiempos de ejecución de los procesos que se registraron durante la investigación.

4. Situación actual

4.1 Caracterización del producto

La planta San Pedro de los Altos es la única que produce agua mineral de la marca Minalba, la cual se extrae de manantiales encontrados en San Pedro de los altos, en la presente investigación se analizó la línea #1 de envasado de agua mineral de 330 ml, esta viene en un envase hecho de Tereftalato de Polietileno PET y Las dimensiones del envase se pueden observar en la Figura 7:

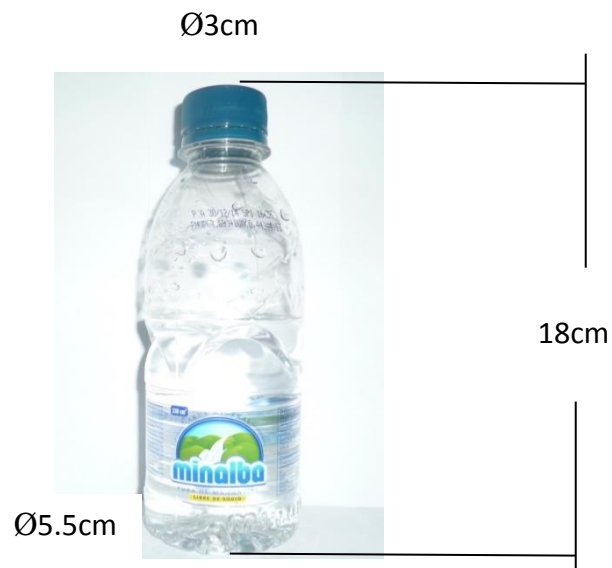


Figura 7: Dimensiones envase de agua de 330ml.

Fuente Elaboración propia

La composición fisicoquímica del agua se observa en la Tabla 2:

Tabla 2: Composición fisicoquímica del agua

Características fisicoquímicas	
ph	7,5
Calcio	24mg/l
Silice	10mg/l
Magnesio	7mg/l
Cloruro	5mg/l
Potasio	2mg/l

Fuente: Departamento de calidad Pepsi cola Venezuela Planta San Pedro de los Altos

4.2 Infraestructura

A continuación se presentan los planos de la línea de envasado junto con el diagrama de recorrido de la misma (Ver Figura 8, Figura 9 y Figura 10):

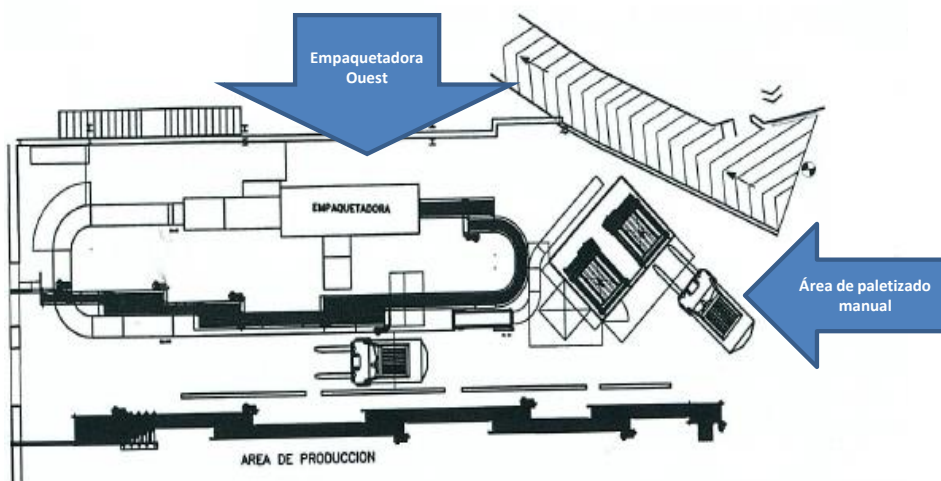


Figura 8: Distribución general del área de empaquetado y paletizado manual

Fuente : Pepsicola Venezuela C.A Planta San Pedro de los Altos

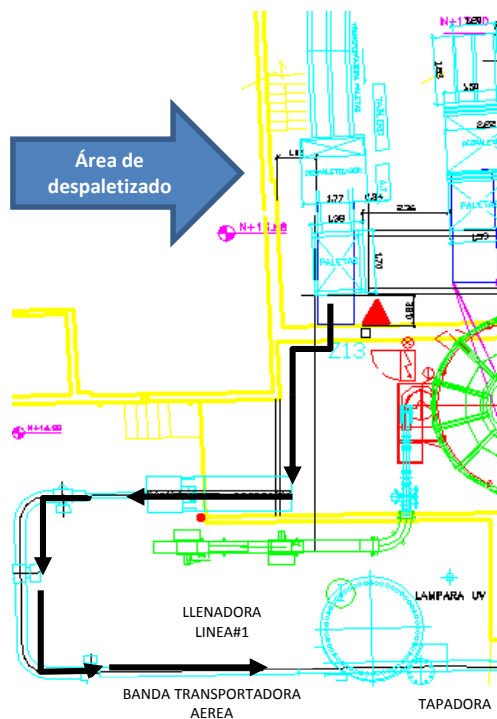


Figura 9: Plano del área de despaletizado y llenado de botellas

Fuente: Pepsi cola Venezuela C.A Planta San Pedro de los Altos

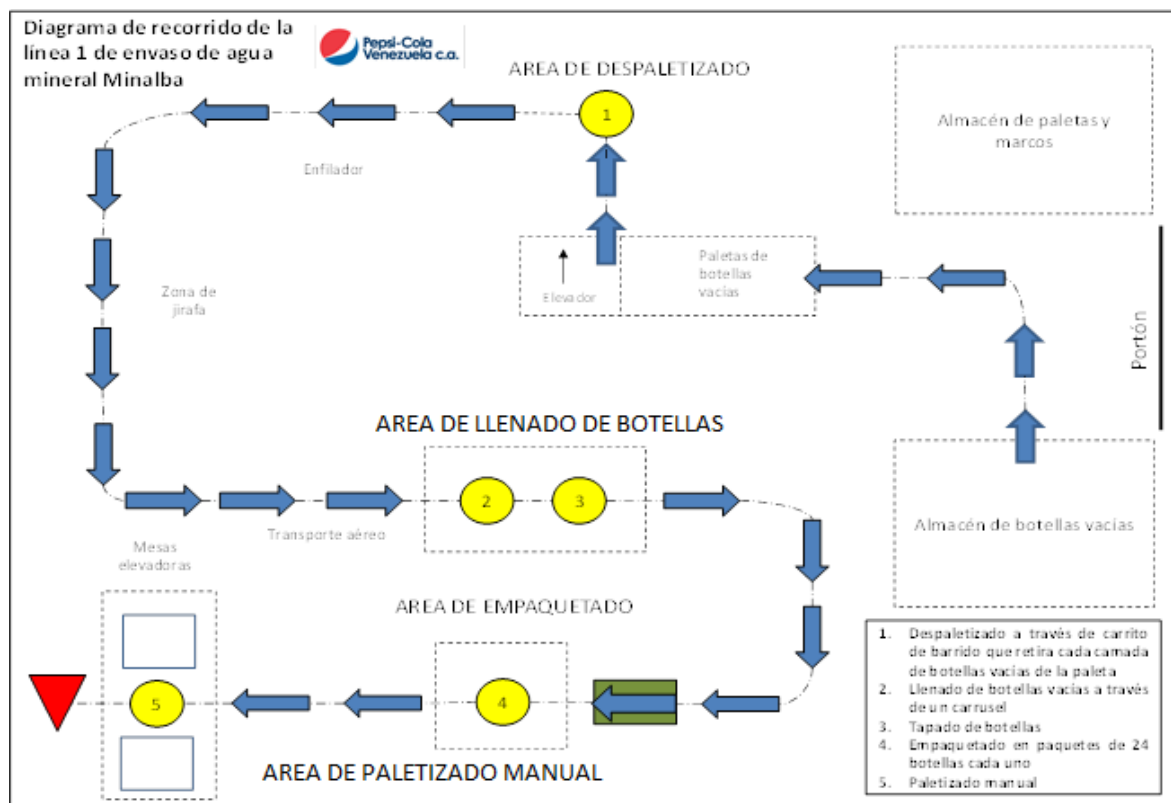


Figura 10: Esquema de recorrido de Línea #1.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Procesos y recursos de la línea de envasado

Proceso de despaletizado:

Este es el primer proceso al cual se somete el producto, a continuación se muestra un esquema del mismo: (Ver Figura 11)

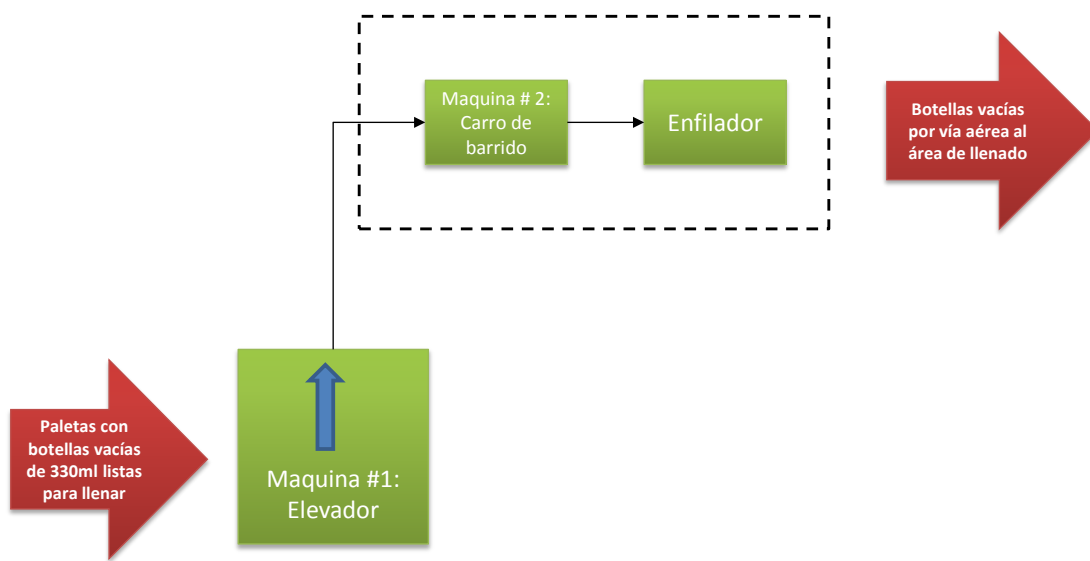


Figura 11: Esquema de procesos Área de Despaletizado.

Fuente: Elaboración Propia

Las botellas llegan a la planta ya hechas desde la planta de Ancor ubicada en Los Teques Edo. Miranda.

Esta área está compuesta por dos (2) máquinas:

Maquina 1: El elevador de paletas

Eleva las paletas para dirigir las hacia el carro de barrido, la capacidad del elevador es de una (1) paleta y su tiempo depende del carro de barrido, este además posee tres transportadores de paletas (Ver Figura 12), y un arrumador (Ver Figura 13) el cual acumula las paletas luego que las mismas ya están vacías.



Figura 12: Elevador de paletas área de despaletizado.

Fuente: Elaboración propia



Figura 13: Arrumador de paletas vacías luego que han sido despaletizadas.

Fuente: Elaboración propia

Maquina 2: El Carro de barrido

El cual separa las botellas de las paletas para dirigir las a la malla transportadora, esta posee una capacidad instalada $242 \text{ Botellas/Minutos}$

El carro de barrido traslada las botellas hacia dos mallas transportadoras, y las mismas las llevan hacia el enfilador pasando por un agitador, el cual permiten que las botellas avancen de una en una para poder entrar a la llenadora. A continuación se muestran una tabla con los parámetros aproximados de los transportadores antes nombrados, además una ilustración del carro de barrido, enfilador y agitador (Ver Tabla 3, Figura 14 y 15)

Tabla 3: Velocidades de área de despaletizado.

Transportador	Velocidad (cm/min)	Longitud(cm)
Malla #1	11,60	531
Malla # 2	13,50	638
Enfilador	37,46	296
Transportador de curva	19,80	140

Fuente: Elaboración propia



Figura 14: Área de despaletizado.

Fuente: Elaboración propia



Figura 15: Carro de barrido.

Fuente: Elaboración propia

Proceso de llenado

En este proceso se extrae el agua del manantial para llenar las botellas de 330ml, a continuación se muestran un esquema detallado (Ver Figura 16)

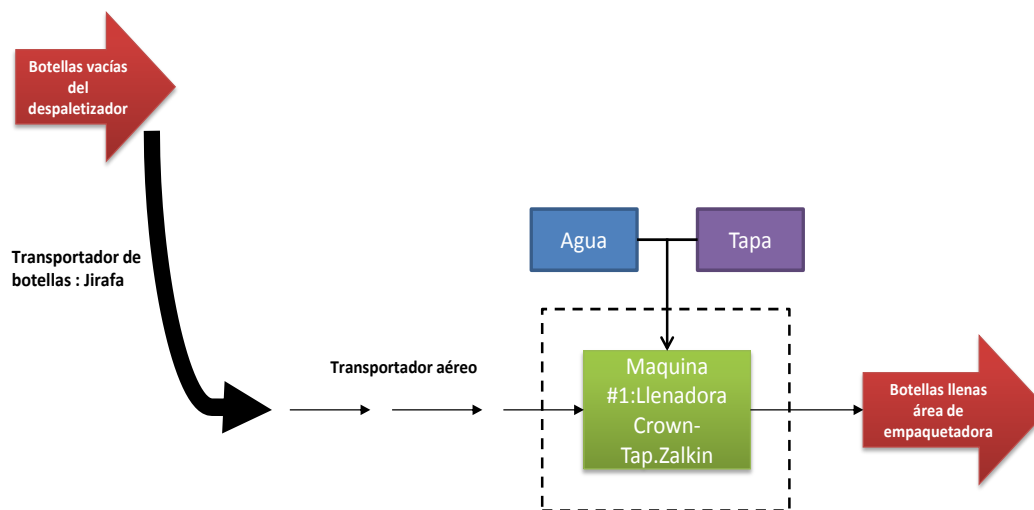


Figura 16: Esquema de procesos Área de Llenado.

Fuente: Elaboración Propia

El área de llenado de botellas está compuesta por una (1) máquina y cuatro (4) transportadores, tres (3) de ellos aéreos y un transportador llamado “La jirafa” el cual transporta las botellas vacías del aérea de despaletizado a el primer transportador aéreo. En la siguiente tabla (Ver Tabla 4) se puede visualizar la velocidad a la que trabaja cada transportador incluyendo el molino de tapas:

Tabla 4: Velocidades área de llenado.

Transportador	Velocidad (cm/min)	Longitud(cm)
Jirafa	21,00	201
Transporte botellas vacías #1	81,97	
Transporte botellas vacías #2	81,97	500
Transporte botellas vacías #3	81,97	
Molino de tapas	36,00rpm	

A continuación se presenta la ilustración del área señalando cada una de sus partes (Ver Figura 17 y Figura 18):



Figura 17: Área de llenado de botellas, jirafa y transporte aéreo.

Fuente: Elaboración propia



Figura 18: Área de llenado, transportador aéreo #2 y #3.

Fuente: Elaboración propia

La máquina que existe en esta área es la más importante de la línea, ya que, a través de la misma se controla la capacidad y tiempos de la línea de producción. Las botellas se llenan en una rueda giratoria de las cuales se presentan las especificaciones en la siguiente tabla (Ver Tabla 5):

Tabla 5: Datos de llenadora-tapadora Crown

Nombre	Llenadora Crown-Tap.Zalkin
Capacidad instalada(Bpm)	310,00
Variador (Hz)	64,30
Tiempo/ vuelta(Seg)	10,05
Velocidad del motor (Rpm)	55,00
Numero de válvulas de la llenadora	51,00
Numero de válvulas de la tapadora	13,00

Fuente: Elaboración propia

Luego de ser llenadas pasan a la tapadora la cual también es una rueda giratoria compuesta por 13 cabezas. En las siguientes imágenes se muestra, lo antes nombrado (Ver Figura 19):



Figura 19: Llenadora Crown y molino de tapas.

Fuente: Elaboración propia.

Las tapas llegan al molino a través de unas tuberías por aire, las cuales están conectadas a la tolva de tapas, y desde allí son almacenadas manualmente (Ver figura 20).



Figura 20: Tolva de tapas.

Fuente: Elaboración propia

Área de empaquetado

En la Figura 21 se observa un esquema del proceso de empaquetado por el cual pasan las botellas luego de ser llenadas.

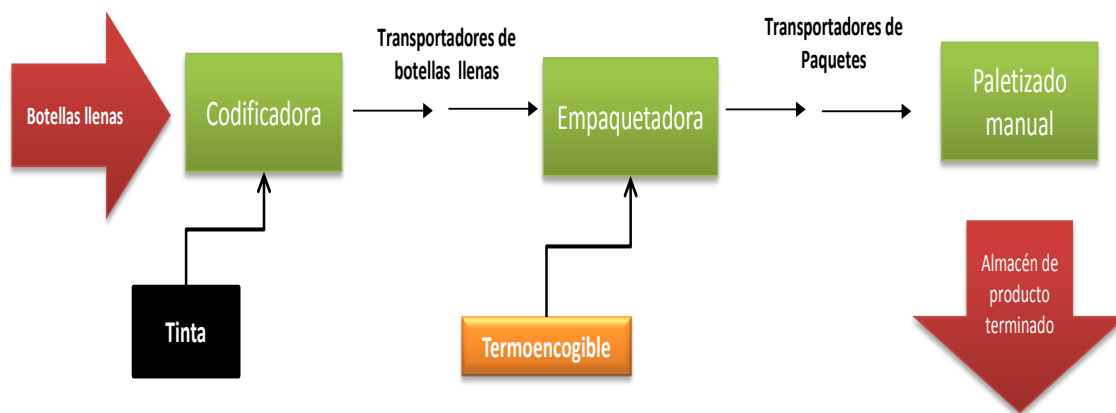


Figura 21: Esquema de procesos del área de empaquetado.

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta una explicación de cada una de las máquinas y espacios existentes en el área de empaquetado de las botellas:

Codificación

La codificación se hace a través de una codificadora Video Jet Excel2000, tiene como objetivo, plasmar las botellas con la fecha de vencimiento y el precio de venta al público (Ver Figura 22).



Figura 22: Codificadora Video Jet Excel 2000.

Fuente: Elaboración propia

Empaquetadora

Luego de que las botellas están llenas y codificadas, están listas para ser empaquetadas en grupos de 24 botellas, esto se realiza a través de una empaquetadora OUEST(Ver Figura 23), las botellas entran a través de un transportador (Transportador de llenas #6) donde gracias al agitador de botellas llenas, que se encuentra en la entrada de la empaquetadora, también llamado paredes móviles, (Ver Figura 24) son separadas en grupos de 24 botellas las cuales son transportadas para proceder a su empaquetado.



Figura 23: Empaquetadora Ovest.

Fuente: elaboración propia



Figura 24: Agitador de botellas llenas o paredes móviles.

Fuente: elaboración propia.

Paletizado manual

En esta área se paletizan los paquetes en paletas de 9 camadas cada una y cada camada de 13 paquetes como se muestra en la Figura 25:

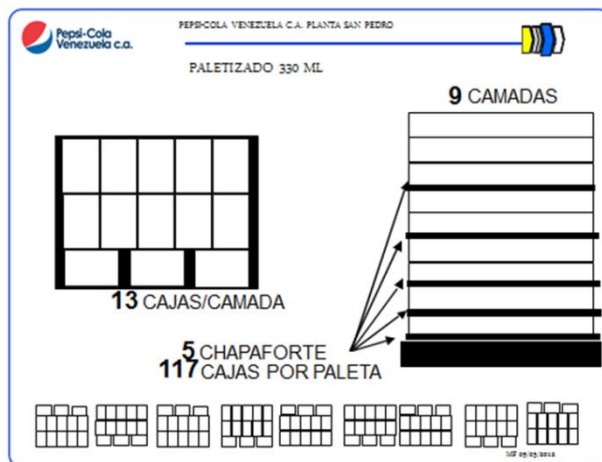


Figura 25: Orden de colocación de paquetes sobre paletas.

Fuente: Pepsi cola Venezuela C.A Planta San pedro de los altos.

En esta área existe un transportador de rodillos (Ver Figura 26) el cual permite el arrastre de los paquetes por el mismo hacia los elevadores.

Cada elevador tiene la finalidad de bajar o subir la paleta, mientras la misma se está llenando con paquetes. (Ver Figura 26)

El operador realizar aproximadamente 6 paletas/hr. Lo que equivale a 702paquetes/hr.



Figura 26: Área de paletizado manual.

Fuente: elaboración propia.

Personal de producción

La planta trabaja en tres turnos en la siguiente tabla (Ver Tabla 18) se muestra la información correspondiente sobre los mismos

Tabla 6: Horarios de turno línea 1.

Turno	Duración(hr)	Intervalo
1ero	8,50	6:00am_02:30pm
2do	8,00	2:30pm_10:30pm
3ero	7,50	10:30pm_6:00am

Fuente: Elaboración propia

El personal en planta se divide en grupos, cada grupo tiene un supervisor, estos grupos semanalmente rotan de turno. La línea uno (1) está compuesta por seis (6) operarios, de los cuales dos (2) están en el área de despaletizado, uno (1) en el área de llenado, dos (2) en el área de paletizado y uno (1) en la empaquetadora.

A continuación se presenta una parte del esquema de personal valido desde el 01 de enero de 2014, lo demás se puede observar en el Anexo B (Ver Figura 27):

Grupo A (Jose Medina)			
Linea 1	Javier Colmenarez	x	Depaletizador 1
	Jonel Aular	x	Preparador de paleta
	Octavio Caldera	x	Llenadora
	Saul Cabezo	x	Empaletar
	Jesus Rodriguez	x	Empaletar
	Jhonatan Magallanes	x	Empaquetadora
Linea 2	Francisco Gonzales	x	Depaletizador 2
	Dany Obispo	x	Posicionador
	Daniel Ortiz	x	Llenadora 2
	Miguel Orta	x	Empaquetadora
	Ruben Salazar	x	ROBOT
	Jose Monasterio	x	ROBOT
	Carlos Cedeño		Equipo Moviles
Relevo	Joel Gomez	x	Linea 1
	Ramón García	x	Linea 2
			Linea 2
	Jeniffer Vilchez 1° turno	x	Carga De Data
Vacacionista	Marcos Matute	x	Linea 2
Vacacionista	Sergio Chirinos	x	Linea 1
Equipos Móviles	Edwir Da Silva	x	Envolvedora
	Yhan Villalobos	x	Envolvedora
	Willian Natera	x	Montacarguista
	Richard Zamora	x	Montacarguista

Figura 27: Esquema de personal.

Fuente Pepsi cola Venezuela C.A Planta San Pedro de los Altos

4.4 Tiempos

Durante la realización de la presente investigación se efectuó la medición de los tiempos no probabilísticos de cada operación dentro de la línea, los cuales fueron útiles para determinar la situación actual, y para la construcción del modelo de simulación.

A continuación se presentan las tablas de dichos tiempos (Ver Tabla 7 a la Tabla 10):

Tabla 7: Tiempo en despaletizar una paleta

Fecha	Numero de medicion	Tiempo (min/paleta)
26/12/2013	1	19:45,70
	2	19:26,90
	3	19:54,54
	4	18:31,25
	5	18:36,42
	6	18:08,95
	7	19:52,20
	8	19:03,25
	9	19:45,91
	10	18:22,26
8/1/2014	11	19:15,30
	12	18:46,06
	13	18:36,42
	14	18:44,86
	15	18:47,49
	16	18:35,78
	17	18:56,96
	18	19:17,07
	19	19:17,07
	20	19:02,13
10/1/2014	21	19:07,96
	22	18:17,07
	23	20:50,20
	24	19:35,00
	25	19:29,23
	26	18:41,03
	27	18:14,27
	28	19:19,58
	29	19:09,07
	30	19:11,03
Media		19:05,37
Desviación estandar		00:35,67

Fuente: elaboración propia

Tabla 8: Tiempos de la llenadora y la tapadora

Fecha	Numero de medicion	Tiempo en dar una vuelta en la llenadora	Tiempo por botella en la llenadora	Tiempo en dar una vuelta en la tapadora	Tiempo por botella en la tapadora	Tiempo total por botella
26/12/2013	1	00:09,8	00:00,2	00:02,5	00:00,2	00:00,4
	2	00:09,4	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
	3	00:09,4	00:00,2	00:02,8	00:00,2	00:00,4
	4	00:09,4	00:00,2	00:02,8	00:00,2	00:00,4
	5	00:09,5	00:00,2	00:02,7	00:00,2	00:00,4
	6	00:09,8	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
	7	00:09,6	00:00,2	00:02,7	00:00,2	00:00,4
	8	00:09,7	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
	9	00:09,6	00:00,2	00:02,5	00:00,2	00:00,4
	10	00:09,7	00:00,2	00:02,5	00:00,2	00:00,4
08/01/2014	11	00:09,7	00:00,2	00:02,7	00:00,2	00:00,4
	12	00:09,8	00:00,2	00:02,5	00:00,2	00:00,4
	13	00:09,7	00:00,2	00:02,5	00:00,2	00:00,4
	14	00:09,3	00:00,2	00:02,9	00:00,2	00:00,4
	15	00:09,7	00:00,2	00:02,7	00:00,2	00:00,4
	16	00:09,8	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
	17	00:09,7	00:00,2	00:02,7	00:00,2	00:00,4
	18	00:09,8	00:00,2	00:02,7	00:00,2	00:00,4
	19	00:09,7	00:00,2	00:02,5	00:00,2	00:00,4
	20	00:09,8	00:00,2	00:02,7	00:00,2	00:00,4
10/01/2014	21	00:09,3	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
	22	00:09,6	00:00,2	00:02,5	00:00,2	00:00,4
	23	00:09,6	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
	24	00:09,6	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
	25	00:10,0	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
	26	00:09,5	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
	27	00:09,5	00:00,2	00:02,7	00:00,2	00:00,4
	28	00:09,8	00:00,2	00:02,8	00:00,2	00:00,4
	29	00:09,7	00:00,2	00:02,7	00:00,2	00:00,4
	30	00:09,4	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
Media		00:09,6	00:00,2	00:02,6	00:00,2	00:00,4
Desviación estandar		00:00,2	00:00,0	00:00,1	00:00,0	00:00,0

Fuente: elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que existe una diferencia en los tiempos de la tapadora esto es debido a error experimental.

Tabla 9: Paquetes por minuto de la empaquetadora Owest.

Fecha	Numero de medicion	Paquetes por minuto
26/12/2013	1	15
	2	14
	3	16
	4	15
	5	15
	6	15
	7	14
	8	16
	9	16
	10	15
08/01/2014	11	15
	12	16
	13	14
	14	14
	15	15
	16	15
	17	16
	18	17
	19	17
	20	12
10/01/2014	21	12
	22	16
	23	16
	24	15
	25	15
	26	15
	27	17
	28	16
	29	15
	30	15
Media		15,13333333
Desviacion estandar		1,195778013

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Mediciones de tiempo en el área de paletizado.

Fecha	Numero de medicion	Tiempo (min/paleta)
26/12/2013	1	08:23,36
	2	09:57,90
	3	09:33,90
	4	09:22,70
	5	09:26,66
	6	09:52,49
	7	09:55,10
	8	10:05,48
	9	08:32,17
	10	09:28,10
8/1/2014	11	09:55,07
	12	08:36,98
	13	08:12,90
	14	09:22,30
	15	09:30,80
	16	09:15,02
	17	08:46,20
	18	08:46,77
	19	09:12,38
	20	08:14,13
10/1/2014	21	10:09,34
	22	09:44,51
	23	08:57,90
	24	09:52,40
	25	08:21,71
	26	08:57,90
	27	09:52,40
	28	08:21,71
	29	08:57,24
	30	08:35,18
Media		09:12,69
Desviacion estandar		00:37,05

Fuente: elaboración propia

4.5 Indicadores de productividad de la línea

La empresa determina la productividad, dividiendo el número de cajas producidas reales entre el número de cajas teóricas, las cuales se calculan en base a la velocidad nominal de la línea con respecto a un determinado número de horas.

A continuación se presentan los datos históricos del porcentaje de productividad de la línea (Ver Tabla 11: Datos históricos de productividad de la línea del año 2013.) con su respectivo grafico (Ver Figura 28) donde puede visualizar el cambio para cada mes teniendo un porcentaje de productividad promedio de 51%

Tabla 11: Datos históricos de productividad de la línea del año 2013.

Mes	Productividad
Abril	59%
Mayo	52%
Junio	38%
Julio	49%
Agosto	48%
Septiembre	40%
Octubre	55%
Noviembre	60%
Diciembre	61%
Media	51%

Fuente: elaboración propia

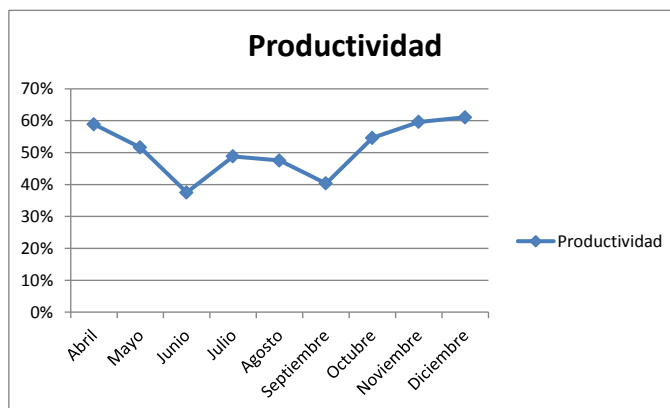


Figura 28: Grafico del comportamiento de la productividad durante el año 2013.

Fuente: elaboración propia

4.6 Observaciones de la línea

A continuación se presentan algunas observaciones en la línea que se escapan del alcance de la presente investigación, pero sirven como acotación para la empresa en un futuro, estas observaciones se obtuvieron a través de las conversaciones con los operarios y observación directa:

- *Sindicato:*

Como ocurre en diversas empresas, siempre existe un sindicato el cual ocasiona paradas debido a diferentes razones como reuniones, inconformidad de contrato etc.

- *Ausencia de confort térmico en algunos operarios:*

Esto ocurre debido a la política de calidad de empresa, la cual consiste en que en el área de llenado y despaletizado, existan aires acondicionados a una temperatura muy baja, esto vuelve el ambiente de trabajo incómodo para los operarios, haciendo que los mismos salgan de su lugar de trabajo y no estén atentos a lo que ocurre en la máquina, o simplemente causa mala ejecución de sus labores.

- *Puestos de trabajos no ergonómicos:*

Otra de las razones que el investigador visualizo que afecta la productividad y producción, son los puestos de trabajos no ergonómicos específicamente el área de paletizado manual, en esta área se observa problemas con el levantamiento de la carga y además las dimensiones de la mesa de trabajo no son las adecuadas.

- *Falta de eficiencia de los operarios:*

Cuando existe un trabajo tan repetitivo se corre el riesgo de que se vuelva monótono y que los trabajadores caigan en la apatía y el aburrimiento, esas son unas de las razones de la baja productividad de línea, debido a que existe la mala ejecución de las tareas y ausencias temporales durante su turno de trabajo.

CAPÍTULO V

En este capítulo se presenta un análisis del capítulo anterior, donde se identifica y explica las causas de los problemas existentes, contiene un diagrama causa-efecto donde se ilustran las causas raíces y una explicación de cada una de ellas cuantificando las mismas.

5. Análisis de la situación actual

Durante la toma de tiempos y recolección de parámetros, el investigador observó diversas variantes que son causantes de la baja producción y productividad de la línea, a través de la observación directa y entrevistas no estructuradas a los operadores y supervisores, de esto se obtuvo un diagrama causa-efecto que se muestra a continuación (Ver Figura 29)

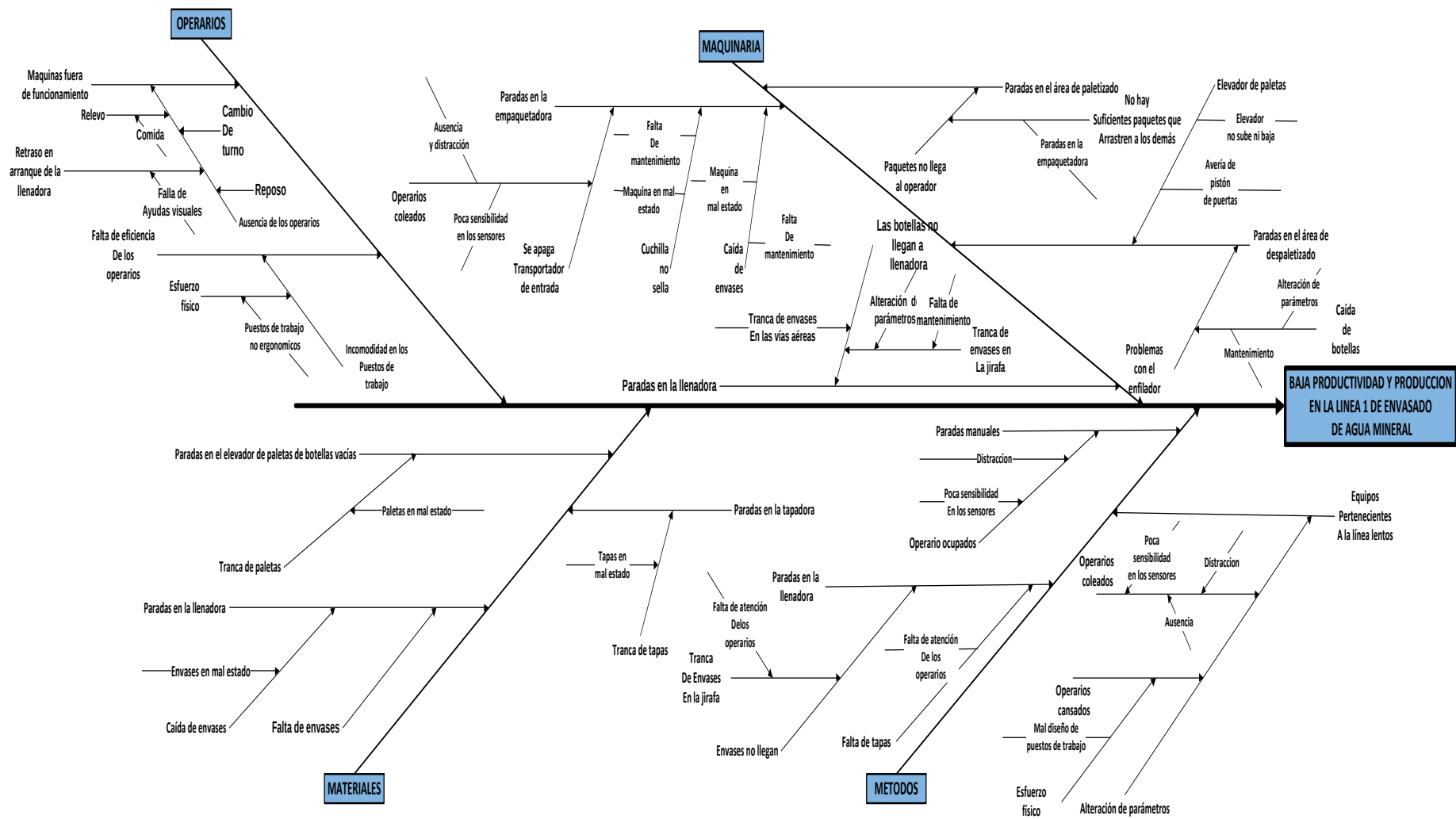


Figura 29: Diagrama Causa-Efecto.

Fuente: Elaboración Propia

Descripción de las causas

En cuanto a los operarios:

Maquinaria fuera de funcionamiento: Durante la investigación se observó que una de las razones de las paradas de la línea, y por ende de la baja producción y productividad, es que las maquinas en la línea se encuentran paradas, esto por diferentes inconvenientes que se presentan con los operadores como:

- Falta de relevo:

Al momento de la hora de la comida, debería existir un personal de relevo que ocupe el puesto de trabajo del operador mientras el mismo se toma 30 min para almorzar, en el Anexo B se observa el número de relevo que existe por grupo en la cada línea, el supervisor encargado debe cuadrar que exista la cantidad de relevos necesarios para toda la línea (6 operarios).

Cuando hace falta por lo menos un relevo todos los operarios deben ir a almorzar al mismo tiempo y la línea se para, esto acarrea una pérdida de 198.387,1 cajas que equivale al 22.36%, (Datos de abril a diciembre del año 2013 obtenidos de GAP)

- Cambio de turno:

Dentro de la planta existen tres turnos, (ver tabla 7) en cada turno los operarios llegan a línea para reemplazar al que ya se fue, por lo general los operarios no llegan a tiempo y la línea permanece parada hasta que todos los operarios se encuentren en su puesto de trabajo, esto ha resultado un numero de cajas pérdidas de 17.855,1 entre abril y diciembre del año 2013. (Fuente: GAP)

En cuanto a la maquinaria:

Paradas en el área de despaletizado: Estas paradas también atrasan el proceso productivo de la línea, y son debidas a cambios de parámetros sin autorización alguna, falta de mantenimiento entre otras cosas. Entre los problemas encontrados los más observados fueron: Caída de envases en el enfilador, obstrucción de paletas en el arrumador y avería de pistón en el elevador de paletas esto acarrea una pérdida total de 12.451,17 cajas.

Paradas en el área de la empaquetadora: La empaquetadora es una maquina importante, y como todas tiene sus defectos y averías que causan paradas en la línea, entre ellas están los envases caídos en los dedos o guía de entrada y las fallas en la cuchilla que sella los paquetes, bien sea porque no sella o por que la temperatura no es la adecuada, estos problemas acarrear paradas en diferentes lugares de la línea como el área de paletizado, donde los paquetes no terminan de llegar al operador y representan aproximadamente una pérdida de 103.162,8 cajas. (Información extraída del sistema GAP desde el 01 de abril del 2013 al 31 de diciembre del 2013)

Paradas en el área de llenadora:

El equipó más importante de la línea es la llenadora, ya que los problemas ocurridos allí acarrear paradas en todo la línea, entre las paradas más relevantes en la llenadora están: Obstrucción ocasionada por envases en las vías aéreas, y fallas en la estrella de salida de las tapas, lo cual proporciona un numero de cajas perdidas de aproximadamente 51.219,7 cajas (Información extraída de sistemas GAP)

En cuanto a los métodos y procedimientos:

Paradas manuales: Toda la línea en general tiene control manual de los equipos para encender y apagar los mismos, pero es el área de paletizado manual donde se producen más paradas, ya que, los operarios debido a estar retrasados detienen la empaquetadora manualmente para que la misma deje de enviar paquetes.

En cuanto a materiales:

Paradas por material defectuoso:

A menudo ocurren paradas en la línea debido a el material defectuoso, como tapas, botellas y paletas que ocasionan paradas en la llenadora, en el área de despaletizado, en el arrumador de paletas y en los elevadores, estas paradas representan un total de cajas pérdidas de 46.627,9.

Falta de envases:

A su vez también ocurren paradas debido a la falta de envases, aproximadamente perdiéndose 4.378,5 cajas. A continuación se presenta una tabla con el valor en porcentaje, de cada una de las causas de paradas explicadas anteriormente (Ver Tabla 14) estos datos fueron sacados del sistema GAP de la empresa y corresponde al periodo de abril 2013 hasta diciembre 2013

Tabla 12: Causas principales y porcentajes acumulados.

#	CAUSAS	NUMERO DE PAQUETES PERDIDOS	FRECUENCIA	% ACUMULADO	NUMERO DE PAQUETES ACUMULADOS
1	Falta de data	259.138,50	573	24,16%	259.138,50
2	Relevo	198.387,10	512	42,66%	457.525,60
3	Falla en la entrada de la empaquetadora	83.787,00	1038	50,47%	541.312,60
4	Tranca de envases en vías aéreas	82.400,80	1824	58,16%	623.713,40
5	Elevador de paletas no sube ni baja	72.893,70	570	64,95%	696.607,10
6	Caída de envases en el enfilador	70.898,50	1176	71,56%	767.505,60
7	Cuchilla no sella	65.827,20	419	77,70%	833.332,80
8	Tranca de envases en la jirafa	59.293,70	1114	83,23%	892.626,50
9	Falta de personal	47.300,80	31	87,64%	939.927,30
10	Tranca de tapas en el bajante	32.756,70	664	90,70%	972.684,00
11	Tapas en mal estado	24.708,30	131	93,00%	997.392,30
12	Cambio de turno	17.855,10	219	94,66%	1.015.247,40
13	Tranca de paletas en el arrumador de paletas	15.267,50	90	96,09%	1.030.514,90
14	Envases en mal estado	14.272,90	72	97,42%	1.044.787,80
15	Montacarguista ocupado	11.547,50	141	98,50%	1.056.335,30
16	Reposo	9.067,50	3	99,34%	1.065.402,80
17	Paletas en mal estado	2.492,90	13	99,57%	1.067.895,70
18	Falta de material	2.040,90	57	99,76%	1.069.936,60
19	Adiestramiento	1.278,10	4	99,88%	1.071.214,70
20	Retrasos en la hora de llegada	1.252,90	3	100,00%	1.072.467,60

Fuente: Realización propia

De esta tabla se deriva un diagrama de Pareto donde se puede visualizar, a que causas el investigador va a centrar las propuestas de la presente investigación (Ver Gráfico 1)

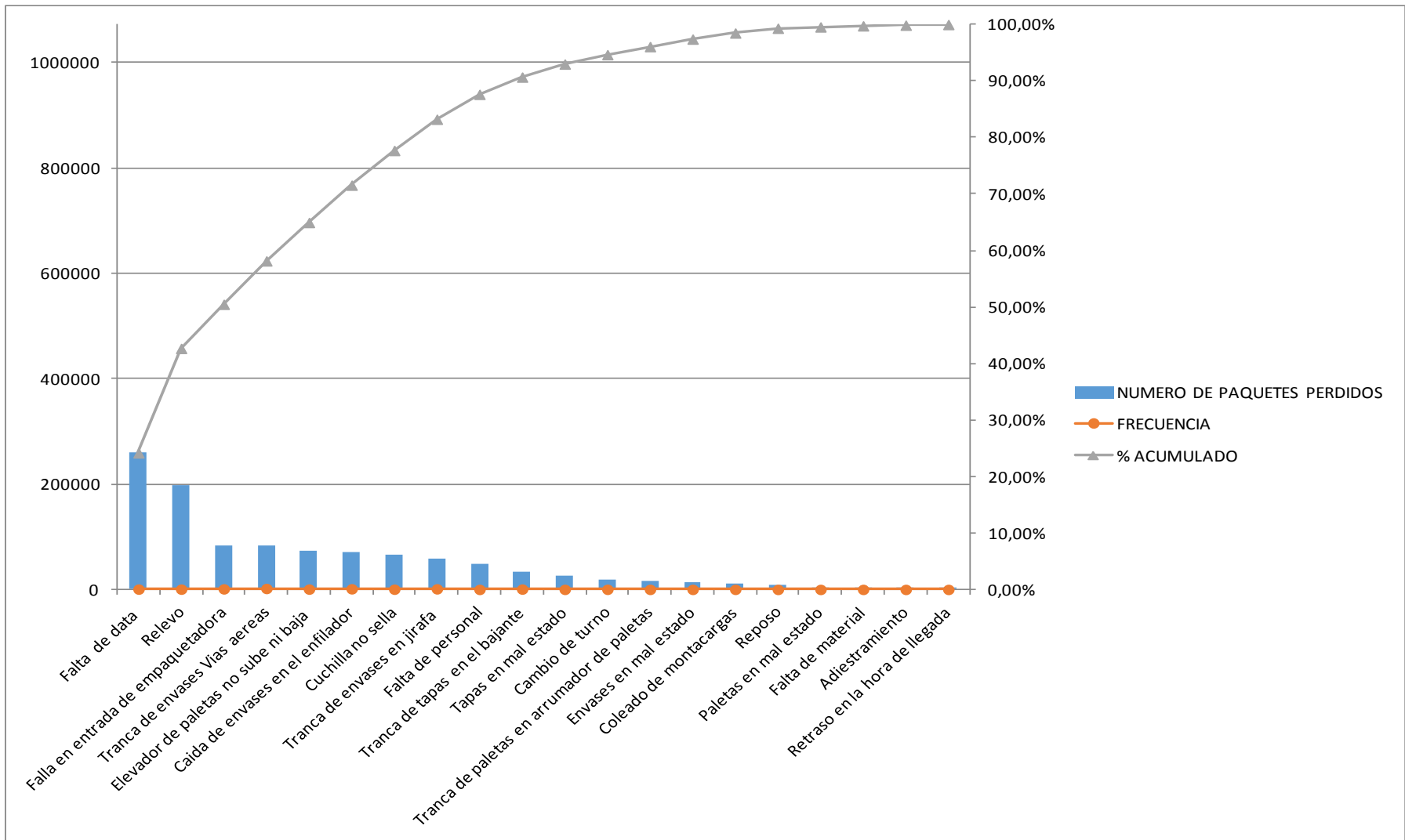


Grafico 1: Diagrama de Pareto de causas principales.

Fuente: Elaboración propia

Si se observa los resultados del Grafico 1 se puede apreciar que el 20% de las causas más significativas que afectan la productividad y producción, están siendo contempladas hasta la falla # 7 (Ver Tabla 15.)

Se puede llegar a la conclusión que las siguientes causas (Ver Tabla 13) son las que están generando la mayor cantidad de problemas dentro de la línea y corresponden al 80.24%:

Tabla 13: Causas principales para atacar problemas de línea.

#	CAUSAS	NUMERO DE PAQUETES PERDIDOS
1	Falta de data	259.138,50
2	Relevo	198.387,10
3	Falla en la entrada de la empaquetadora	83.787,00
4	Tranca de envases en vías aéreas	82.400,80
5	Elevador de paletas no sube ni baja	72.893,70
6	Caída de envases en el enfilador	70.898,50
7	Cuchilla no sella	65.827,20

Fuente: realización propia

Según la tabla anterior tenemos que la causa que tiene mayor número de paquetes perdidos es la falla #1, esta causa la reporta el sistema como “Falta de data”, debido a que son paradas que el operario no reporta por lo cual el sistema para poder equilibrar el resultado real de cajas producida, las registra como que hubo “falta de data” en el sistema, bien sea por qué no se da cuenta o porque son causadas por ellos mismo entre esas paradas están las siguientes:

- Tardanza en el paletizado manual:

Esta causa que produce paradas en la línea, según lo observado por el investigador y a través de conversaciones con el superintendente de producción se puede deber a dos razones, la primera son los problemas ergonómicos en la misma debido a que se observó que la altura de la mesa no es la adecuada según los parámetros ergonómicos para trabajar de pie ubicados en la norma COVENIN 2741:1998 de Condiciones de trabajo ergonómicos en los puestos de trabajo. Según la misma, la altura de la mesa para trabajar de pie debería ser de 960mm cuando actualmente es de 760mm a continuación se presenta una imagen de la situación actual (Ver Figura 30):

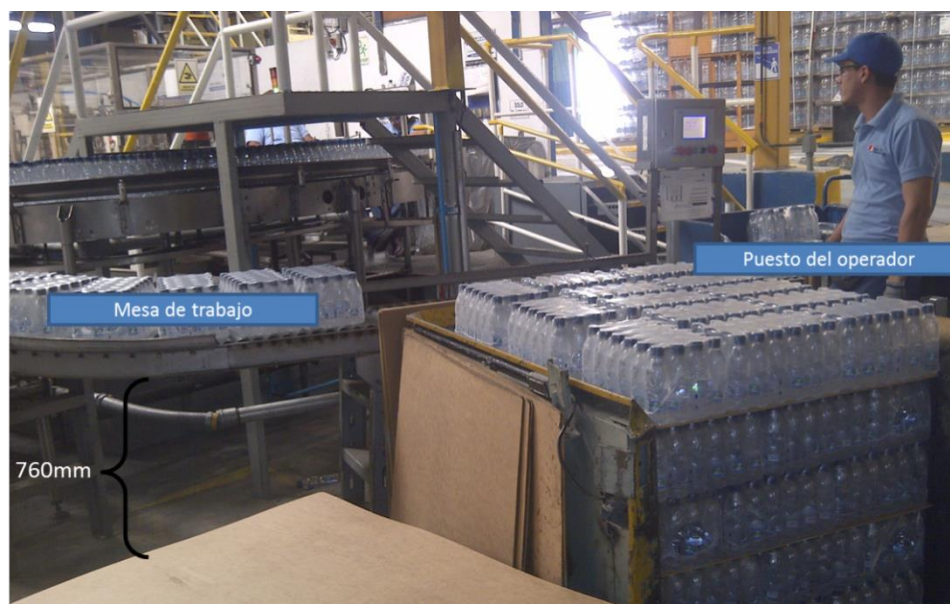


Figura 30: Área de paletizado manual.

Fuente: Realización propia

Agregándole a esto que el operador debido a la altura de la mesa debe levantar los paquetes para colocarlos en la paleta, si bien algunos pisos de la paletas contienen chapafortes (Ver Figura 31) que facilitan el arrastre del paquete, la mayoría no los tiene, y es ahí cuando el operador debe hacer un esfuerzo físico para levantar el paquete, tomando en cuenta que cada paquete pesa aproximadamente 8,50 kg.



Figura 31: Chapaforte.

Fuente: Realización propia

Según el estudio ergonómico “Informe de Análisis de Levantamiento de Carga Área/Proceso: Paletizado Línea 1 Empresa: Pepsi-Cola Venezuela C.A Planta Minalba, San Pedro” realizado por Yoselyn Márquez en el año 2012 utilizando el método de la ecuación de NIOSH, se observa un peso limite recomendado de 3.489kg siendo el actual de 8.5 kg además de un índice de levantamiento de 2.436 el cual se encuentra entre 1 y 3 indicando que la actividad que se realiza tiene riesgo de lesiones en algunos operarios.

La segunda razón observada seria la continua distracción de algunos operarios, lo cual produce la tardanza en el paletizado y acarrea las paradas de la llenadora debido a los sensores existentes en diferentes partes de la línea.

- Retraso en arranque de la llenadora:

Otra de las causas observadas está implicada con el arranque de la llenadora, debido a que la misma debe ser puesta en marcha de forma manual si llegara a existir cualquier parada, y sobre esto recae un segundo problema, que es la visualización de los avisos de paradas en la llenadora, si bien existe visualización en el área, debido al ambiente frío necesario dentro de la misma los operadores permanecen en la parte de afuera sentados, es por esto que visualizan la alerta de paradas luego de tiempo de haberse producido, esto aumenta el tiempo de la parada y disminuye la productividad de la línea. En la siguiente imagen (Ver Figura 32) se observa la situación actual de la visualización en el área de llenado:



Figura 32: Falla de la ayuda visual en la llenadora.

Fuente: Realización propia

- Errores al momento de registrar la parada

Como se explicó anteriormente, el sistema GAP consiste en una aplicación donde el operario registra todas las paradas que ocurren en la llenadora, y como en

toda actividad realizada por el hombre existen errores que son difíciles de evitar, como que la parada no se registró o simplemente hubo errores y confusiones al momento de hacerlo, es por esto que se considera una razón por la cual el sistema le “falta data”.

Debido a que los problemas mostrados anteriormente son causados por errores humanos y además no se encuentra un registro propio de los mismos dentro del sistema GAP al investigador se le dificultó poder medir el impacto de las mismas en el proceso productivo ya que implicaría la realización de estudios que están fuera del alcance de la presente investigación.

CAPITULO VI

El presente capítulo es el fruto de la investigación realizada, en él se dan las soluciones necesarias para resolver los problemas en la línea de producción y además, a través del modelo de simulación se estima el impacto que darán dichas soluciones si llegan a ser ejecutadas.

6. Propuestas de mejora

En el capítulo anterior se analizaron los problemas en la línea, junto con su impacto en cuanto a la producción y productividad, a continuación basándose en los más significativos, se proponen mejoras o soluciones a los problemas encontrados:

6.1 Problemas con el Personal

Falta de data

Anteriormente el investigador definió que esta causa de parada se escapa del alcance y la misma se imposibilitó medir debido a limitaciones en el transcurso de la investigación, es por esto que se propone a la empresa realizar un estudio exhaustivo en cuanto a este tipo de problema para así conocer las verdaderas razones de la aparición del mismo y poder en futuro disminuir este tipo de falla.

Así mismo se propone realizar un seguimiento en cuanto a la carga de información dentro de los libros y dentro del sistema GAP, dónde se verifique la buena ejecución del procedimiento, y de no ser así realizar adiestramiento al personal.

Relevo

Habiendo analizado el impacto que tiene sobre la línea de producción la presente causa, el investigador propone realizar encuestas personalizadas donde se puede medir y conocer el nivel de satisfacción que tiene el operario de relevo con el puesto de trabajo, sus compañeros, su supervisor, la empresa y la actividad que realiza

dentro de la misma, de esta manera se puede saber si la razón por la falta al trabajo es por algún problema con alguno de los aspectos mencionados anteriormente.

Adicionalmente se propone reestructurar el cuadro de relevos en la línea y que en vez de relevar con seis, se releve solo la cantidad que esté disponible y los demás que almuercen luego que lleguen de almorzar los otros, así nunca se pararía la línea y los operarios seguirán teniendo su media hora de almuerzo solo que a distintas horas, esta estructura nueva se puede ir turnando por operarios para que no existan quejas con sindicato.

6.2 Problemas con la Maquinaria

La maquinaria es dentro de una línea de producción la parte más importante, para estos problemas existentes dentro de ellas se propone lo siguiente:

Modificación del plan de mantenimiento:

Se propone realizar una modificación del plan de mantenimiento hasta ahora vigente en la empresa, (ver Anexo C) ya que el mismo, a través de una conversación con Luis Torres Coordinador de Mantenimiento, se validó que se está ejecutando a cabalidad pero aun así se observan paradas en la maquinaria y problemas con las mismas, se propone modificarlo basándose en la frecuencia de ocurrencia de paradas en ciertos equipos por una cantidad de tiempo específica, y poder validar si el mismo favorece los indicadores de productividad y producción de la línea.

Monitoreo de parámetros de la línea

En la línea existen diferentes parámetros como velocidad de bandas transportadoras, temperatura del horno de la empaquetadora, velocidad de llenadora entre otras, se propone realizar un monitoreo de estos parámetros para que los mismos no sean modificados por cualquiera, si no, que se realice a través de la autorización de un superior quien tendrá llave para acceder a los controles. Adicionalmente se propone realizar una especie de ayuda visual donde se especifique

el valor de los parámetros, (Ver Anexo D) para que al momento de alguna falla en el equipo se pueda validar que los parámetros sigan siendo los mismos.

Colocación de una posicionadora

Dos de las siete causas más importantes en la línea se observan en el depaletizador, por problemas con el enfilador esto debido a la obstrucción de envases, se propone eliminar el enfilador y colocar una posicionadora, ya que con esta no es necesario que los envases se dirijan la vía completamente alineados para el llenado, de eso se encargaría la nueva máquina disminuyendo el tiempo de depaletizado de las paletas.

Cambio de la empaquetadora

Observando la cantidad de paradas en la línea causados por la empaquetadora y la propia máquina en funcionamiento el investigador propone realizar un cambio de la empaquetadora ya que la misma tiene aproximadamente entre 7 y 8 años dentro de la línea.

Monitoreo de paletas que entren a la planta:

Debido a las paletas en mal estado, existen paradas en el elevador de paletas vacías es por esto se propone, realizar una inspección por parte de los montacarguista y el equipo de logística, de las paletas que entran en la planta llevando un control de quien las recibe y el estado en el que están las mismas para evitar en lo posible la entrada de paletas en mal estado; así mismo se propone realizar un inventario de las paletas existentes en planta, para identificar las que estén dañadas.

A continuación se presenta un cuadro con las propuestas que serán evaluadas (Ver Tabla 14)

Tabla 14: Propuesta a evaluar.

#	Problema	Propuesta
1	Falta del personal de relevo	Reestructuración del cuadro de relevos en la línea
2	En cuanto a los problemas ocasionados por la maquinaria y los parámetros de las mismas	Modificación del plan de mantenimiento
3		Monitoreo de parámetros de la línea
4		Monitoreo de paletas que entren a la línea
5		Cambio de la empaquetadora
6		Colación de una nueva posicionadora

Fuente: Realización propia

6.3 Evaluación técnica y económica de las propuestas

Para la evaluación técnica, a través de un modelo de simulación se evaluó el impacto de las soluciones propuestas en 5 escenarios: 58, 70, 80, 90,100 paletas, siendo 58 el número actual de entrada de paletas a la línea en el despaletizador y aumentando de diez en diez las mismas.

Desde la propuesta uno (1) hasta la cuatro (4), se colocaron dentro de un mismo modelo debido a que no dependen una de la otra a esta propuesta se le llamo P_{1234} , igualmente se evaluó la propuestas cinco (5) (P_5) y la seis (6) (P_6) , por separado y juntas en un mismo modelo (P_{56})

A continuación se presenta los resultados obtenidos luego de probar cada propuesta (Ver Tabla 15, 18,19 y 20 y Ver Grafico 2, 3, 4 y 5):

Tabla 15: Resultado de ejecución del modelo de simulación para la propuesta P_{1234} .

NUMERO DE PALETAS QUE ENTRAN	NUMERO DE PALETAS SALIENTES DEL MODELO ACTUAL	NUMERO DE PALETAS SALIENTES EN MODELO CON PROPUESTA
58	110,63	114,00
70	112,25	128,00
80	112,25	127,88
90	112,25	127,88
100	112,25	127,88
PROMEDIO	111,93	125,13

Fuente: Realización propia

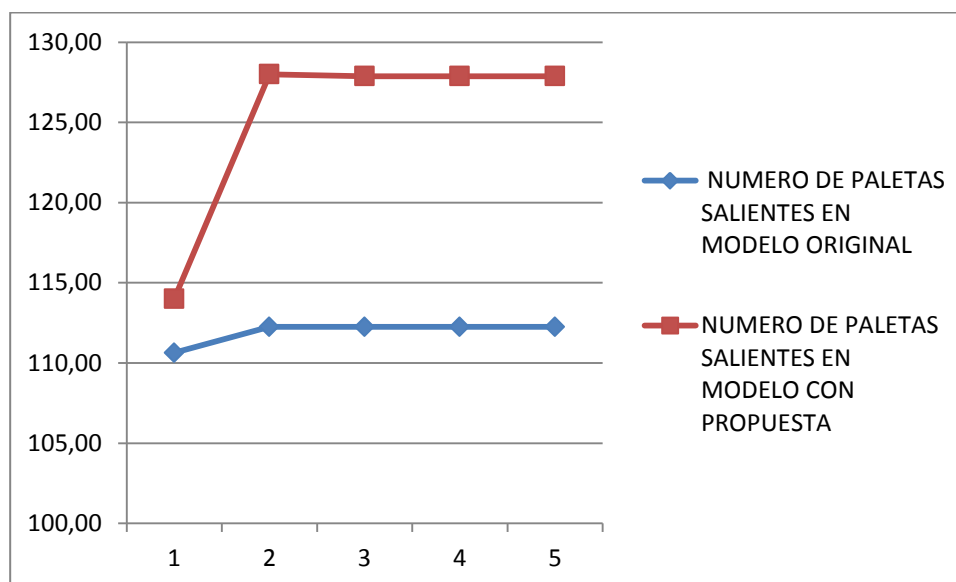


Grafico 2: Comparación de valores actuales y los resultados arrojados por el modelo de la propuesta P_{1234} .

Fuente. Realización propia

Tabla 16: Resultados de la ejecución del modelo para la propuesta P_5 .

NUMERO DE PALETAS QUE ENTRAN	NUMERO DE PALETAS SALIENTES DEL MODELO ACTUAL	NUMERO DE PALETAS SALIENTES EN MODELO CON PROPUESTA
58	110,63	109,50
70	112,25	113,13
80	112,25	113,13
90	112,25	113,13
100	112,25	113,13
PROMEDIO	111,93	112,40

Fuente: Realización propia

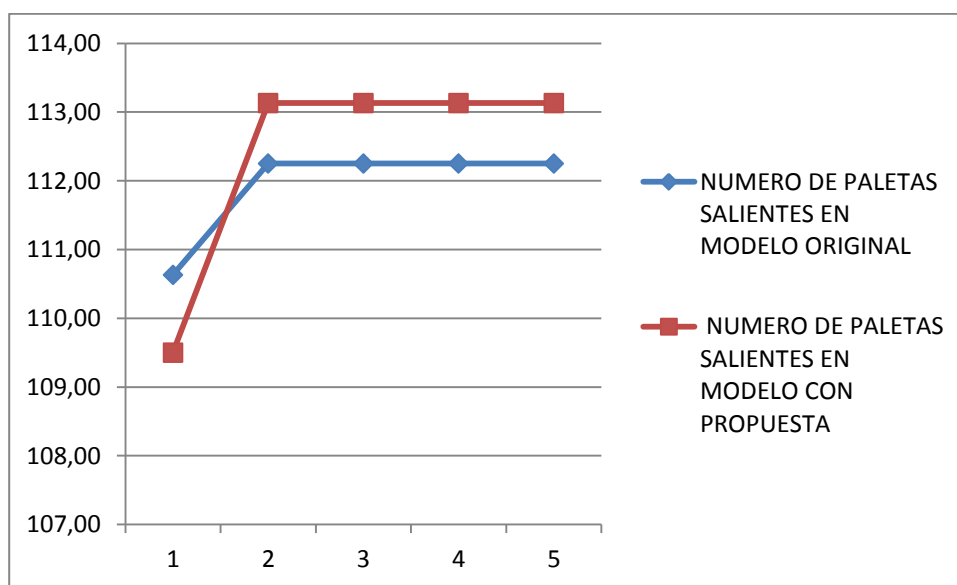


Grafico 3: Comparación de los datos actuales con los resultados arrojados por el modelo para la propuesta P_5 .

Fuente: Realización propia

Tabla 17: Resultado de la ejecución del modelo de simulación para la propuesta P_6

NUMERO DE PALETAS QUE ENTRAN	NUMERO DE PALETAS SALIENTES DEL MODELO ACTUAL	NUMERO DE PALETAS SALIENTES EN MODELO CON PROPUESTA
58	110,63	114,00
70	112,25	123,75
80	112,25	124,75
90	112,25	125,13
100	112,25	122,38
PROMEDIO	111,93	122,00

Fuente: Realización propia

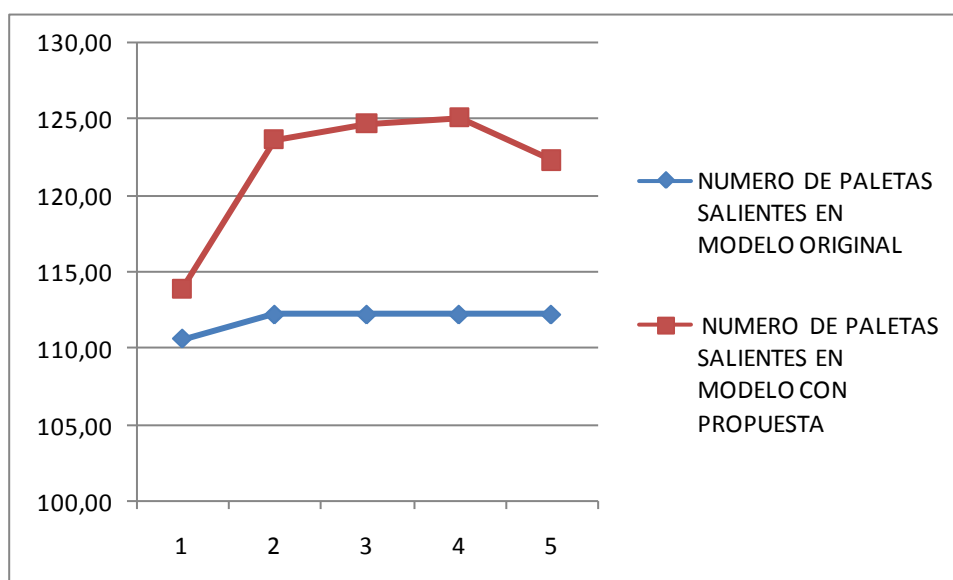


Grafico 4: Comparación de valores actuales con resultados arrojados por el modelo de simulación luego de probar la propuesta P_6 .

Fuente: realización propia

Tabla 18: Resultados de la ejecución del modelo de simulación con la propuesta P_{56} .

NUMERO DE PALETAS QUE ENTRAN	NUMERO DE PALETAS SALIENTES DEL MODELO ACTUAL	NUMERO DE PALETAS SALIENTES EN MODELO CON PROPUESTA
58	110,63	114,00
70	112,25	129,00
80	112,25	128,88
90	112,25	128,88
100	112,25	129,00
PROMEDIO	111,93	125,95

Fuente: Realización propia

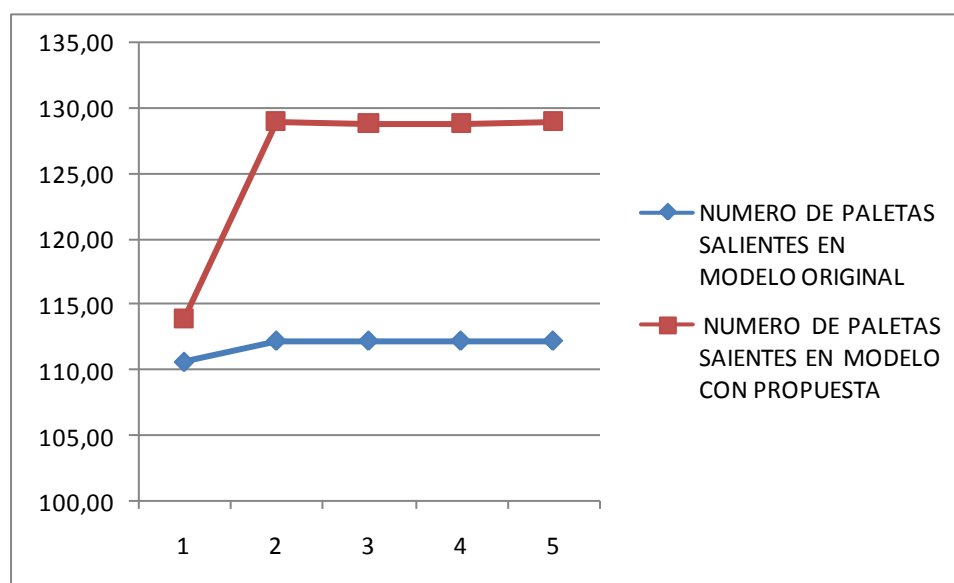


Grafico 5: Comparación de valores reales con resultados arrojados por el modelo de simulación para la propuesta P_{56} .

Fuente Realización propia

Luego de haber analizado las propuestas dentro del modelo de simulación, se realizó una investigación en cuanto a que inversión necesaria para la realización de cada propuesta, así mismo se calculó el VPN para cada uno.

Para la propuesta P_{1234} el investigador llegó la conclusión que no existe ningún tipo de inversión, debido a que estas propuestas se refieren a cambio de procedimiento o monitoreo de actividades en la línea, que no requieren de ninguna contracción, debido a esto solo se calculó el VPN basándonos en la ganancia anual si se llegara a ejecutar dicha propuesta (Ver ANEXO G: CALCULO DEL VPN) dando como resultado:

$$VPN_{P_{1234}} = Bs. 342.423.636,98$$

Para la propuesta P_5, P_6 se ubico vía internet un costo aproximado de la empaquetadora y posicionadora que se desea (Ver ANEXO F: COSTOS DE MAQUINARIAS), en cuanto a la cotización para el montaje del equipo, se consultó con Henry Rincón, quien es Ingeniero de proyectos actualmente laborando en Pepsi cola Venezuela, quien aseguro que la puesta en marcha para esas dos máquinas estaba en aproximadamente 13.000.000, 00 Bs y el montaje mecánico en 4.000.000,00 Bs, en el ANEXO G: CALCULO DEL VPN se especifica el cálculo del VPN. A continuación se presenta el valor del VPN de la propuesta 5, 6 y P_{56} respectivamente.

$$VPN_{P_5} = Bs 294.760.406,14.$$

$$VPN_{P_6} = Bs 323.081.166,54$$

$$VPN_{P_{56}} = Bs 321.047.784,53$$

Luego de conocer los VPN de cada propuesta y su impacto técnico se procede a realizar una matriz de puntos ponderados, donde se compara cada valor con diferentes prioridades para llegar a la conclusión de cual propuesta debe ser ejecutada por la empresa. A continuación se presenta la matriz de puntos ponderados (Ver Tabla 19)

Tabla 19: Matriz de puntos ponderados.

PROPUESTAS INDICADORES	PRIORIDAD	P1234	P6	P5	P56
NUMERO DE PALETAS PROMEDIO POR DIA	25,0%	0,91	0,75	0,27	0,95
VPN	50,0%	4,00	4,00	3,00	4,00
PRODUCTIVIDAD PROMEDIO	20,0%	1,58	1,50	0,39	1,60
CONSULTA EXPERTOS	5,0%	0,40	0,25	0,05	0,50
TOTAL	100,0%	6,89	6,50	3,71	7,06

Fuente: realización propia

En la tabla anterior se muestra los puntos finales luego del análisis y los porcentajes utilizados dependiendo de la importancia de cada indicador, los aspectos subjetivos es el promedio del puntaje dado por la consulta a las siguientes personas:

1. Superintendente de producción de Planta San Pedro: Ing. Roque Rangel
2. Tutor académico: Ing. Alirio Villanueva
3. Profesor : Ing. Henry Gasparin

A continuación en las Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22 se presenta el criterio que se utilizó para darles puntuación a cada indicador obtenido de la consulta a expertos.

Tabla 20: Criterio utilizado para colocar puntaje del número de paletas salientes en cada propuesta.

PARA NUMERO DE PALETAS:		PUNTAJE
PEOR VALOR(ACTUALIDAD)	112	1
MEJOR VALOR(AUMENTO UN 40% DE LO ACTUAL)	156,8	10

Fuente: Consulta a expertos

Tabla 21: Criterio utilizado para colocar puntaje de los VPN.

VPN(MMBS)	PUNTAJE
VPN>100	1
100=<VPN<250	2
250=<VPN<300	6
300=<VPN<350	8
VPN>350	10

Fuente: Consulta expertos

Tabla 22: Criterio utilizado para colocar el puntaje de acuerdo con la productividad.

PRODUCTIVIDAD		PUNTAJE
MENOR VALOR(ACTUAL)	51%	1
MAYOR VALOR (40%+)	91%	10

Fuente: Consulta a expertos

En la Tabla 23 se muestra los resultados de cada indicador para cada propuesta

Tabla 23: Resultados de indicadores para cada propuesta.

INDICADORES \ PROPUESTAS	PRIORIDAD	P1234	P6	P5	P56
NUMERO DE PALETAS PROMEDIO POR DIA	25%	125,13	122,00	112,40	125,95
VPN	50%	342423636,98	323081166,54	294760406,14	321047784,53
PRODUCTIVIDAD PROMEDIO	20%	81,74%	79,87%	55,34%	82,23%

Fuente: Elaboración propia

6.4 Plan de implementación

A continuación (Ver Figura 33) se presenta un diagrama de Gantt donde se ilustra todas y cada una de las actividades a realizar, para implementar la propuesta escogida por el investigador (P_{56}):

ACTIVIDAD	DIAS																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Desmontaje de equipos																								
Montaje de equipos nuevos y reestructuración de las bandas transportadoras																								
Puesta en marcha (Revisión electrónica y control de volumen)																								
Adiestramiento de personal																								

Figura 33: Plan de implementación de propuesta

Fuente: Realización propia

Los tiempos mostrados en la figura anterior fueron consultados con el Ingeniero de proyectos de Pepsi cola Venezuela Henry Rincón.

CAPITULO VII

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

- Luego de realizar la caracterización de los procesos a evaluar se llegó a la conclusión, que la línea de producción posee cuatro (4) áreas: Empaquetado, Llenado, Despaletizado y Paletizado Manual con una velocidad de 360 bpm, 310 bpm, 554bpm y 310 bpm, además unos tiempos de producción de $8min/paleta$, $16min/paleta$, $19min/paleta$ y $9min/paleta$ respectivamente.
- Se concluye que existen diferentes problemas que afectan el funcionamiento de la línea de producción, los cuales el investigador logro identificar como, paradas en la línea por la hora de comida, constantes paradas en la empaquetadora, área de despaletizado y el área de paletizado manual las cuales provocan una pérdida de 833.332,80 paquetes en menos de un año.
- Las principales causas que originan los problemas en el proceso son faltas del personal de relevo, malas prácticas en el procedimiento del registro de paradas, problemas con la calibración de la temperatura de la cuchilla de la empaquetadora, modificación de parámetros de la línea sin autorización, tranca de paletas en el elevador, en las vías aéreas y en el enfilador por falta de mantenimiento.
- En la investigación se llegó a proponer soluciones posibles para mejorar el proceso y eliminar las paradas, se identificaron seis(6) propuestas(Ver Tabla 14)
- Luego de proponer soluciones se procedió a investigar el impacto económico y técnico de cada propuesta, realizando así una matriz de

puntos ponderados(Ver Tabla 19) donde resulto un empate entre dos propuestas(P_{1234} y P_{56}), por lo cual el investigador decide aplicar la propuesta P_{56} , debido a que posee los mejores valores de producción y productividad (Ver Tabla 23) que son 126 paletas/diarias y 82,2% respectivamente.

7.2 Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de la propuesta P_{56} , ya que fue la ganadora en la matriz de puntos ponderados, a pesar de que la diferencia con la P_{1234} es mínima, debido a los valores de producción y productividad, el investigador toma la decisión de recomendar la antes nombrada, con un VPN de 321.047.784,53 y un valor de productividad y producción de 82,2% y 126 paletas respectivamente (Ver Tabla 23).
- Se recomienda además realizar un estudio ergonómico en el área de paletizado manual, para identificar problemas en cuanto a incomodidad de los operarios.
- Así mismo se recomienda evaluar cada una de las áreas e identificar problemas con la visualización de alertas de paradas en la línea, debido a que afectan la reacción de los operarios ante alguna parada por falla en la línea.

ANEXOS

ANEXO A: MATRIZ DE DATOS DEL SISTEMA GAP

Línea	Línea 1
Producto	Minalba Agua Mineral
Presentación	PET 330 ml
Turno	(Todas)
Categoría	Equipos
Departamento	(Varios elementos)
Supervisor	(Todas)
Mecánico	(Todas)
Electricista	(Todas)
Llenador	(Todas)

Causa	Subcausa	Datos		Cajas Perd. Ac.:	% Ac.:
		Cajas Perd.	Frecuencia		
☐ L1MVAEa - Tranca de envases	-	33.857,4	777	33.857,38	10,57%
☐ L1MDEPe - Enfilador	Caida de envases	32.368,1	532	66.225,47	20,68%
	-	813,8	7	67.039,22	20,93%
	Se parte las guías	142,1	1	67.181,31	20,97%
	Se parte baranda	77,5	1	67.258,81	21,00%
☐ L1MEMPb - Aguitador/Guia entrada	Caida de envases	31.161,5	395	98.420,26	30,73%
	Ajuste de dedos	994,6	5	99.414,85	31,04%
	Ajuste de guia	936,5	8	100.351,31	31,33%
	-	25,8	1	100.377,14	31,34%
☐ L1MDEPb - Elevador de paletas	Tranca de paleta	21.973,2	176	122.350,33	38,20%
	Elevador no sube	4.714,6	32	127.064,91	39,67%
	-	1.369,2	5	128.434,08	40,10%
	Elevador no baja	917,1	6	129.351,16	40,38%
	Averia piston compuertas	219,6	1	129.570,74	40,45%
☐ L1MJRFC - Tranca de envases	-	23.039,7	429	152.610,42	47,64%
☐ L1EEMPc - Cuchilla	No sella	17.637,5	117	170.247,91	53,15%
	-	1.097,9	3	171.345,83	53,49%
	Falla sensor (presencia de empaques)	129,2	1	171.474,99	53,53%
	Caida de temperatura	129,2	2	171.604,16	53,57%
☐ L1MEMPh - Transportador de salida	-	17.405,2	153	189.009,37	59,01%
☐ L1MEMPc - Ciclador	Fuera de tiempo	6.768,3	58	195.777,70	61,12%
	Caida de barras	5.826,5	62	201.604,19	62,94%
	-	2.932,1	30	204.536,28	63,86%
☐ L1MEMPe - Horno	Tranca de transportador	8.938,3	71	213.474,61	66,65%
	-	1.588,8	10	215.063,36	67,14%
	Ajuste de sufrideras	607,1	4	215.670,44	67,33%
☐ L1MTAPd - Bajante de tapas	Tapa trancada en el bajante	5.521,9	81	221.192,32	69,06%
	Tapa volteada	5.050,4	105	226.242,74	70,63%
	Ajuste de guia	284,2	2	226.526,90	70,72%
	-	219,6	3	226.746,49	70,79%
☐ L1MDEPd - Arrumador de paletas vacias	Tranca de paleta	4.740,4	32	231.486,90	72,27%
	-	1.446,7	5	232.933,57	72,72%
	Falla del elevador	1.291,7	8	234.225,24	73,12%
☐ L1MEMPa - Cadena de entrada	Caida de envases	7.091,3	101	241.316,49	75,34%
	-	90,4	1	241.406,90	75,37%
☐ L1ECODb - Impresion defectuosa	-	5.502,5	21	246.909,40	77,08%
☐ L1EEMPd - Horno	Baja temperatura	3.720,0	19	250.629,40	78,25%
	-	813,8	2	251.443,15	78,50%
	Sensor activado	632,9	3	252.076,07	78,70%
☐ L1MTAPc - Molino de tapas	-	2.531,7	14	254.607,74	79,49%
	Tranca de tapas	2.409,0	36	257.016,69	80,24%
☐ L1MTAPe - Roscador/Tapador	-	1.705,0	12	258.721,69	80,77%
	Tapa trancada	1.156,0	17	259.877,74	81,13%
	Ajuste roscador	813,8	7	260.691,49	81,39%
	Ajuste del torque	710,4	10	261.401,90	81,61%
☐ L1EEMPf - Cajetin parada entrada	-	3.422,9	1	264.824,82	82,68%
☐ L1ECODE - Mantenimiento codificador	-	3.422,9	1	268.247,74	83,75%
☐ L1EDEPa - Transportador de entrada	No enciende	2.564,0	12	270.811,69	84,55%
	-	775,0	2	271.586,69	84,79%
☐ L1MTVTd - Falta de tapas	-	3.242,1	21	274.828,78	85,80%
☐ L1MEMPd - Cuchilla	-	2.777,1	10	277.605,86	86,67%
	No sube	116,3	1	277.722,11	86,70%
☐ L1MCOdc - Se dispara	-	2.480,0	10	280.202,11	87,48%
☐ L1EVAEb - Falla en la turbina	-	2.480,0	19	282.682,11	88,25%
☐ L1MTLLa - Tranca de envases	-	2.441,3	16	285.123,36	89,01%
☐ L1EDEPg - Sistema eléctrico	Panel Control se apaga	2.415,4	1	287.538,78	89,77%
☐ L1EEMPg - Mesa cosumo termoencogible	Sensor final film desajustado	2.312,1	6	289.850,86	90,49%
☐ L1ETRC001 - Se dispara transportador	-	2.021,5	14	291.872,32	91,12%

Fuente: Pepsi-Cola Venezuela

ANEXO B: ESQUEMA DE PERSONAL

Grupo A (Jose Medina)			
Linea 1	Javier Colmenarez	x	Depaletizador 1
	Jonel Aular	x	Preparador de paleta
	Octavio Caldera	x	Llenadora
	Saul Cabezo	x	Empaletar
	Jesus Rodriguez	x	Empaletar
	Jhonatan Magallanes	x	Empaquetadora
Linea 2	Francisco Gonzales	x	Depaletizador 2
	Dany Obispo	x	Posicionador
	Daniel Ortiz	x	Llenadora 2
	Miguel Orta	x	Empaquetadora
	Ruben Salazar	x	ROBOT
	Jose Monasterio	x	ROBOT
	Carlos Cedeño		Equipo Moviles
Relevo	Joel Gomez	x	Linea 1
	Ramón García	x	Linea 2
			Linea 2
	Jeniffer Vilchez 1° turno	x	Carga De Data
Vacacionista	Marcos Matute	x	Linea 2
Vacacionista	Sergio Chirinos	x	Linea 1
Equipos Móviles	Edwir Da Silva	x	Envolvedora
	Yhan Villalobos	x	Envolvedora
	William Natera	x	Montacarguista
	Richard Zamora	x	Montacarguista
Grupo B (Alexis Duran)			
Linea 1	Wilmer Zapata	x	Depaletizador 1
	Teofilo Araujo	x	Preparador de paleta
	Jean Bolivar	x	Llenadora
	Jean Talavera	x	Empaletar
	Antonio Yanez	x	Empaletar
	Franklin Rivas	x	Empaquetadora
Linea 2	William Caceres	x	Depaletizador 2
	Carlos Vasquez	x	Posicionador
	Arelis Blanco	x	Llenadora 2
	Edgar Romero	x	Empaquetadora
	Carlos Delgado	x	ROBOT
	Jose Romero	x	ROBOT
Relevo	Morales Jesus	x	Linea 1
	Douglas Zambrano	x	Linea 2
	Ruben Escobar	x	Linea 2
	Angelo Moreno 1T	x	Carga de data
Vacacionista	Abraham Tirado	x	Linea 1
Vacacionista			
Equipos Móviles	Mary Carmen Adrian	x	Envolvedora
	Morelba Curbelo	x	Envolvedora
	Alexander Arguinzones	x	Montacarguista
	Luis Bello	x	Montacarguista
Grupo D (Oscar Viloria)			
Linea 3	Daniel Lezama	x	Posicionadora
	Daysu Pérez	x	Llenadora
	Danny Rodríguez	x	Empaletar
	José González	x	Empaletar
	Diego Perez	x	Cambiador
Linea 4	Miguel Rincon	x	Despaletizador
	Maiker Santa Cruz	x	Llenadora
	Franklin Barrios	x	Empaquetadora
	Ronny Vilchez	x	Empaletado
	Marcelo Prim	x	Empaletado
	Anthony de Abreu	x	Sala de Jarabe
Maribel Tovar	Rota 1° turno	x	
Felix Jimenez	Rota 2° turno	x	
Maria Liscano	Rota 1° turno	x	
Darine Barreto	Rota 1° turno	x	
Merlin Rodriguez	Rota 1° y 2° turno	x	
Relevo	Jose Mendoza	x	Linea 3
	Willmer Martinez	x	Linea 4
	María Rodriguez	x	Linea 5
Vacacionista	Raynier Cordoba	x	Linea 4
	Ali Lopez	x	Linea 3
Tecnico Junior Delgado			
Grupo E (David Martinez)			
Linea 3	Willian Blanco	x	Posicionadora
	Silvia Mosqueda	x	Llenadora
	Geronimo Oropeza	x	Empaletar
	Stailin Sulbaran	x	Empaletar
	Yhonaty Aponte	x	Cambiador
Linea 4	Albert Acosta	x	Despaletizador
	Jhonatan Montenegro	x	Llenadora
	Saul Colmenares	x	Empaquetadora
	Miguel Rivas	x	Empaletado
	Andres Monterrey	x	Empaletado
	Jhonny Espinoza	x	Sala de Jarabe
Relevo	Zaira Rangel	x	Rota 2° turno
	Luisa Rodriguez	x	Rota 2° turno
	José Gil	x	Rota 1° y 2° turno
	Rosalino Gonzalez	x	Rota 1° y 2° turno
	Carlos Cedeño	x	Rota 1° y 2° turno
Vacacionista	Jose Briceño	x	Linea 3
	Fernando Marchan	x	Linea 4
	Oropeza Javier	x	Linea 5
Vacacionista	Jorge Montila	x	Linea 3
	Oglis Morales	x	Linea 4
Tecnico Grey Esaa			

Fuente: Pepsi-Cola Venezuela

ANEXO C: PLAN DE MANTENIMIENTO MES DE ENERO 2014(DATOS EXTRAIDOS DE SAP)

Orden	Clase de orden	Fe.inic.extrema	Texto breve
9297793	PM03	31/03/2014	LUB MEC QUINC EMPAQUETADORA L1
9316745	PM03	31/03/2014	INSP ELE SEMANAL CODIFICADOR L1
9250661	PM03	30/03/2014	INSP ELEC TRIMESTRAL CODIFICADOR L1
9254360	PM03	30/03/2014	LIMP MEC SEMES EMPAQUETADORA L1
9270714	PM03	30/03/2014	INSP MEC MENSUAL EMPAQUETADORA L1
9296953	PM03	30/03/2014	LUBR MEC QUINCENAL LLENADORA L1
9296954	PM03	30/03/2014	LUBR MEC MENSUAL LLENADORA L1
9297799	PM03	30/03/2014	INSP MEC QUINCENAL LLENADORA L1
9316751	PM03	30/03/2014	LUB MEC SEMANAL LLENADORA L1
9316752	PM03	30/03/2014	INSP ELE SEMANAL VIA VERTICAL BOT L1
9319512	PM03	30/03/2014	INSP MEC SEMANAL EMPAQUETADORA L1
9319513	PM03	30/03/2014	INSP MEC SEMANAL LLENADORA L1
9296957	PM03	29/03/2014	MTTO MEC QUINC VIA BOT VACIAS L1
9316746	PM03	29/03/2014	INSP ELE SEMANAL DESPALETIZAD L1
9316748	PM03	29/03/2014	INSP ELE SEMANAL EMPAQUETADORA L1
9316749	PM03	29/03/2014	INSP ELE SEMANAL LLENADORA L1
9261676	PM03	27/03/2014	LUB MEC MENSUAL VIA BOT LLENA L1
9230562	PM03	23/03/2014	LUBR MEC SEMESTRAL DESPALETIZAD L1
9250664	PM03	23/03/2014	INSP ELEC BIMESTRAL LLENADORA L1
9254358	PM03	23/03/2014	INSP MEC MENSUAL DESPALETIZAD L1
9261675	PM03	23/03/2014	LUBR MEC MENSUAL DESPALETIZAD L1
9296956	PM03	23/03/2014	LUB MEC QUINC VIA VERTICAL BOT L1
9297797	PM03	23/03/2014	LUB MEC SEMANAL LLENADORA L1
9297801	PM03	23/03/2014	INSP ELE SEMANAL VIA VERTICAL BOT L1
9170657	PM03	22/03/2014	INSP MEC ANUAL LLENADORA L1
9297790	PM03	22/03/2014	INSP ELE SEMANAL CODIFICADOR L1
9297791	PM03	22/03/2014	INSP ELE SEMANAL DESPALETIZAD L1
9297792	PM03	22/03/2014	INSP ELE SEMANAL EMPAQUETADORA L1
9297796	PM03	22/03/2014	INSP ELE SEMANAL LLENADORA L1
9297798	PM03	22/03/2014	INSP MEC SEMANAL LLENADORA L1
9301365	PM03	22/03/2014	INSP MEC SEMANAL EMPAQUETADORA L1
9286117	PM03	17/03/2014	INSP ELE SEMANAL CODIFICADOR L1
9234697	PM03	16/03/2014	INSP ELEC MENSUAL FILTRO UV L1
9279227	PM03	16/03/2014	INSP ELE SEMANAL DESPALETIZAD L1
9279229	PM03	16/03/2014	INSP ELE SEMANAL LLENADORA L1
9279230	PM03	16/03/2014	LUB MEC SEMANAL LLENADORA L1
9279234	PM03	16/03/2014	INSP ELE SEMANAL VIA VERTICAL BOT L1
9282764	PM03	16/03/2014	INSP ELE SEMANAL EMPAQUETADORA L1
9234703	PM03	15/03/2014	INSP MEC MENSUAL MESA PALETIZADO L1
9248666	PM03	15/03/2014	INSP MEC MENSUAL VIA CAJAS PLAST L1
9266283	PM03	15/03/2014	MTTO MEC QUINC VIA BOT VACIAS L1
9268402	PM03	15/03/2014	INSP ELEC TRIM ENVOLVEDORA L1
9270796	PM03	15/03/2014	INSP MEC QUINCENAL LLENADORA L1
9279228	PM03	15/03/2014	INSP MEC SEMANAL EMPAQUETADORA L1
9279232	PM03	15/03/2014	INSP MEC SEMANAL LLENADORA L1
9267827	PM03	13/03/2014	LUB MEC QUINC VIA VERTICAL BOT L1
9189441	PM03	12/03/2014	LUB MEC TRIM ENVOLVEDORA L1
9267824	PM03	10/03/2014	LUB MEC QUINC EMPAQUETADORA L1
9268394	PM03	10/03/2014	INSP ELE SEMANAL CODIFICADOR L1
9189442	PM03	09/03/2014	INSP MEC TRIM ENVOLVEDORA L1
9248663	PM03	09/03/2014	INSP MEC MENSUAL VIA BOT LLENA L1
9248664	PM03	09/03/2014	INSP MEC MENSUAL VIA VERTICAL BOT L1
9267825	PM03	09/03/2014	LUB MEC SEMANAL LLENADORA L1
9268403	PM03	09/03/2014	INSP ELE SEMANAL LLENADORA L1
9268405	PM03	09/03/2014	INSP ELE SEMANAL VIA VERTICAL BOT L1
9270713	PM03	09/03/2014	INSP MEC SEMANAL EMPAQUETADORA L1
9270715	PM03	09/03/2014	INSP MEC SEMANAL LLENADORA L1
9190232	PM03	08/03/2014	INSP ELEC TRIMEST DESPALETIZAD L1
9190296	PM03	08/03/2014	INSP ELE TRIM VIA CAJAS PLAST L1
9267117	PM03	08/03/2014	INSP ELE SEMANAL DESPALETIZAD L1

Fuente: Pepsi-Cola Venezuela

ANEXO D: MODELO DE AYUDA VISUAL CON LOS PARAMETROS DE LAS MAQUINAS

		PARÁMETROS DEL DESPALETIZADOR LINEA 1							
FECHA DE ACTUALIZACION: 15-ENERO-2014		EQUIPO: DESPALETIZADOR	LÍNEA: 1	Panel					
EDITAR FORMATO									
Alturas (pulsos)									
Nº	FUNCION	VALOR (pulsos de encoder)	Nº	FUNCION	VALOR				
1001	Retirar Marco	56600	1004	Compensación altura de botella	0				
1002	Ultima camada	135000	1005	Cambio velocidad baja elevador	8829				
1003	Altura de botrella	4200	1006	Cambio velocidad media elevador	10000				
Velocidades (%)									
Nº	FUNCION	VALOR (Hz)			Nº	FUNCION	VALOR		
		Baja	Media	Alta			Baja	Media	Alta
1011	TURBINA 1	-	40	-	1017	MALLA CORTA	40	45	-
1012	TURBINA 2	-	35	-	1018	BARRIDO	140	160	-
1013	TURBINA 3	-	35	-	1019	ENFILADOR	-	50	-
1014	AGITADOR	-	90	-	1020	TRANSPORTE ARRUMADOR	-	30	-
1015	CURVA	-	90	-	1021	JIRAFÁ	-	73	-
1016	MALLA LARGA	1	35	-	1022	ELEVADOR	15	20	30
Tiempos (Seg)									
Nº	FUNCION	VALOR (Segundos)	Nº	FUNCION	VALOR (Segundos)				
1030	MESA LIBRE PARA BARRIDO	1	1036	MÍNIMA ACUM. SIN BOTELLAS VÍA AÉREA	1				
1031	DET. PALETA ARR. TRANSPORTADOR 1	20	1037	MÍNIMA ACUM. CON BOTELLAS VÍA AÉREA	1				
1032	PRESENCIA DE PALETA EN ARRUMADOR	10	1038	JIRAFÁ Y LLENADORA DETENIDOS	95				
1033	SUBIR ARRUMADOR	10	1039	CERRAR SUJETADOR	1				
1034	JIRAFÁ Y CARRO DETENIDOS	10	1040	MÍNIMA ACUM. BOTELLAS SALIDA	2				
1035	MÍNIMA ACUM. BOTELLAS SALIDA	2	1041	MÍNIMA ACUM. CON BOTELLAS VÍA AÉREA	1				
Tiempos									
Tiempos generales del sistema (Segundos)									
Nº	FUNCION	VALOR (Segundos)	Nº	FUNCION	VALOR (Segundos)				
1101	Tiempo max de transferencia del transportador de paletas 1 al transportador de paletas 2	60	1106	Tiempo maximo barrido a descarga	30				
1102	Tiempo max de transferencia del transportador de paletas 2 al transportador de paletas 3	90	1107	Tiempo maximo apertura sujetador de camada	30				
1103	Tiempo max de transferencia del transportador de paletas 3 al transportador de paletas 4	120	1108	Tiempo maximo puertas elevador abiertas	30				
1104	Tiempo de supervisión Arrumador de paletas llenos	5	1109	Tiempo maximo puertas elevador cerradas	30				
1105	Tiempo maximo carro de barrido a posición de carga	30	1110						

Fuente: Pepsi-Cola Venezuela

ANEXO E: DESCRIPCION DE MODELO DE SIMULACION

1. Objetivo de la simulación

El modelo de simulación de la línea 1 de envasado de agua mineral de 330 ml, tiene como objetivo la representación más cercana a la realidad de la situación actual, para conseguir identificar las causas de baja productividad y producción de la misma. A través de la simulación se conocerá de qué manera impactan las soluciones propuestas a la línea en cuanto al número de cajas producidas diariamente, y el % de productividad basado en botellas que ingresan al modelo y botellas que salen del modelo.

2. Tiempo de modelado

Cada replicación del modelo se ejecutara por un día completo, debido a que en la planta se laboran las 24 horas completas en tres turnos.

3. Cálculo de número de replicaciones

El número de replicaciones se calculó a través de la realización de una prueba piloto de 20 replicaciones, los resultados de cada replicación de dicha prueba se agruparon para calcular la sumatoria al cuadrado de los mismos. A través de la Ecuación 3 se calculó el número de replicaciones con una confianza del 95%:

Ecuación 3: Cálculo de número de replicaciones. Modelación y simulación.

Fuente: Ríos & Martín (2009)

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' * \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)$$

Dónde:

n' = número de observaciones del estudio preliminar.

$\sum x$ = Suma de los valores.

X = Valor de las observaciones

n = tamaño de muestra que se desea determinar.

Luego de aplicar la ecuación anterior resulto un numero de replicaciones de $n \approx 8$.

4. Validación del modelo de simulación

Para validar el modelo se utilizó una prueba de hipótesis de muestras apareadas, T- Student estableciendo como variables las siguientes:

$X = \text{Numero de cajas salientes reales}$

$Y = \text{Numero de cajas salientes del modelo de simulación}$

Los resultados de la ejecución del modelo de simulación se pueden observar en la Tabla 24.

A través del programa estadístico SPSS se realizó la siguiente prueba de hipótesis:

$$H_0: \mu_x - \mu_y = 0$$

$$H_1: \mu_x - \mu_y \neq 0$$

Dónde:

μ_x = Numero promedio de cajas producidas reales

μ_y =Numero promedio de cajas producidas por el modelo de simulación

A continuación se muestran los resultados de la prueba de hipótesis (Ver Figura

34):

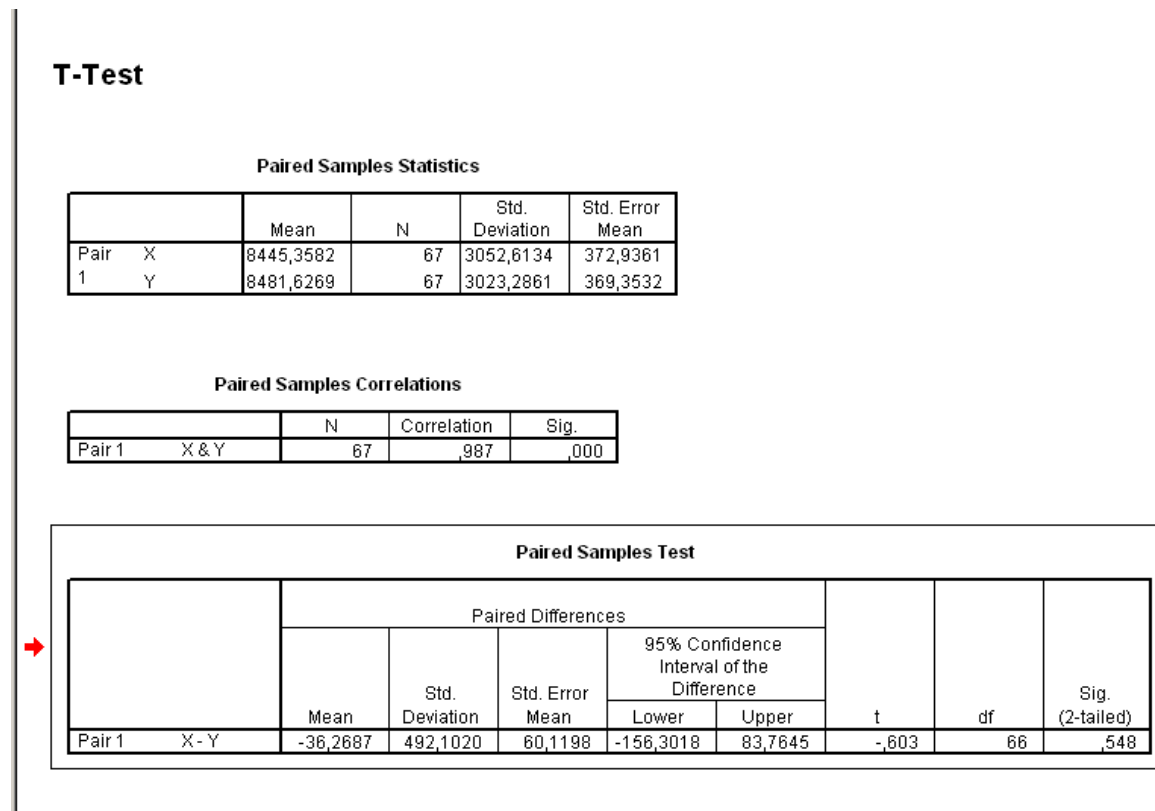


Figura 34: Resultados de la prueba de hipótesis.

Fuente: SPSS

Como se observa en la figura anterior se puede afirmar que las dos medias son iguales debido a que en el intervalo se encuentra contenido el cero.

Además de la prueba de hipótesis también se realizó un diagrama de cajas y bigotes para cada serie de valores, para poder visualizar si existe alguna diferencia significativa entre ellos (Ver Figura 35).

Tabla 24: Resultados de la ejecución del modelo de simulación para la validación.

X CAJAS PRODUCIDAS REALES	Y CAJAS PRODUCIDAS POR EL MODELO DE SIMULACION
6.536,00	6.435,00
11.700,00	11.466,00
10.179,00	10.179,00
13.104,00	13.104,00
11.232,00	10.998,00
4.612,00	4.563,00
10.130,00	10.179,00
12.987,00	12.870,00
13.221,00	13.104,00
13.104,00	13.104,00
12.753,00	12.636,00
3.838,00	3.861,00
3.416,00	3.393,00
6.903,00	6.903,00
11.583,00	11.466,00
10.179,00	10.179,00
2.574,00	2.457,00
4.480,00	4.329,00
8.975,00	9.009,00
11.349,00	11.232,00
11.700,00	11.466,00
10.998,00	10.179,00
7.254,00	7.137,00
3.861,00	3.861,00
7.839,00	7.839,00
7.250,00	10.179,00
9.832,00	10.764,00
11.786,00	11.700,00
6.583,00	6.435,00
10.413,00	8.307,00
10.647,00	10.764,00
10.881,00	10.764,00
11.129,00	11.700,00
11.230,00	10.998,00

X CAJAS PRODUCIDAS REALES	Y CAJAS PRODUCIDAS POR EL MODELO DE SIMULACION
8.307,00	8.307,00
10.881,00	10.764,00
10.998,00	10.764,00
11.115,00	10.998,00
10.688,00	10.647,00
4.874,00	4.797,00
6.903,00	6.903,00
6.435,00	6.435,00
4.914,00	4.797,00
6.540,00	6.435,00
5.043,00	5.031,00
5.733,00	5.733,00
5.733,00	5.733,00
5.031,00	5.031,00
5.265,00	5.265,00
6.561,00	6.435,00
10.296,00	10.413,00
9.360,00	9.477,00
10.764,00	10.764,00
234,00	117,00
4.914,00	4.137,00
10.647,00	10.647,00
10.378,00	11.700,00

Fuente: Realización propia

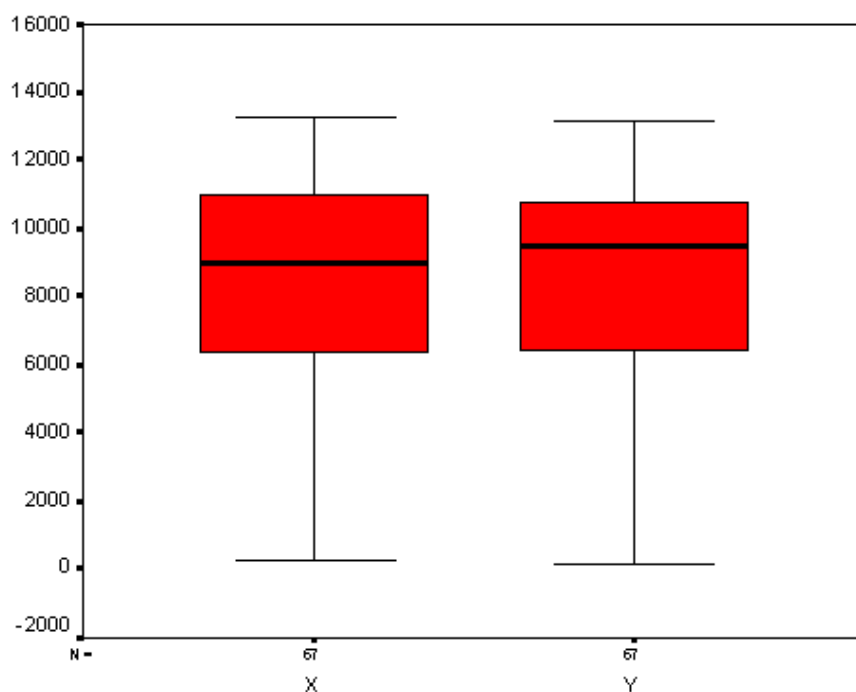


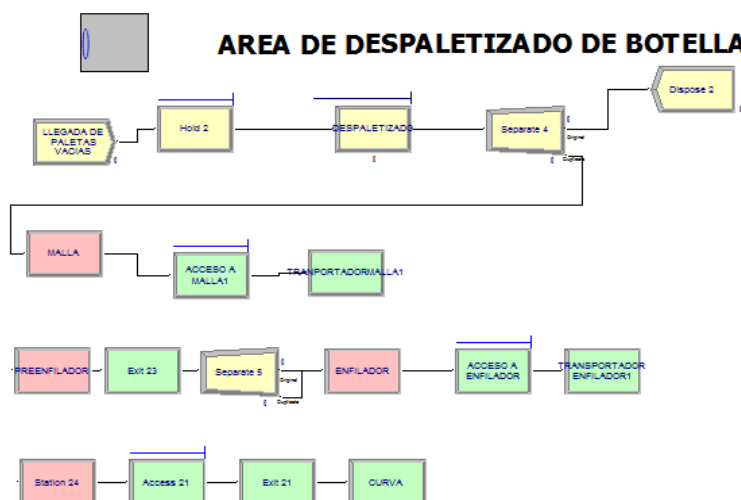
Figura 35: Diagrama de cajas y bigotes.

Fuente: Realización propia.

5. Descripción lógica de las maquinarias

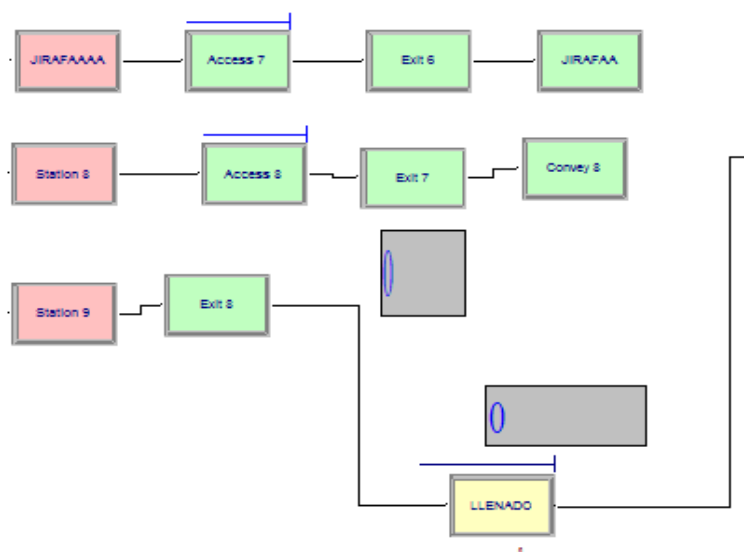
El modelo de simulación se divide en tres áreas: el área de despaletizado, el área de llenado y la área de empaquetado.

En el área de despaletizado se encuentran el carro de barrido junto con las mallas transportadoras y el enfilador, donde entran las botellas vacías en paletas de 5560 y las mismas se trasladan hacia las vías aéreas, la entrada de botellas se obtuvo de la información histórica de la empresa y de la misma se calculó una distribución, a continuación se muestran la imagen de la lógica mencionada anteriormente



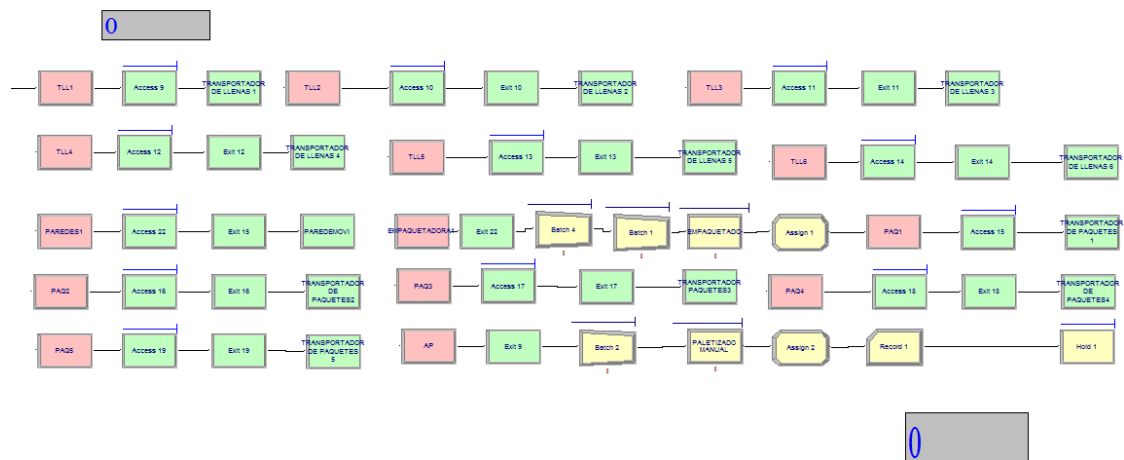
En el área de llenado están las vías aéreas junto con la llenadora, los tiempos utilizados en el modelo se muestran en la Tabla 10, a continuación si visualizan la imagen siguiente se encuentra la interfaz del modelo

VIAS AEREAS Y LLENADORA



Por último se encuentra el área de empaquetado la cual contempla las bandas transportadoras de botellas llenas y empaques, la empaquetadora y el paletizado manual, las paletas producidas por días son almacenadas en un “hold” y las mismas son contadas a través de una “Record” a continuación en la siguiente imagen se muestra la lógica del modelo:

TRANSPORTE DE BOTELLAS LLENAS, EMPAQUETADORA Y PALETIZADO MANUAL



ANEXO F: COSTOS DE MAQUINARIAS

1. Empaquetadora

El costo de la maquinaria necesaria para las últimas propuestas se ubicaron en una página de internet a continuación se muestra una imagen de la empaquetadora que se va a utilizar (Ver Figura 36)



Figura 36: Empaquetadora necesaria para la propuesta P5.

Fuente: Máquina de embalaje Recuperado el 30/07/14 desde: <http://spanish.alibaba.com/products/heat-shrink-packing-machine-503601826.html>

A continuación se presenta una tabla con las especificaciones de la maquinaria, cabe acotar que se necesitan tres (3) empaquetadoras para poder cubrir la capacidad que se desea (Ver Tabla 25)

Tabla 25: Especificaciones de empaquetadora.

Dimensión (mm)	5050*3300*2100
La velocidad de los envases (paquetes por minuto)	8-12
altura de la correa de transporte	920 (& plusmn; 200)
de energía de la electricidad de trabajo	380v 22kw (3phase 5wires)
Presión de trabajo (mpa)	0.6-0.8

Fuente: Máquina de embalaje Recuperado el 30/07/14 desde: <http://spanish.alibaba.com/products/heat-shrink-packing-machine-503601826.html>

2. Posicionadora

A continuación se muestra la imagen de la maquinaria propuesta y sus especificaciones (Ver Figura 37 y Tabla 26)



Figura 37: Posicionadora propuesta.

Fuente: Posicionadora para botellas pet recuperado el 30/07/14 desde: <http://spanish.alibaba.com/p-detail/el-%C3%BAimo-posicionador-para-botellas-de-pet-300001360229.html>

Tabla 26: Especificaciones de posicionadora propuesta.

botella número ubicación	14
la teoría de la capacidad	8000b/h
la más alta capacidad	12000b/h
la presión de aire en bruto	0.7 mpa
consumo de aire	1.5m ³ /min
potencia del motor principal	1.5kw
ascensor de energía	0.75kw
dimensión	& phi; 2200x2340
de peso	3000kg

Fuente: Posicionadora para botellas pet recuperado el 30/07/14 desde: <http://spanish.alibaba.com/p-detail/el-%C3%BAltimo-posicionador-para-botellas-de-pet-300001360229.html>

ANEXO G: CALCULO DEL VPN

Para el cálculo del VPN se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 4: Calculo del VPN

$$VPN = -I_0 + \frac{R_1}{(1+k)} + \frac{R_2}{(1+k)^2} \dots \frac{R_n}{(1+k)^n}$$

Dónde:

I_0 = Inversión Inicial

R_n = Valor del flujo de efectivo en cada periodo

K = Rendimiento mínimo aceptable

N = Periodos

En cuanto al rendimiento que se utilizó fue el 78%, este valor se obtuvo por la suma de los siguientes valores:

- Inflación: 50%
- Tasa de financiamiento de los bancos: 18%
- Porcentaje de ganancia para la inversión: 10%

Propuesta P₁₂₃₄: Modificación del plan de mantenimiento, monitoreo de parámetros de línea, reestructuración de cuadro de relevos y monitoreo de estado de paletas a la entrada

A continuación en la Tabla 27 se muestra el cálculo de la ganancia anual calculada para el VPN.

Tabla 27: Resultados del impacto técnico si se llegara a aplicar la propuesta junto el beneficio que se obtendría anualmente.

NUMERO DE PALETAS QUE ENTRAN	NUMERO DE PALETAS SALIENTES DEL MODELO ACTUAL	NUMERO DE PALETAS SALIENTES EN MODELO CON PROPUESTA
58	110,63	114,00
70	112,25	128,00
80	112,25	127,88
90	112,25	127,88
100	112,25	127,88
PROMEDIO	111,93	125,13
COSTO POR PALETA	Bs. 9.828,00	
BENEFICIO DIARIO	Bs. 1.100.008,73	Bs. 1.229.757,98
DIAS LABORALES	264,00	
BENEFICIO ANUAL	Bs. 290.402.304,19	Bs. 324.656.107,78

Fuente: Realización propia

Debido a que esta propuesta no acarrea ninguna contratación adicional se calculó el VPN sin ninguna inversión inicial (Ver Ecuación 5)

Ecuación 5: Calculo del VPN para la propuesta P_{1234} .

$$VPN = \frac{324.656.107,78}{(1 + 0,78)} + \frac{324.656.107,78}{(1 + 0,78)^2} + \frac{324.656.107,78}{(1 + 0,78)^3}$$

$$VPN = Bs. 342.423.636,98$$

Propuesta P_5 : Cambio de empaquetadora

En la siguiente tabla muestra los resultados del impacto técnico de la propuesta, junto con la ganancia que recibirá la empresa si llega a aplicar la misma (Ver Tabla 28)

Tabla 28: Resultados de impacto técnico en cuanto al número de paletas junto con la ganancia anual.

NUMERO DE PALETAS QUE ENTRAN	NUMERO DE PALETAS SALIENTES DEL MODELO ACTUAL	NUMERO DE PALETAS SALIENTES EN MODELO CON PROPUESTA
58	110,63	109,50
70	112,25	113,13
80	112,25	113,13
90	112,25	113,13
100	112,25	113,13
PROMEDIO	111,93	112,40
COSTO POR PALETA	Bs. 9.828,00	
BENEFICIO DIARIO	Bs. 1.100.008,73	Bs. 1.104.706,51
DÍAS LABORALES	264,00	
BENEFICIO ANUAL	Bs. 290.402.304,19	Bs. 291.642.519,17

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra en la Tabla 29 los indicadores usados para el cálculo de la inversión inicial.

Tabla 29: Cálculo de la inversión inicial para la propuesta P_5 .

INVERSIÓN INICIAL	
COSTO DE LA EMPAQUETADORA	\$ 60.000,00
FLETE	\$ 3.400,00
TASA SICAD II	Bs. 50,00
SUB TOTAL COSTO DE MAQUINA EN BOLIVARES	Bs. 3.170.000,00
IMPUESTOS	Bs. 1.172.900,00
TOTAL COSTO MAQUINARIA	Bs. 4.342.900,00
PUESTA EN MARCHA	Bs. 6.500.000,00
MONTAJE MECANICO	Bs. 2.000.000,00
INVERSIÓN INICIAL	Bs. 12.842.900,00

Fuente: Realización propia.

Luego de haber calculado cada término necesario para el VPN se procede a colocarlos en la ecuación (Ver Ecuación 4) para obtener el valor del VPN final (Ver Ecuación 6)

Ecuación 6: Calculo del VPN para la propuesta P_5

Fuente: Realización propia

$$VPN = -12.842.900,00 + \frac{291.642.519,17}{(1 + 0,78)} + \frac{291.642.519,17}{(1 + 0,78)^2} + \frac{291.642.519,17}{(1 + 0,78)^3}$$

$$VPN = 294.760.406,14$$

Propuesta P_6 : Colocación de posicionadora

En la Tabla 32 y Tabla 31 se observa los valores de la ganancia anual que percibirá la empresa si llegara a aplicar la propuesta P_6 y los indicadores utilizados para calcular la inversión inicial respectivamente

Tabla 30: Resultados de colocación de propuesta en el modelo junto con ganancia anual que se percibirá.

NUMERO DE PALETAS QUE ENTRAN	NUMERO DE PALETAS SALIENTES DEL MODELO ACTUAL	NUMERO DE PALETAS SALIENTES EN MODELO CON PROPUESTA
58	110,63	114,00
70	112,25	123,75
80	112,25	124,75
90	112,25	125,13
100	112,25	122,38
PROMEDIO	111,93	122,00
COSTO POR PALETA	Bs. 9.828,00	
BENEFICIO DIARIO	Bs. 1.100.008,73	Bs. 1.199.035,66
DIAS LABORALES	264,00	
BENEFICIO ANUAL	Bs. 290.402.304,19	Bs. 316.545.413,18

Fuente: Realización propia

Tabla 31: Cálculo de inversión inicial para la colocación de la posicionadora.

INVERSION INICIAL	
COSTO DE LA POSICIONADORA	\$ 30.000,00
FLETE	\$ 3.400,00
TASA SICAD II	Bs. 50,00
SUB TOTAL COSTO DE MAQUINA EN BOLIVARES	Bs. 1.670.000,00
IMPUESTOS	Bs. 617.900,00
TOTAL COSTO MAQUINARIA	Bs. 2.287.900,00
PUESTA EN MARCHA	Bs. 6.500.000,00
MONTAJE MECANICO	Bs. 2.000.000,00
INVERSION INICIAL	Bs. 10.787.900,00

Fuente: Realización propia

Ecuación 7: Cálculo del VPN para la propuesta P_6

$$VPN = -10.787.900,00 + \frac{316.545.413,18}{(1 + 0,78)} + \frac{316.545.413,18}{(1 + 0,78)^2} + \frac{316.545.413,18}{(1 + 0,78)^3}$$

$$VPN = 323.081.166,54$$

Propuesta P_{56} : Colocación de posionadora y cambio de empaquetadora

Para esta propuesta se calculo la ganancia que se recibirá si se llegara aplicar la misma (Ver Tabla 32) y la inversión inicial que corresponde a invertir en una posicionadora y una empaquetadora (Ver Tabla 33).

Tabla 32: Resultados de la evaluación técnica de la propuesta P_{56} junto con el cálculo de la ganancia anual si se llegara a aplicar.

NUMERO DE PALETAS QUE ENTRAN	NUMERO DE PALETAS SALIENTES DEL MODELO ACTUAL	NUMERO DE PALETAS SALIENTES EN MODELO CON PROPUESTA
58	110,63	114,00
70	112,25	129,00
80	112,25	128,88
90	112,25	128,88
100	112,25	129,00
PROMEDIO	111,93	125,95
COSTO POR PALETA	Bs. 9.828,00	
BENEFICIO DIARIO	Bs. 1.100.008,73	Bs. 1.237.856,26
DIAS LABORALES		264,00
BENEFICIO ANUAL	Bs. 290.402.304,19	Bs. 326.794.051,58

Fuente: Elaboración Propi

Tabla 33: Calculo de la inversión inicial para la propuesta P_{56}

INVERSION INICIAL	
COSTO DE LA POSICIONADORA + EMPAQUETADORA	\$ 90.000,00
FLETE	\$ 6.800,00
TASA SICAD II	Bs. 50,00
SUB TOTAL COSTO DE MAQUINA EN BOLIVARES	Bs. 4.840.000,00
IMPUESTOS	Bs. 1.790.800,00
TOTAL COSTO MAQUINARIA	Bs. 6.630.800,00
PUESTA EN MARCHA	Bs. 13.000.000,00
MONTAJE MECANICO	Bs. 4.000.000,00
INVERSION INICIAL	Bs. 23.630.800,00

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta el resultado del cálculo del VPN (Ecuación 8: Calculo del VPN para la propuesta Ecuación 8)

Ecuación 8: Calculo del VPN para la propuesta P_{56}

$$VPN = - 23.630.800,00 + \frac{326.794.051,58}{(1 + 0,78)} + \frac{326.794.051,58}{(1 + 0,78)^2} + \frac{326.794.051,58}{(1 + 0,78)^3}$$

$$VPN = 321.047.784,53$$

REFERENCIAS

1. Referencias bibliográficas

- Coss, R. B. (2003) **Simulación: Un enfoque práctico**. México: Limusa S.A Editorial.
- Cruelles, J. A. (2010). **Teoría de la medición del despilfarro**. 2da Edición Toledo: Artef, S.L. Editorial
- Díaz, J. L. (2005) **Análisis y planeamiento** San José: Universidad estatal a distancia Editorial
- Larson, H. (1992) **Introducción a la teoría de probabilidades e inferencia estadística** México: Editorial Limusa
- Maynard H.B (1991) **Manual de ingeniería y organización industrial**: Editorial Revesties .A.
- Moncada, J.(2005) **Estadística para ciencias del movimiento humano** Editorial d ela universidad de Costa Rica
- Navarro & Martin (2002). **Uso profesional del SPSS**. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona
- OIT(Oficina internacional del trabajo)(1994).**Introducción al estudio del trabajo**: Editorial Limusa
- Rey, F. (2001). **Mantenimiento total de la producción (TPM): Proceso de implementación y desarrollo** Madrid: Fundación confemetal Editorial.
- Riggs, J.(1998).**Sistema de producción Planeación, análisis y control** Editorial Limusa
- Rodríguez, E.(2005) **Metodología de la investigación** México: Editado por Universidad Juárez autónoma de tabasco
- Sabino, C. (1992). **El proceso de la investigación**: Editorial Panapo
- Suñe, Gil &Arcusa (2004) **Manual práctico de diseño de sistemas productivo** Madrid: Díaz dos santos S.A Editorial.
- Ketelhohn, Marin & Montiel (2004) **Inversiones Análisis estratégico**: Editorial Norma

- Wayne & Noe (2005) **Administración de recursos humanos** México: Prentice Hall editorial

2. Referencias en línea

- Guía breve de SPSS 5.0 Recuperado el 19/12/14 desde:
http://www.um.es/ae/soloumu/pdfs/pdfs_manuales_spss/SPSS%20Brief%20Guide%2015.0.pdf
- Universidad nacional de la Santa Manual de simulación con Arena Recuperado el 19/12/13 desde:
<http://campus.claroline.net/claroline/backends/download.php?url=L01hbnVhbF9TaW11bGFjaW9uX0guX0NhcnVsbGlR3NvZnR3YXJlYXJlbnEucGRm&cidReset=true&cidReq=SIMULA123>
- Posicionadora para botellas pet recuperado el 30/07/14 desde:
<http://spanish.alibaba.com/p-detail/el-%C3%BAltimo-posicionador-para-botellas-de-pet-300001360229.html>
- Máquina de embalaje Recuperado el 30/07/14 desde:
<http://spanish.alibaba.com/product-gs/heat-shrink-packing-machine-503601826.html>