



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE MEJORAS PARA LA  
PRODUCCIÓN DE ESENCIAS EN UNA PLANTA DE  
CONCENTRADOS DE UNA EMPRESA DE BEBIDAS DE  
CONSUMO MASIVO”**

**TRABAJO DE GRADO**

presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ÁNDRES BELLO**

como parte de los requisitos para optar al título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**REALIZADO POR:** Troconis Aldaz, Luis Guillermo

**TUTOR ACÁDEMICO:** Delgado, Johana

**FECHA:** mayo 2019

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1	OBJETIVO GENERAL .....	4
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.3	ALCANCES .....	4
1.4	ALCANCES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL TRABAJO DE GRADO. ....	5
1.5	LIMITACIONES .....	5
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1	ANTECEDENTES .....	6
2.2	BASES TEÓRICAS .....	7
2.2.1	<i>Ingeniería de Métodos</i> .....	7
2.2.2	<i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	7
2.2.3	<i>Diagrama de Pareto</i> .....	8
2.2.4	<i>Intervalo de confianza</i> .....	8
2.2.5	<i>Tamaño de muestra método estadístico</i> .....	10
2.2.6	<i>Simulación</i> .....	11
2.2.7	<i>Determinación del número de replicaciones o corridas óptimas de la simulación</i> .....	11
2.2.8	<i>Simbología Diagrama de Flujo</i> . ....	12
2.2.9	<i>Glosario</i> . ....	13
<b>3</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>14</b>
3.1	TIPO DE ESTUDIO .....	14
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. ....	14
3.3	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
3.3.1	<i>Enfoque Cualitativo</i> .....	15
3.3.2	<i>Enfoque Cuantitativo</i> .....	15
3.4	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS .....	16
3.4.1	<i>Entrevista Abierta o no estructurada</i> .....	16
3.4.2	<i>Observación Directa</i> .....	16
3.4.3	<i>Mesas de Trabajo</i> .....	17
3.4.4	<i>Herramientas de trabajo</i> .....	17
3.5	ESTRUCTURA METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	18

<b>4</b>	<b>PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
4.1	ESTUDIO DE LOS PROCESOS .....	20
4.1.1	<i>Caracterización del producto.....</i>	20
4.1.2	<i>Características Generales del área de producción .....</i>	21
4.1.3	<i>Descripción de los procesos.....</i>	22
4.1.4	<i>Planes de Producción.....</i>	29
4.1.5	<i>Simulación del proceso.....</i>	29
4.2	PROBLEMAS QUE INFLUYEN EN EL PROCESO .....	37
4.3	ESTUDIO DE LAS CAUSAS QUE INFLUYEN EN LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN LOS PROCESOS. ....	45
4.3.1	<i>Causas Raíz de los problemas.....</i>	48
<b>5</b>	<b>PROPUESTAS DE MEJORA.....</b>	<b>59</b>
5.1	GRUPO A .....	59
5.1.1	<i>Descripción:.....</i>	60
5.1.2	<i>Incluir los márgenes correctos de tolerancia por presentación.....</i>	60
5.1.3	<i>Mejorar la comunicación entre el Departamento de Calidad de la planta y el</i>	
	<i>Departamento de Calidad Corporativo.....</i>	60
5.1.4	<i>Modificar la configuración del tanque y la bomba de la llenadora.....</i>	61
5.1.5	<i>Cambiar la estación de verificación por peso con una de verificación del volumen de</i>	
	<i>manera visual. 61</i>	
5.1.6	<i>Costos Asociados para las propuestas del grupo A .....</i>	63
5.2	GRUPO B: REDISEÑAR LA DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS Y OPERACIONES DE LA PLANTA. ....	64
5.2.1	<i>Descripción:.....</i>	64
5.2.2	<i>Inclusión de una nueva cinta transportadora para la línea.....</i>	64
5.2.3	<i>La creación de dos platos muertos entre estaciones de trabajo. ....</i>	65
5.2.4	<i>Rediseño de la distribución de los equipos y operaciones dentro del área.....</i>	65
5.2.5	<i>Acciones que tomar para la incorporación de los nuevos equipos y adaptación de los</i>	
	<i>equipos anteriores. ....</i>	67
	<i>Costos Asociados para las propuestas del grupo B:.....</i>	68
5.3	RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MODELO CON BASE A LAS PROPUESTAS .....	69
5.4	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN. ....	71
	<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>73</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>

6.1	RECOMENDACIONES .....	75
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>77</b>
7.1	ANEXO 1: TABLA DE ESTUDIO DE TIEMPOS OPERACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN.....	77
7.2	ANEXO 2: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD DE LAS OPERACIONES.....	78
7.3	ANEXO 3: PLANO DE PLANTA CONCENTRADO .....	82
7.4	ANEXO 4: PLANO ÁREA DE ESENCIAS SITUACIÓN ACTUAL. ....	83
7.5	ANEXO 5: PLANO ÁREA DE ESENCIAS PROPUESTA.....	84
7.6	ANEXO 6: FICHA TÉCNICA BOTELLA 1LT VIDRIO .....	85
7.7	ANEXO 7: ENCUESTA REALIZADA A LOS TRABAJADORES Y EXPERTOS .....	88
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>91</b>

## ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1: DESCRIPCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAL DE PROBABILIDADES. ....	9
FIGURA 2: DESCRIPCIÓN SÍMBOLOS DIAGRAMA DE FLUJO. ....	12
FIGURA 3: PLANO EQUIPOS DE ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ESENCIAS LIQUIDAS ....	22
FIGURA 4: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS DE ESENCIAS PARA JUGOS ....	24
FIGURA 5: CAJAS Y SEPARADORES PARA LOS KITS. ....	25
FIGURA 6: BOTELLAS DE VIDRIO (1) LITRO ETIQUETADAS. ....	25
FIGURA 7: TAPA METÁLICA ....	25
FIGURA 8: BIDONES DE 25 LITROS DE ESENCIAS. ....	25
FIGURA 9: LLENADORA AUTOMÁTICA. ....	27
FIGURA 10: HORNO DE CUELLO.....	28
FIGURA 11: PREPARACIÓN DE KITS DE BOTELLAS EN CAJAS. ....	29
FIGURA 12: PALETA DE KITS DE ESENCIAS.....	29
FIGURA 13: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD DE LOS TIEMPOS DE LAS OPERACIONES DE ETIQUETADO Y LLENADO. ....	33
FIGURA 14: MODELO DE SIMULACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ESENCIAS EN SIMIO 8 ....	34
FIGURA 15: DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LAS PARADAS NO PLANIFICADAS DURANTE LA PRODUCCIÓN. ....	39
FIGURA 16: DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LA MERMA DE MATERIA PRIMA (ESENCIAS) DURANTE LA PRODUCCIÓN. ....	40
FIGURA 17: DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LOS CHOQUES ENTRE ESTACIONES DE TRABAJO. ....	41
FIGURA 18: DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LA PÉRDIDA DE TIEMPO DURANTE LA PRODUCCIÓN. ....	42
FIGURA 19: DIAGRAMA DE PARETO DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN. ....	44
FIGURA 20: DIAGRAMA ¿POR QUÉ? - ¿POR QUÉ? “MÉTODO” ....	45
FIGURA 21: DIAGRAMA ¿POR QUÉ? - ¿POR QUÉ? “MAQUINAS” ....	46
FIGURA 22: DIAGRAMA ¿POR QUÉ? - ¿POR QUÉ? DE “MEDICIÓN” ....	46
FIGURA 23: DIAGRAMA ¿POR QUÉ? - ¿POR QUÉ? DE “MEDIO” ....	47
FIGURA 24: DIAGRAMA ¿POR QUÉ? - ¿POR QUÉ? DE “MANO DE OBRA” ....	47
FIGURA 25: GRÁFICO CONTENIDO NETO VS INDICADOR DE BOTELLAS PRUEBA#1 DEL MÉTODO 1.....	51
FIGURA 26: GRÁFICO CONTENIDO NETO VS INDICADOR DE BOTELLAS PRUEBA#1 DEL MÉTODO 2.....	51
FIGURA 27: GRÁFICO CONTENIDO NETO VS INDICADOR DE BOTELLAS PRUEBA #2 DEL MÉTODO 1 Y MÉTODO 2 ....	53
FIGURA 28: EVIDENCIA DE DIFERENCIA DE ALTURA ENTRE EL TANQUE Y LA BOMBA DE LA LLENADORA. ....	55

EN LA FIGURA 229 NO SE APRECIA LA VERDADERA CONEXIÓN ENTRE LA SALIDA DEL TANQUE Y LA DE LA TUBERÍA DE SUCCIÓN DE LA BOMBA, ESTA ES UNA VÁLVULA *CHECK* QUE SE ENCUENTRA UBICADA EN EL FONDO DEL TANQUE, CON LA SALIDA HACIA LA PARED DE ESTE. .... 55

FIGURA 30: ESTACIÓN DE TRABAJO CON MESA DE ALUMINIO ..... 56

FIGURA 31: EVIDENCIA DE INTERFERENCIA ENTRE ESTACIONES DE TRABAJO..... 57

FIGURA 32: DIAGRAMA ¿CÓMO? - ¿CÓMO? PROPUESTA DE MEJORA CAUSA RAÍZ A ..... 59

FIGURA 33. GRAFICO DEL MÉTODO DE VERIFICACIÓN VISUAL DE LA ESTACIÓN..... 63

FIGURA 34: DIAGRAMA ¿CÓMO? - ¿CÓMO? PROPUESTA DE MEJORA CAUSA RAÍZ B ..... 64

FIGURA 35: PLANO DE PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA ..... 66

FIGURA 36: LEYENDA PLANO DE PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA ..... 67

FIGURA 37: SIMULACIÓN DE ESCENARIO PLANTEADO..... 70

FIGURA 38: DIAGRAMA DE GANTT PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS. .... 72

## ÍNDICE TABLAS

TABLA 1: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
TABLA 2: HERRAMIENTAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
TABLA 3: ESTRUCTURA METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
TABLA 4: UNIDAD DE ANÁLISIS .....	19
TABLA 5: TABLA COMPARATIVA DEL VOLUMEN, PESO Y BOTELLAS UTILIZADOS PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE ESENCIAS .....	21
TABLA 6: TABLA COMPARATIVA DEL ÁREA EN METROS CUADRADOS DE LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN. ....	21
TABLA 7: TOMA DE MUESTRAS PRELIMINAR Y CÁLCULOS DE LOS CUADRADOS. ....	30
TABLA 8: NÚMEROS DE MUESTRA NECESARIOS POR PROCESO.....	31
TABLA 9: TABLA DE TIEMPOS DE LOS PROCESOS DE LA LÍNEA DE LA PRODUCCIÓN 1 .....	32
TABLA 10: RESUMEN RESULTADOS DE LAS DISTRIBUCIONES POR PROCESO. ....	33
TABLA 11: RESULTADOS DE LAS REPLICACIONES DE LA DURACIÓN TOTAL DEL PROCESO.....	35
TABLA 12: ERROR DE LAS RÉPLICAS RESPECTO AL PROMEDIO REAL.....	36
TABLA 13: RESULTADOS TIEMPO TOTAL DE LOS PROCESOS EN LA SIMULACIÓN DEL ESTADO ACTUAL. ....	37
TABLA 14: RESULTADOS DEL TIEMPO PROMEDIO DE LOS PROCESOS EN LA SIMULACIÓN DEL ESTADO ACTUAL. ....	37
TABLA 15: COEFICIENTES TABLA IMPACTO-IMPLEMENTACIÓN .....	43
TABLA 16: TABLA DE FRECUENCIAS, COEFICIENTES Y PUNTAJES .....	44
TABLA 17: AGRUPACIÓN DE CAUSAS POR RELACIÓN CON CAUSA RAÍZ. ....	48
TABLA 18: CAUSAS RAÍZ DEL PROCESO. ....	48
TABLA 19: TABLA RESULTADOS PRUEBA#1 MÉTODO 1.....	52
TABLA 20: TABLA RESULTADOS PRUEBA#1 MÉTODO 2.....	52
TABLA 21: TABLA RESULTADOS PRUEBA#2 .....	53
TABLA 22: TIEMPOS POR OPERACIONES. ....	58
TABLA 23: TABLA DE COSTOS PARA LAS PROPUESTAS DEL GRUPO A .....	63
TABLA 24: ACCIONES A REALIZAR PARA LAS PROPUESTAS DEL GRUPO B. ....	67
TABLA 25: TABLA DE COSTOS PARA LAS PROPUESTAS DEL GRUPO B. ....	69
TABLA 26: RESULTADOS TIEMPO PROMEDIO DE LOS PROCESOS EN LA SIMULACIÓN DEL ESTADO ACTUAL. ....	71
TABLA 27: RESULTADOS TIEMPO TOTAL DE LOS PROCESOS EN LA SIMULACIÓN DE LAS PROPUESTAS.....	71

## **AGRADECIMIENTOS**

Todo el trabajo y esfuerzo realizado ha sido el producto del esfuerzo de mi familia de formarme para ser la mejor versión de mí mismo y a ellos mi eterno agradecimiento, sin ellos nada hubiera sido igual. Gracias a mis padres, mi hermana, mis tíos y mis abuelos. A los que están y a los que partieron, en especial para mi tío Renato el cual me apoyo siempre y hubiera estado muy orgulloso de este logro. ¡Un agradecimiento más que especial para mi Amama la cual nunca pensé que vería este momento y me llena de alegría poder compartirlo con ella a sus 90 años!

También quiero dar las gracias a todos los amigos que me acompañaron durante mi carrera universitaria y la hicieron la mejor etapa de mi carrera, ahora son mis hermanos y seguiremos compartiendo por siempre. ¡Ustedes saben quiénes son! Además de un saludo especial a mi equipo de estudio el cual nunca dejo de apoyarme, para ustedes Jessica, Zarife y William.

Agradecido con la Universidad Católica Andrés Bello, la Escuela de Ingeniería Industrial y a todos los profesores los cuales me guiaron, me enseñaron y me hicieron crecer como persona y ser humano, enseñándome no solo conocimiento sino valores, los cuales son aún más importantes.

Salgo de mi etapa universitaria con ganas de comerme al mundo, y con ansias de poder devolver con trabajo y enseñanza al país y a ustedes todo lo que me han dejado. Un privilegio haber podido formar parte de esta gran casa de estudios.

Atesorare cada momento vivido y los utilizaré para crecer e inspirar a otros.

No es final es solo el comienzo.

Gracias.

## **“PROPUESTA DE MEJORAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ESENCIAS EN UNA PLANTA DE CONCENTRADOS DE UNA EMPRESA DE BEBIDAS DE CONSUMO MASIVO”**

**Realizado por:** Luis Guillermo Troconis Aldaz

**Tutor académico:** Johana Delgado

### **RESUMEN**

El presente Trabajo de Grado se llevó a cabo en la Planta Concentrado de Pepsi-cola Venezuela C.A. ubicada en Los Cortijos de Lourdes, en Caracas. En esta Planta se producen los concentrados de refrescos y esencias para jugos utilizados en la producción de dichos productos en las plantas embotelladoras de la empresa.

La producción de esencias presenta ciertos problemas en la actualidad los cuales son el motivo de esta investigación.

Se realizó entonces la siguiente investigación a modo de proyecto factible en busca de resolver los problemas que encuentren.

Como primer paso se estudió la situación actual de línea de producción, y se lograron identificar los problemas presentes en esta, reconociendo sus causas, las cuales se esquematizaron en diagramas de Ishikawa, donde por medio de la utilización de una tabla de impacto implementación y un diagrama de Pareto se logró identificar las causas que causaban más impacto a los problemas encontrados.

Seguidamente se analizaron las causas identificadas a través del uso de los diagramas de ¿Por qué? ¿Por qué?, encontrando las causas raíz de estos. Teniendo conocimiento de estas causas raíces se empleó el diagrama ¿Cómo? ¿Cómo? para plantear las propuestas de mejora que ayudarán a mitigar los problemas en la producción de las esencias.

Una vez definidas las propuestas se calcularon los costos de su implementación y se realizó un plan de acción para la programación de la implementación de las propuestas.

Para finalizar se realizó una simulación para estimar las mejoras en los tiempos de producción en comparación con la situación real actual, dando como resultado una reducción de los tiempos de la producción en un 17%.

Ya finalizado el Trabajo de Grado el investigador dejó una serie de recomendaciones a la empresa para el mejoramiento continuo del área de producción de esencias para jugos pasteurizados Yukery de Pepsi-Cola Venezuela C.A.

**Palabras Clave:** esencias, procesos, problemas, causas, producción.

## INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo de Grado recoge el estudio y propuestas de mejoras hechas para una línea de producción de esencias para jugos pasteurizados Yukery de Pepsi-Cola Venezuela, y en la cual se lleva a cabo la preparación de los *kits* de esencias que serán utilizados en las plantas embotelladoras de jugos para la realización de estos productos terminados.

La metodología utilizada está fundamentada en una investigación tipo proyectiva realizada en la Planta de Concentrados de Pepsi-Cola Venezuela en la cual se estudiaron los procesos involucrados en la línea de producción de esencias y tiene como objetivo mejorar la producción y mitigar los problemas que puedan incidir sobre esta.

La producción de las esencias es un paso fundamental en la cadena de suministros para realizar los jugos pasteurizados de la empresa, ya que un producto no entregado o con defectos puede paralizar la producción y generar grandes pérdidas. De tal manera es de vital importancia que la producción dentro de esta planta sea óptima.

La estructura del documento está compuesta de cinco capítulos, los cuales se explican brevemente a continuación:

**Capítulo I:** Se establece el planteamiento del problema, el objetivo general, así como los objetivos específicos y sus respectivos alcances y limitaciones.

**Capítulo II:** Marco teórico, muestra los antecedentes utilizados como guía para el presente trabajo y comprende definiciones básicas necesarias para el lector.

**Capítulo III:** Marco metodológico, indica cómo se va a realizar el estudio definiendo el tipo de investigación, diseño, y enfoque de la investigación, también se mencionan las técnicas e instrumentos para la recolección, procesamiento y análisis de datos de la investigación.

**Capítulo IV:** Presentación de la información y el análisis de los procesos dentro del área de estudio, al igual que la identificación de las causas que inciden

al problema planteado en el trabajo. Este capítulo también incluye el análisis de los resultados.

**Capítulo V:** Aquí se presentan las propuestas de mejoras elegidos para mitigar o eliminar las causas raíces de los problemas planteados, al igual que los cálculos de los costos de implementación de las propuestas, los beneficios resultantes y un plan de implementación para la aplicación de las propuestas.

**Capítulo VI:** Conclusiones y recomendaciones, contiene las conclusiones del Trabajo Especial de Grado y las recomendaciones para la empresa.

## **CAPÍTULO I**

En el siguiente capítulo se encuentra el planteamiento del problema del presente trabajo de investigación, así como los objetivos que se persiguen con el mismo, así como sus alcances y respectivas limitaciones.

### **1 Planteamiento del Problema**

En la actualidad, la industria de las bebidas es una de las más grandes a nivel mundial. Esta, ha venido creciendo exponencialmente desde la década de 1970; y, desde principios del siglo XXI, ha experimentado numerosos cambios que le han permitido expandirse, llegando cada vez a más mercados y con mejor calidad. Dichos cambios obedecen a la adopción de nuevas técnicas de producción, a los avances en materia de envasado y a los procesos que mejoraron la calidad de los productos. Según la Organización de las Naciones Unidas para El Desarrollo Industrial, la industria de las bebidas emplea a varios millones de personas en todo el mundo, y cada tipo de bebida produce unos ingresos del orden de billones de dólares anuales.

Venezuela, por su parte fue en su momento un país líder en producción de bebidas en Latinoamérica. Empresas Polar es una empresa nacional que produce una gran variedad de productos de consumo masivo, tanto de bebidas como de alimentos. En 1996, esta empresa adquirió la franquicia de Pepsi-Cola en Venezuela y a mediados de los 2000, deciden agrupar todas sus bebidas carbonatas y no carbonatadas bajo una división llamada Pepsi-Cola Venezuela.

Pepsi-Cola Venezuela cuenta con un variado portafolio de marcas dentro de la categoría de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Estos incluyen colas negras, refrescos, jugos, té, aguas entre otros. Vale la pena destacar que cada producto cuenta con una cuota elevada del mercado nacional. Actualmente, la empresa posee varias plantas encargadas de la producción de bebidas; entre ellas se encuentran seis plantas embotelladoras de gaseosas y jugos, además de una planta para el envasado de agua mineral y una planta de producción de concentrados y esencias. Debido a la crisis política y económica en la que se

encuentra el país, dos de las embotelladoras se encuentran cerradas por los bajos índices de demanda de los productos.

Una de las plantas más afectadas, en cuanto a producción, es la planta de elaboración de concentrados, ya que es en donde se preparan dichos concentrados junto con las esencias para jugos, para ser utilizados en la producción de bebidas en las plantas embotelladoras, siendo un pilar fundamental en la cadena de suministros de la empresa.

El proceso de elaboración de esencias para jugos en la planta de concentrados se ejecuta en una misma línea producción, en donde cada una de estas varía su receta dependiendo del tipo de jugo a producir. Estas se envasan en botellas de vidrio de un (1) litro y dependiendo de la receta del producto a realizar, el volumen de la esencia varía. Luego de su llenado estas botellas son enviadas a las embotelladoras donde su contenido servirá en la producción de las bebidas finales, en este caso, los jugos pasteurizados que elabora la compañía.

El envasado de estas esencias se lleva a cabo en una línea de producción lineal que consta de 5 procesos principales: llenado, pesado, tapado, sellado, etiquetado y empaquetado. Aquí el proceso está parcialmente automatizado en dos de sus procesos, el llenado y el sellado, mientras que el resto se realiza de manera manual.

Según el Superintendente de Producción de la planta, Cesar Santander, el proceso de llenado se realizó con una llenadora manual durante los últimos dos años, pero recientemente se incorporó al proceso una llenadora automática reparada, que fue parte del proceso en el pasado y la cual se había dañado por problemas con su controlador (PLC). Esta incorporación ha traído algunos problemas en el proceso actual, ya que el uso de la llenadora no es el adecuado, ocasionando paradas no planificadas de esta durante la producción. Dichas paradas responden a una incorrecta dosificación del volumen de la esencia a producir, lo cual hace que no se haga dentro del rango que el Departamento de Calidad exige, estando este definido en un gramo por arriba o por debajo del volumen especificado para los distintos tipos de esencias.

Durante una de las más recientes corridas realizadas en la línea, según Edgar López (especialista en procesos de envasado) de las 288 botellas de esencia a producir alrededor del 90% de las botellas no entraron en las especificaciones dictadas. Como consecuencia de esta situación, es necesario realizar la verificación del peso del producto para todas las botellas después de su llenado, generándose así una actividad extra dentro de la línea. La actividad de pesado según datos suministrados por Edgar López agrega una media de 15 segundos más en la producción de una botella, que representa aproximadamente el 24% del tiempo total de producción de esta.

Aunado a este problema la distribución actual del área de trabajo con la incorporación de la llenadora automática se ha visto afectado debido a que 3 estaciones de trabajo colindan entre sí, existiendo riesgos laborales tales como choques entre trabajadores, poca distancia entre máquina y el trabajador, además de traslados innecesarios de botellas entre estaciones de trabajo, lo que también conlleva a un manejo excesivo del producto resultando en posibles riesgos de contaminación.

Es importante destacar que la línea de producción no posee una línea de respaldo, así que, en caso de una falla o parada, esta impacta directamente el resto de las plantas que realizan la elaboración final de los jugos que utilizan estas esencias. En tal sentido, esta línea es un pilar fundamental en la cadena de suministros de la elaboración de jugos pasteurizados de Pepsi-Cola Venezuela.

La empresa, en miras de que la economía se estabilice y las demandas de los productos aumenten, les surge la necesidad de mejorar sus procesos para poder brindar mayor producción, disminuyendo los costos y brindando un mejor servicio, siguiendo las políticas de mejoramiento continuo y calidad de la empresa.

Por lo anteriormente expuesto surge la siguiente interrogante:

¿Cuáles son las mejoras para el proceso productivo de esencias para jugos en una planta de concentrados de una empresa de bebidas de consumo masivo que permitirían solventar o mitigar las causas de los problemas asociadas a dicho sistema productivo?

## **1.1 Objetivo general**

Proponer mejoras para la producción de esencias para jugos en una planta de concentrados de una empresa de bebidas de consumo masivo.

## **1.2 Objetivos específicos**

1. Estudiar los procesos asociados a la producción de esencias para jugos en una Empresa de Bebidas de Consumo Masivo.
2. Analizar los problemas que afectan a los procesos estudiados
3. Proponer acciones que mitiguen las causas de los problemas que afectan los procesos estudiados
4. Valorar la relación costo-beneficio de la implementación de las mejoras propuestas
5. Elaborar un plan de implementación de las posibles mejoras propuestas

## **1.3 Alcances**

El trabajo en cuestión se centrará en el diseño de mejoras en el proceso de producción de esencias para jugos Yukery en una planta de producción de concentrados y esencias de Pepsi-cola Venezuela C.A. la cual se encuentra ubicada al este de la ciudad de Caracas, Venezuela; específicamente en la zona de Los Cortijos de Lourdes, Los Ruices, Distrito Capital. El presente trabajo será realizado entre el período de noviembre de 2018 a febrero de 2019.

Cabe destacar que el presente trabajo de grado incluirá únicamente las propuestas mejora del sistema productivo y una planificación para su futura implementación, así como una valoración de sus posibles beneficios.

#### **1.4 Alcances para el cumplimiento de los objetivos específicos del Trabajo de Grado.**

1. Se elaborarán diagramas de flujo de procesos y estudios de tiempos correspondientes a los procesos de producción de esencias.
2. Se emplearán diagramas Causa y Efecto (Ishikawa) y de Pareto para identificar y analizar los problemas presentes en el proceso.
3. Se utilizarán indicadores de producción, así como la herramienta ¿Cómo? ¿Cómo? para proponer acciones que permitan mitigar las causas determinadas.
4. Se elaborarán diagramas de flujo reestructurados con base a las acciones planteadas para mejorar el proceso.
5. Se hará la valoración de los costos y beneficios asociados a las acciones planteadas.
6. Se procederá a la elaboración de un plan de implementación de las posibles mejoras propuestas.

#### **1.5 Limitaciones**

1. La calidad y cantidad de la información estarán sujetas a lo aportado por la empresa.
2. La información estará sujeta a criterios de confidencialidad y acceso por parte de la empresa.
3. Las acciones propuestas estarán enmarcadas dentro de las restricciones de recursos puestas por la empresa.

## CAPÍTULO II

### 2 Marco Teórico

El siguiente capítulo muestra los antecedentes utilizados como guía para el presente trabajo y comprende definiciones básicas necesarias para el lector.

#### 2.1 Antecedentes

En la Tabla 1 se muestran los trabajos de grado anteriores consultados para la realización del presente Trabajo de Grado.

*Tabla 1: Antecedentes de la investigación*

Título del trabajo	Autores	Universidad	Año de publicación	Aportes
“Propuesta de mejoras para los procesos operativos de emisión y distribución de instrumentos financieros pre- pagados para una empresa gestora de beneficios laborales para el año 2018”	Br. Chacón Luna, Arianna  Tutor: Ing. De Gouveia, Joao B.	Universidad Católica Andrés Bello	2018	Ayuda en la estructura de la tesis. Tomando como referencia el uso de diagramas de flujo, ¿Por qué? ¿Por qué?, y ¿Cómo? ¿Cómo? y marco metodológico.
“Diseño de una propuesta de mejora en las áreas operativas del centro de distribución de una cadena de farmacias de autoservicio, ubicado en el estado Miranda para el año 2018”	Hobaica García, Federico Alfonso.  Tutor: Ing. Gutiérrez Larrisoitia, Luis Amado.	Universidad Católica Andrés Bello	2018	Referencia para el modelo de simulación, y marco metodológico.
“Diseño de un plan de acción para la mejora del proceso productivo de una empresa embotelladora de agua mineral, ubicada en estado miranda”	Medina G. Luis A. – Mejías P. Raúl A.  Tutor: Ing. Alirio J. Villanueva B.	Universidad Católica Andrés Bello	2013	Referencia en la descripción de los procesos para el capítulo IV

*Fuente: Elaboración propia (2019)*

## **2.2 Bases teóricas**

En el siguiente apartado se explican las bases teóricas necesarias para la correcta comprensión del presente trabajo.

### **2.2.1 Ingeniería de Métodos**

La Ingeniería de Métodos es una rama de la Ingeniería Industrial, enfocada en la integración eficiente de la mano de obra en los procesos de la producción industrial. El concepto fue desarrollado en 1932 por H.B. Maynard y sus colegas asociados; se definió como “la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria”; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado; realizado todo lo precedente, determina por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo. En resumidas cuentas, el objetivo de la Ingeniería de Métodos es sencillamente aumentar la *productividad* de los procesos industriales, aumentando la relación entre producción en insumo. Estos insumos mencionados, pueden venir en forma de terrenos, edificios, materiales, energía, máquinas y equipo, recursos humanos, y tiempo. (Hodson, 1996)

### **2.2.2 Diagrama de Ishikawa**

El Diagrama de Ishikawa, también conocido Diagrama de Causa y Efecto, o Diagrama de Espina de Pescado (por su apariencia), es una herramienta utilizada para diagnosticar las razones subyacentes de cada uno de los problemas visibles en una operación. Es una herramienta útil, pues su estructura obliga el pensamiento crítico sobre todas las posibles causas de un problema dado. La manera de trabajar un diagrama de Ishikawa es colocando el problema principal al

extremo de la “espinas”, y luego colocando en el extremo de cada espina lateral los rubros en donde posiblemente se ubiquen las raíces del problema. En cada rubro, se detallan las áreas en donde se perciben fallas. La Figura 5 presenta un ejemplo del mismo. El resultado es una representación visual, y por ende más fácil de analizar, de todo el problema; se procede entonces a identificar cuáles podrían raíces principales del problema, para su posterior investigación a fondo. Los diagramas de Ishikawa suelen utilizarse junto a la metodología de las “6M” que agrupan las causas potenciales en seis ramas principales como lo es, métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. (Groover, 2007)

### **2.2.3 Diagrama de Pareto**

La distribución de Pareto es una distribución probabilística nombrada en honor al economista italiano Vilfredo Pareto (1848 - 1923), quien desarrolló al estudiar la distribución de la riqueza en su país; en términos simplificados, la distribución enuncia que 80% de las consecuencias que sufre un determinado fenómeno, son a raíz de 20% de todas las causas. En otras palabras, una minoría de factores son responsables por la mayoría de los resultados. Este principio también se conoce como “el principio 80 - 20”. El diagrama de Pareto se encarga de hacer visible este fenómeno, dada una muestra estadística. Mediante la utilización de barras de frecuencia ordenadas, usualmente acompañadas por una curva representando la función acumulativa de los datos, se resaltan los factores más importantes a estudiar. (Groover, 2007)

### **2.2.4 Intervalo de confianza**

Según (Kanawaty, 1998), esta curva, llamada curva de distribución normal, también puede representarse como en la figura 89. Básicamente, esta curva indica que en la mayoría de los casos el número de caras tiende a igualar al de cruces en cualquier serie de lanzamientos (cuando  $p = q$ , el número de lanzamientos es

un máximo). En pocos casos, sin embargo,  $p$  es muy diferente de  $q$  por mera casualidad. Las curvas de distribución normal pueden tener numerosas configuraciones; según el caso, pueden ser más achatadas o más redondeadas. Para describir estas curvas se utilizan dos parámetros: " $\bar{x}$ ", que es la media o la medida de la dispersión, y " $\sigma$ ", que es la desviación de la media, denominada desviación típica o estándar. Dado que aquí se trata de una proporción, para indicar el error típico o estándar de la proporción se utilizará la expresión " $\sigma p$ ".

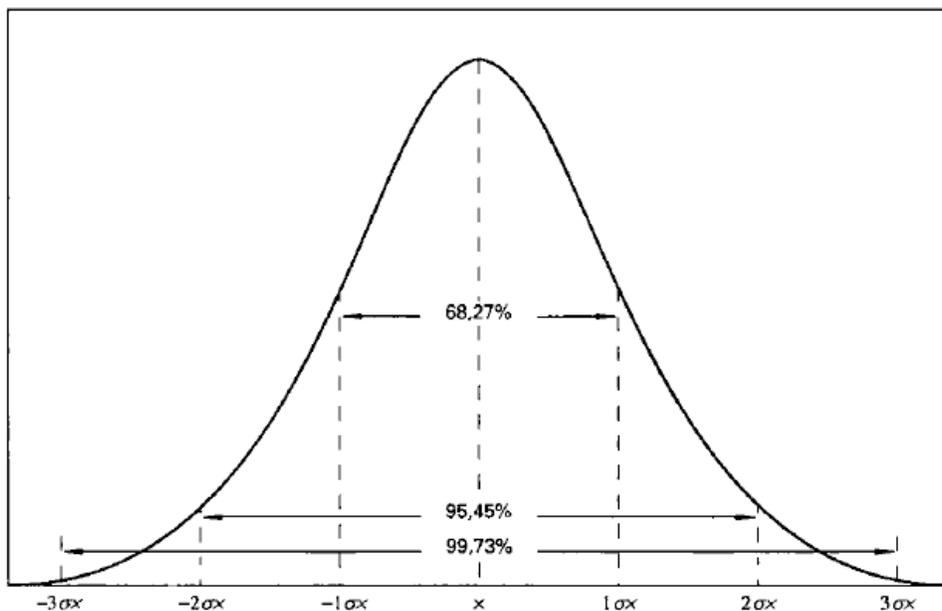


Figura 1: Descripción distribución normal de probabilidades.  
Fuente: (Kanawaty, 1998)

El área delimitada por la curva de distribución normal se puede calcular. En la figura 1, un  $\sigma p$  a ambos lados de  $\bar{x}$  da un área de 68,27 por ciento del área total; dos  $\sigma p$  a ambos lados de  $\bar{x}$  dan un área de 95,45 por ciento, y tres  $\sigma p$  a ambos lados de  $\bar{x}$  dan un área de 99,73 por ciento. En otros términos, si el muestreo realizado ha sido realmente aleatorio, 95,45 por ciento de las observaciones estarán comprendidas entre  $\bar{x} \pm 2 \sigma p$  y 99,73 por ciento estarán comprendidas entre  $\bar{x} \pm 3 \sigma p$ . Este es, de hecho, el grado de confianza que inspiran las observaciones. Sin embargo, para facilitar las cosas más vale evitar el

uso de porcentajes decimales, pues es más sencillo hablar de un nivel de confianza de 95 por ciento que de 95,45 por ciento. Con ese fin pueden cambiarse los cálculos, obteniéndose:

- Nivel de confianza de 95 por ciento, o sea 95 por ciento del área comprendida por la curva = 1,96  $\sigma p$ .
- Nivel de confianza de 99 por ciento, o sea 99 por ciento del área comprendida por la curva = 2,58  $\sigma p$ .
- Nivel de confianza de 99,9 por ciento, o sea 99,9 por ciento del área comprendida por la curva = 3,3  $\sigma p$ .

En este caso podemos decir que si tomamos una muestra aleatoria de gran tamaño, podemos confiar en que en 95 por ciento de los casos las observaciones estarán comprendidas entre  $\pm 1.96 \sigma p$  y así sucesivamente para los demás valores. En el muestreo del trabajo, el nivel de confianza más generalmente utilizado es el de 95 por ciento.

### **2.2.5 Tamaño de muestra método estadístico.**

Según (Kanawaty, 1998) no se trata de establecer una proporción, sino de calcular el valor del promedio representativo para cada elemento. Así, pues, el problema consiste en determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados.

Con el método estadístico, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares ( $n'$ ) y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95,45 por ciento y un margen de error de  $\pm 5$  por ciento:

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

Ecuación 1  
Fuente: (Kanawaty, 1998)

**Siendo:**

$n$  = tamaño de la muestra que deseamos determinar;

$n'$  = número de observaciones del estudio preliminar;

$x$  = suma de los valores;

$x$  = valor de las observaciones.

### **2.2.6 Simulación**

Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real. (Coss, 1993)

### **2.2.7 Determinación del número de replicaciones o corridas óptimas de la simulación.**

Cuando se genera un modelo asemejando un proceso de la vida real, es de suma importancia lograr que estos sean estadísticamente iguales al sistema real. Para esto, se debe tomar en cuenta el tamaño y la cantidad de replicaciones que son necesarias para obtener datos confiables.

Para verificar y validar el modelo, es necesario calcular el número de replicaciones necesarias para reducir su desviación a un 5%. En los casos donde la muestra es insuficiente para ser adaptados a una distribución de probabilidades normal para determinar este valor, se utilizará un método estocástico, en el cual se realiza una muestra piloto ( $n'$ ), con la que se obtendrán los datos requeridos para calcular la sumatoria de los valores al cuadrado, y finalmente obtener el número de replicaciones necesarias para disminuir el error del modelo. Para ello se utiliza la siguiente ecuación.

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

Ecuación 1

Donde:

$n$  = tamaño de muestra que se desea determinar.

$n'$  = número de Observaciones del estudio preliminar.

$\sum X$  = suma de los valores

$X$  = Valores de las observaciones

### 2.2.8 Simbología Diagrama de Flujo.

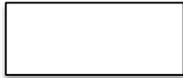
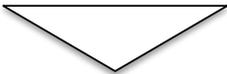
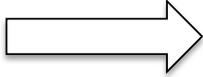
Diagrama	Figura
Proceso	
Almacenamiento	
Proceso Automatizado	
Documento digital interlazado al Brill-Equipos planta	
Proceso Automatizado y adición de vapor	
Despacho-Transporte	

Figura 2: Descripción símbolos diagrama de flujo.  
Fuente: Elaboración propia (2019)

### **2.2.9 Glosario.**

- **UBB:** Es la unidad de bebida básica de bebida utilizada en la producción de bebidas. (López, 2019).
- **Precinto Termoencogible:** Es un plástico que se coloca encima un objeto para sellar o inmovilizarlo. Para que esto ocurra el plástico debe pasar por una fuente de calor que lo moldee.
- **Contador Pulsos de bombas centrífugas:** Un contador de pulsos en una bomba centrífuga es un instrumento electrónico que mide indirectamente la cantidad de vueltas que realiza el eje de la bomba contando una serie de puntos que se encuentra en un disco a la salida del eje. Estos ayudan a contabilizar ya no por vueltas del disco sino por secciones de este permitiendo realizar operaciones con más precisión. Son utilizados largamente en la industria en las dosificadoras. (López, 2019).
- **Esencia para jugos:** Estas esencias son simplemente una mezcla de los químicos que le dan al jugo sabor artificial, consistencia y aromas artificiales. (Peña, 2019)

## **CAPÍTULO III**

### **3 Marco Metodológico.**

En el siguiente Capítulo se describe el marco metodológico de la investigación, indica cómo se va a realizar el estudio definiendo el tipo de investigación, diseño, y enfoque de la investigación, también se mencionan las técnicas e instrumentos para la recolección, procesamiento y análisis de datos de la investigación.

#### **3.1 Tipo de estudio**

El siguiente trabajo es una investigación tipo proyectiva, el cual consiste en la elaboración de una propuesta o un modelo, para solucionar problemas o necesidades de tipo práctico, ya sea de un grupo social, institución, un área en particular del conocimiento, partiendo de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento (Barrera Hurtado, 1998).

Dada la naturaleza de la investigación esta seguirá los procedimientos de este tipo de investigaciones, donde se realizará un estudio de los procesos asociados a la producción de esencias para jugos y los problemas que los afectan para luego proponer acciones que mitiguen las causas de los problemas que afectan los procesos estudiados.

#### **3.2 Diseño de la investigación.**

El diseño de la investigación según (Arias, 2012) “es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental.”

Para el caso del presente trabajo el tipo de investigación es del tipo de campo, ya está consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la

información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (Arias, 2012).

Los datos del estudio serán recopilados mediante observación directa, entrevistas al personal, mesas de trabajo y encuestas en el área de producción de esencias de Planta Concentrado con el propósito de describir el proceso de producción y analizarlo.

### **3.3 Enfoque de la investigación.**

El enfoque de la investigación nos permite a conocer la naturaleza de los datos a recolectar y analizar durante la investigación. Estos pueden ser:

#### **3.3.1 Enfoque Cualitativo**

El enfoque cualitativo usa la recolección de datos del objeto de estudio sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación. (Sampieri, Fernández, Baptista, 2010)

#### **3.3.2 Enfoque Cuantitativo**

El enfoque cuantitativo 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. (Sampieri, Fernández, Baptista, 2010)

En este trabajo de investigación se recolectan y analizan datos tanto cualitativos como cuantitativos, involucrando ambos enfoques, por tal razón se considera que el enfoque de esta investigación es mixto.

### **3.4 Técnicas y herramientas**

Para el presente Trabajo se requirió de la utilización de diversas técnicas y herramientas, las cuales fueron utilizadas para visualizar, identificar y resolver los problemas de la investigación.

#### **3.4.1 Entrevista Abierta o no estructurada**

Según (Rodríguez, 2012) “En este caso el entrevistador tiene la flexibilidad para adaptar la entrevista a las características psicológicas del entrevistado, avanzando o retrocediendo en función de su propósito. Se le llama abierta por esta característica de no seguir un guión. El entrevistador no propone temas ni hace sugerencias; mediante el uso de este tipo de estrategia el entrevistado puede sentirse con la libertad de tratar, desde su propio punto de vista, los temas que le sean más relevantes.” Para el caso de la siguiente investigación esta será una herramienta fundamental ya que el investigador convivirá con los trabajadores del área de estudio y estará permanentemente cuestionando a los involucrados de esta.

#### **3.4.2 Observación Directa**

Según (Arias, 2012) “La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de los objetivos de la investigación preestablecidos.”

La observación a realizar durante la investigación se basa en la presencia del investigador en el área de estudio, siendo participe de las actividades que allí se realizan, y en consecuencia anotar las impresiones generales que causan los sucesos, de una manera espontánea.

### 3.4.3 Mesas de Trabajo

Las mesas de trabajo están basadas en la reunión de un equipo de trabajo y expertos en el área de investigación para debatir acerca de los sucesos que en ella acontecen y de esta manera llegar a conclusiones en aspectos importantes del trabajo.

### 3.4.4 Herramientas de trabajo

Tabla 2: Herramientas de la investigación

Herramientas o Técnicas empleadas	Utilidad
<b>Diagrama de Flujo</b>	Modela un proceso de flujo de trabajo ( <i>workflow</i> ) y/o modela operaciones para una sencilla visualización de las actividades a seguir de un determinado proceso.
<b>Diagrama de Ishikawa</b>	Organiza y representa las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema, determinando los factores que afectan los resultados del trabajo.
<b>Tabla Impacto-Implementación</b>	Permite al investigador analizar las causas de los problemas estudiados según su criticidad e impacto.
<b>Diagrama ¿Por-Qué? ¿Por-Qué?</b>	Determina la causa raíz de un defecto o problema repitiendo la pregunta "¿Por qué?". Cada respuesta forma la base de la siguiente pregunta.
<b>Diagrama ¿Cómo? - ¿Cómo?</b>	Responde a través de una pregunta el cómo se podrá resolver
<b>Modelador Microsoft Visio</b>	Permite diagramar, documentar y simular procesos de manera gráfica en un formato estándar.
<b>Paquete de Microsoft Office</b>	Permite elaborar de manera estructurada documentos, hojas de cálculo, presentaciones, etc. Para proyectos
<b>Adobe AutoCAD</b>	Estudio del área de producción, diseño y diagramación de esta.
<b>Simulador Simio</b>	Permite simular el proceso, para estudiar escenarios a través de manejo de variables de distinta naturaleza.

Fuente: Elaboración propia (2019)

### 3.5 Estructura metodológica de la investigación

En la Tabla 3 se describen las actividades y herramientas que se utilizarán para el cumplimiento de cada uno de los objetivos establecidos en la investigación.

Tabla 3: Estructura metodológica de la investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	ENFOQUE	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	TÉCNICAS
Estudio factible Proyectivo.	De campo	Cualitativo  Cualitativo / Cuantitativo	Estudiar los procesos asociados a la producción de esencias para jugos en una Empresa de Bebidas  Analizar los problemas que afectan a los procesos estudiados.  Proponer acciones que mitiguen las causas de los problemas que afectan los procesos estudiados  Valorar la relación costo-beneficio de la implementación de las  Elaborar un plan de implementación de las posibles	Entrevistas no estructurada focalizada Mesas de trabajo Encuesta Observación Directa.  Diagrama de Flujo Matriz impacto Implementación Diagrama de Pareto Diagrama Causa-Efecto / Diagrama ¿Por qué? - ¿Por qué?  Diagrama ¿Como?-¿Como? Diseño en AutoCAD  Simulación de los procesos Contabilidad básica  Carta Gantt

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 4: Unidad de análisis

UNIDAD DE ANÁLISIS	MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	UBICACIÓN
Área	Características línea de producción de esencias líquidas para jugos pasteurizados Yukery	No probabilística	Planta Concentrado de Pepsi-Cola , ubicada en Los Cortijos de Lourdes, Caracas.
Procesos/Equipos	Tiempos de trabajo de los procesos involucrados en la producción.	Probabilística.	
Productos	Materiales de empaque y materias Primas	No probabilística	

Fuente: Elaboración propia (2019)

## CAPÍTULO IV

### 4 Presentación y Análisis de los resultados

En el presente Capítulo se estudiarán los procesos dentro del área de producción de esencias de la planta con el objetivo de identificar los factores que inciden en las deficiencias del proceso y analizar las causas de estos.

#### 4.1 Estudio de los procesos

##### 4.1.1 *Caracterización del producto.*

El producto realizado en el área de Esencias Líquidas de Planta Concentrados de Pepsi-Cola Venezuela, son los *kits* de esencias de los jugos pasteurizados Yukery, en todas sus presentaciones, utilizadas en las corridas de producción en las Plantas productoras de bebidas de la empresa, siendo estas Planta Caucagua, Planta Maracaibo y Planta Oriente. Las esencias son compradas a los proveedores en bidones de 25kg y reempaquetadas en botellas de Concentrado, estas se embotellan según las recetas especificada de las esencias para la preparación de dichos jugos. Se preparan 5 kits de distintas esencias y cada uno con unas especificaciones de peso y número de botellas diferentes. Las esencias luego serán utilizadas en el proceso de fabricación de los jugos Yukery, mezclándose con los demás elementos necesarios para estos, como son el agua, el azúcar, la pulpa natural del jugo.

A continuación, se muestran las especificaciones de los distintos tipos de esencias:

Tabla 5: Tabla comparativa del volumen, peso y botellas utilizados para los distintos tipos de esencias

Producto	Material	Litro (L)	Peso (Kg)	Botellas	B/Cajas	UBB
Parte A Durazno	Durazno 1	1,32		2	8	4
	Durazno 2	0,546	0,572			
Parte A Naranja Caliente	Naranja C	0,33	0,283	1	4	4
	Naranja P	0,146	0,123			
	Mouthfeel	0,431	0,448			
Parte A Pera	Pera	1	0,813	1	4	4
Parte A Manzana	Manzana	0,797	0,821	1	4	4
Parte D Naranja Zeta	Naranja Zeta	1,017	1,1	1	8	8

Fuente: Gerencia de Producción de Planta Concentrado, Pepsi-Cola Venezuela. (2019)

#### 4.1.2 Características Generales del área de producción

La Planta se encuentra ubicada al este de la ciudad de Caracas, Venezuela; específicamente en la zona de Los Cortijos de Lourdes, Los Ruices, Distrito Capital. El recinto posee un área de construcción de 2460 m<sup>2</sup>. En el Anexo 3 esta descrito el plano de la planta. Este posee 4 zonas operativas descritas en la tabla 3.

Tabla 6: Tabla comparativa del aérea en metros cuadrados de las áreas de producción.

Áreas de producción	m <sup>2</sup>
Esencias sólidas	85
Esencias líquidas (Para jugos Yukery)	33
Embalaje esencias Sólidas	40
Concentrados Golden	250

Fuente: Elaboración propia. (2019)

El área de este estudio se centra en el de esencias líquidas en donde se preparan todas las esencias líquidas a ser utilizadas y su proceso de embotellado es el objeto de estudio de este trabajo. Esta posee un área total de 33 m<sup>2</sup> y está preparada para la producción de bebidas. El recinto se encuentra aislado del resto por medio de puertas desplegadas de aluminio, posee piso anti resbalante y tiene las instalaciones auxiliares de agua, aire comprimido, electricidad, aire acondicionado y desagües que permiten que el uso de maquinaria; permitiendo que los trabajadores se desenvuelvan un ambiente de trabajo correcto.

En la figura se muestra el plano del área de producción de esencias.

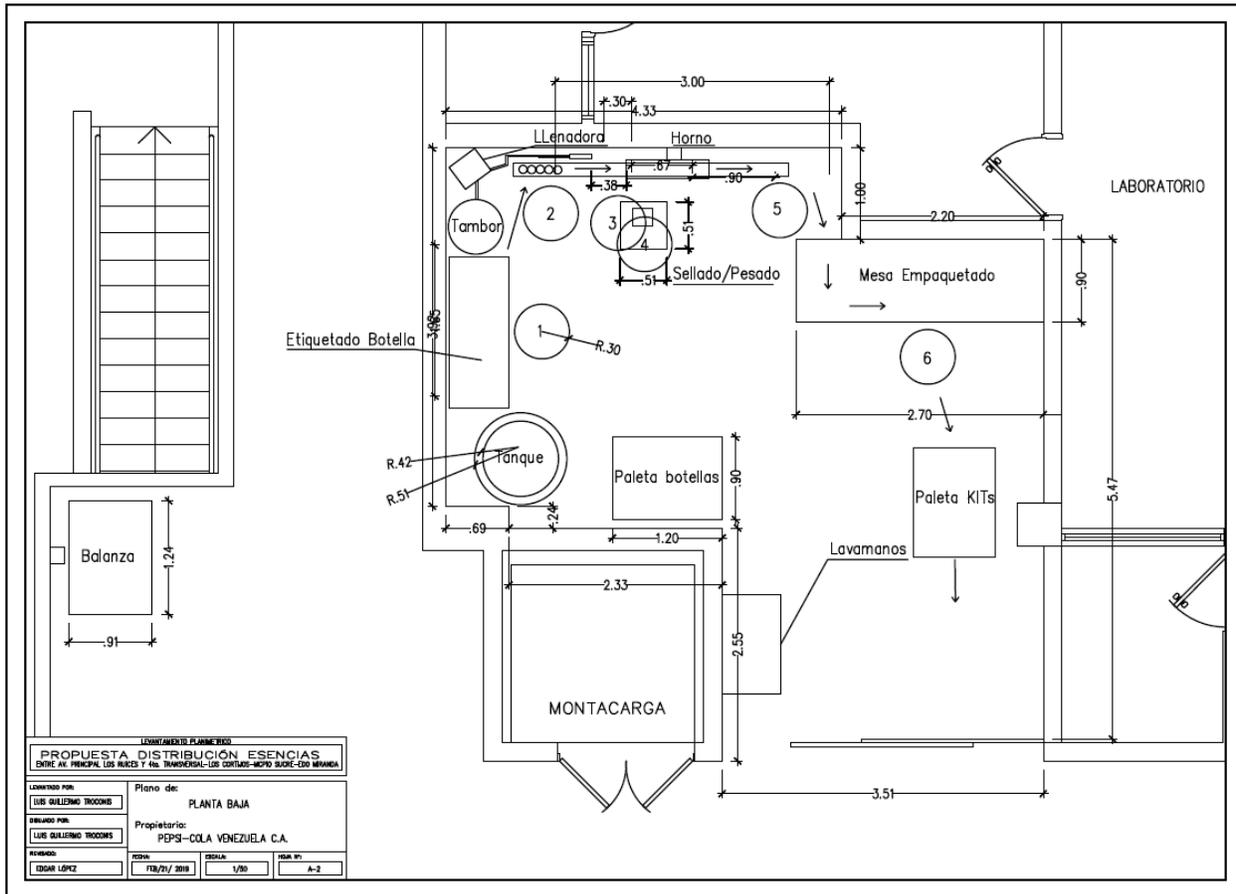


Figura 3: Plano equipos de área de producción de esencias líquidas  
Fuente: Elaboración propia

### 4.1.3 Descripción de los procesos

El proceso de producción de esencias para jugos Yukery de Pepsi-Cola Venezuela C.A., se centra básicamente en el mezclado y envasado de las esencias (estas esencias son encargadas a proveedores externos) en kits de producción utilizados en el envasado de los jugos terminados en las plantas embotelladoras de la empresa; los kits de esencias son una cantidad específica de botellas por la clase de jugo a producir, que son empaquetadas en un solo conjunto para enviarlas a las plantas embotelladoras. Este paso es importante en la cadena de suministros ya que permite llevar un control más adecuado del uso

de los materiales, permitiendo organizar las corridas mínimas en las plantas embotelladoras.

A continuación, se pueden observar los distintos procesos que ocurren en la producción de estos kits de esencias:

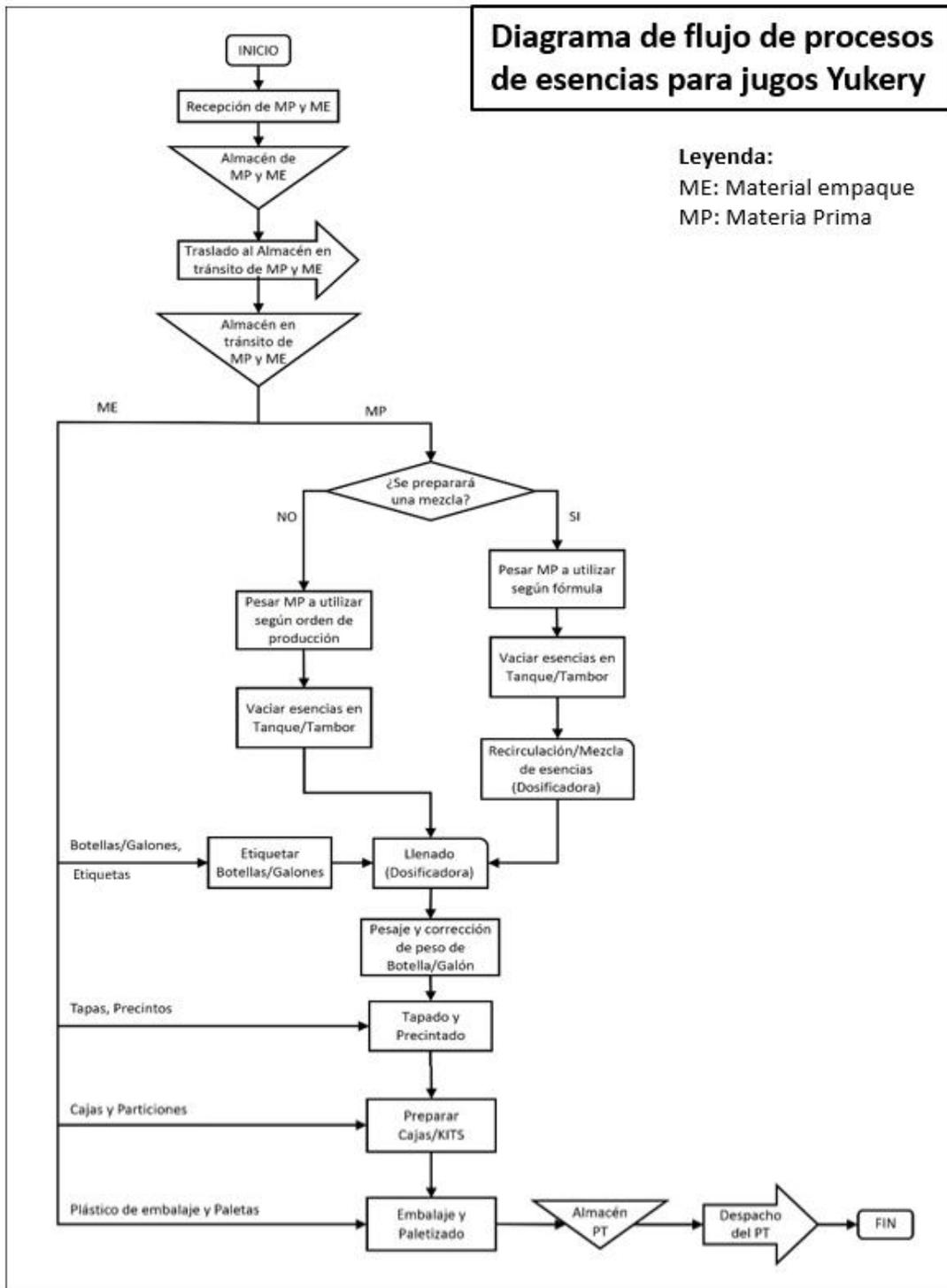


Figura 4: Diagrama de flujo de procesos de esencias para jugos  
Fuente: Elaboración Propia (2019)

#### **4.1.3.1 Recepción de materia prima y empaque**

El primer paso para la producción de esencias es la recepción de los materiales de empaque y materias primas a utilizar; en el almacén ubicado en el sótano de la planta. Estos materiales son, las esencias en bidones de 25 Litros y los materiales de empaque a utilizar; botellas, etiquetas, tapas, precintos termoencogibles, cajas, bandejas y material de embalaje (plásticos “polystrech” y cinta de embalaje).



*Figura 5: Cajas y separadores para los kits.*

*Fuente: Propia (2019)*



*Figura 7: Tapa Metálica*

*Fuente: Propia (2019)*



*Figura 6: Botellas de vidrio (1) litro etiquetadas.*

*Fuente: Propia (2019)*



*Figura 8: Bidones de 25 litros de esencias.*

*Fuente: Propia (2019)*

#### **4.1.3.2 Personal del área de esencias líquidas**

En la línea de producción se cuenta con un personal de un técnico y 5 operarios. Los cuales se encargan de 6 puestos de trabajo.

- **Técnico de producción:** Es el encargado de preparar el área para la producción, realizando el encendido de las máquinas y realiza las operaciones de llenado con la llenadora.
- **Operador:** Realiza todas las demás acciones que no involucren el conocimiento de los equipos del proceso. Estas pueden ser: traslados de material/producto, etiquetado, tapado, pesado, ajuste del volumen de llenado, embalado, paletizado.

#### **4.1.3.3 Preparación del área**

Antes de realizar cualquier operación dentro del área el técnico debe preparar esta para la producción, realizando el encendido de todas las máquinas preparando los materiales, envía muestras de las paredes internas de los tanques y muestras de los productos al laboratorio de calidad para su inspección-análisis, para de esta manera habilitar el inicio de la producción.

**Nota:** Este proceso no fue tomado en cuenta en para el diagrama de flujo ya que este se lleva a cabo antes de cada producción y debido a limitaciones encontradas durante las visitas a la planta no se pudo estudiar correctamente.

#### **4.1.3.4 Preparación del Producto**

El producto es vertido por un operario en el tanque de suministro de la bomba según la cantidad de producto a elaborar dictado por los planes de producción, el tanque utilizado es un tambor plástico de 150 L de capacidad.

#### **4.1.3.5 Llenado de las botellas**

Para envasar las esencias en las botellas de 1 litro de vidrio, se hace uso de una llenadora con un pico de llenado. Esta funciona con un contador de pulsos, trabajando volumétricamente. Dependiendo de la esencia a llenar se fija un

número de pulsos específico para el volumen indicado, luego se activa está en el controlador. Este controlador hace uso de un sensor óptico, un freno de pistón y una cinta transportadora (que permiten el flujo de botellas) para el frenado de las botellas y la activación de los picos de llenado.



*Figura 9: Llenadora automática.  
Fuente: Propia (2019)*

#### **4.1.3.6 Verificación y ajuste del peso.**

Luego de su llenado el producto es pesado para verificar si está dentro de las especificaciones, la cual está en  $\pm$  un (1) gramo del peso indicado. Si el peso se encuentra dentro del rango la botella pasa directamente a la estación de tapado, de no ser así se retira o vierte esencia nuevamente en la cantidad que sea necesaria para entrar en el rango de tolerancia especificado. Esta actividad se realiza manualmente con la ayuda de un vaso de precipitado.

#### **4.1.3.7 Tapado**

y

#### **Precintado**

En esta actividad el operador le coloca manualmente las tapas y los precintos termoencogibles (Estos son colocados alrededor de la tapa), para luego ser las botellas puestas de nuevo en la cinta transportadora para entrar en el horno, (este sólo cubre la parte el cuello de las botellas), el cual comprime el precinto termoencogible a una temperatura de trabajo de 250 °C aproximadamente, sellando herméticamente el producto.



*Figura 10: Horno de cuello  
Fuente: Propia*

#### **4.1.3.8 Embalaje y paletizado.**

En esta parte del proceso el operador prepara los kits en cajas, introduciendo las botellas en las cantidades descritas en la receta, agrega los separadores y seguidamente embala la caja con cinta adhesiva para luego colocarla en la paleta de productos terminados. La paleta tiene unas medidas de 120 cm de ancho por 90 cm de largo y cuenta con una capacidad para 36 cajas de *kits* de esencias.



*Figura 11: Preparación de kits de botellas en cajas.  
Fuente: Propia (2019)*



*Figura 12: Paleta de Kits de esencias.  
Fuente: Propia (2019)*

#### **4.1.4 Planes de Producción**

Las cantidades por producir son planificadas por el departamento de Logística de la planta, en función de los planes de producción enviados desde el departamento Corporativo de logística de Bebidas de Empresas Polar. Luego la planta deberá garantizar que las plantas embotelladoras de los jugos terminados tengan el *stock* necesario de esencias para mantener las producciones.

#### **4.1.5 Simulación del proceso**

Para un estudio más profundo del proceso se elaboró una simulación con base en un estudio de tiempos hecho por el investigador de los procesos dentro de la línea de producción de esencias.

##### **4.1.5.1 Toma de los datos**

El proceso de recopilación se llevó a cabo en la línea de producción de esencias líquidas de Planta Concentrado de Pepsi-Cola Venezuela C.A. El estudio se realizó durante los meses de diciembre de 2018 a febrero de 2019 (tiempo en el cual se tuvo acceso al área de estudio). Como objetivo de realizar el estudio manteniendo las mismas variables en estudio, la toma de los datos se realizó para las producciones específicas de la esencia para jugos pasteurizados de durazno “Parte A Durazno”. La toma de tiempos se dividió en los siguientes aspectos:

### 1. Definir el tamaño apropiado de la muestra.

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizará el método estadístico descrito para los estudios de tiempos. Como primer paso fue necesario hacer una toma preliminar de muestras a cada uno de los procesos para luego estimar el número de muestras necesarios con la ecuación 1 utilizada en este método para un intervalo de confianza de 95,45% y un error del 5%.

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

*Ecuación 1*

Para cada proceso dado se efectuaron 10 observaciones y que los valores de los respectivos tiempos transcurridos, expresados en segundos (seg). A continuación, se muestra el procedimiento realizado para un proceso:

Se tomaron las 10 muestras del proceso de etiquetado y seguidamente se procedió al cálculo de los cuadrados y la suma de los cuadrados de dichos números:

*Tabla 7: Toma de muestras preliminar y cálculos de los cuadrados.*

2 ETIQUETADO	
Muestras (x)	x <sup>2</sup>
3,1	9,61
3,2	10,24
2,5	6,25
2,5	6,25
4,3	18,49
4,1	16,81
2,9	8,41
3,4	11,56
3,0	9
2,2	4,84
<b>Σx</b>	<b>31,2</b>
	<b>101,5</b>

*Fuente: Elaboración propia (2019)*

Sustituyendo estos valores en la Ecuación 1 se obtiene el valor de n:

$$n = \left( \frac{40 * \sqrt{(10 * 101.5) - (31.2)^2}}{31.2} \right)^2 = 68.31 \text{ osea } 68 \text{ observaciones.}$$

Dado que el número de observaciones preliminares n' es inferior al requerido de 68, debe aumentarse el tamaño de la muestra.

Este procedimiento se realizó para cada uno de los procesos dando como resultado:

*Tabla 8: Números de muestra necesarios por proceso.*

	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>n</b>
<b>1</b>	TRASLASDO	<b>88</b>
<b>2</b>	ETIQUETADO	<b>68</b>
<b>3</b>	LLENADO	<b>26</b>
<b>4</b>	TRASLADO	<b>70</b>
<b>5</b>	RECTIFICADO	<b>80</b>
<b>6</b>	TAPADO/PRESINTADO	<b>65</b>
<b>7</b>	TRASLADO	<b>77</b>
<b>8</b>	HORNO	<b>22</b>
<b>9</b>	TRASLADO	<b>63</b>
<b>10</b>	EMBALAJE	<b>48</b>
<b>11</b>	TRASLADO	<b>57</b>

*Fuente: Elaboración propia (2019)*

- 2. Toma de tiempos de las operaciones que tienen ocurrencia en la línea de producción de esencias. Tales como etiquetado, llenado, tapado, verificación y ajuste, sellado (horno), empaquetado, paletizado y traslados.**

Para la toma de tiempos se decidió tomar 120 mediciones de cada uno de los procesos, siendo este número mayor al requerido por los cálculos realizados

para así, de esta manera encontrar resultados más fidedignos al comportamiento de los procesos. Estas mediciones se realizaron con un cronometro electrónico.

Para alcanzar el número de mediciones requeridos hicieron falta 4 corridas de producción, ocurridas en diferentes fechas y a las cuales se pudo tener acceso.

A continuación, se muestra la tabla de resultados de la producción número 1.

Tabla 9: Tabla de tiempos de los procesos de la línea de la producción 1

NUMERO	PRODUCCION	OPERACIONES											
		1 ETIQUETADO	2 TRASLADO	3 LLENADO	4 TRASLADO	5 RECTIFICADO	6 TAPADO/PRESINTADO	7 TRASLADO	8 HORNO	9 TRASLADO	10 EMBALAJE	11 TRASLADO	12 PALETIZADO
1	1	3,1	1,6	10,0	1,8	12,0	5,5	2,2	13,8	1,2		1,9	
2		3,2	2,2	9,7	1,9	6,7	5,6	2,3	14,8	1,3		2,7	
3		2,5	2,1	9,8	2,6	6,4	11,1	1,7	12,8	1,4		2,3	
4		2,5	2,0	10,5	1,9	6,7	8,7	3,0	10,9	1,3		2,4	
5		4,3	2,7	14,0	1,2	3,1	9,1	2,2	12,6	2,8		2,5	
6		4,1	1,3	10,0	2,3	8,7	7,7	1,1	12,4	1,8		2,6	
7		2,9	1,6	9,7	1,7	7,4	5,0	1,5	15,3	2,4		2,1	
8		3,4	1,2	9,3	2,4	9,7	5,4	1,7	13,0	2,4		1,5	
9		3,0	2,3	10,1	1,9	10,9	6,3	1,8	10,5	2,3		1,6	
10		2,2	2,1	12,0	1,5	4,2	7,1	1,3	11,6	1,2		1,8	
11		2,1	3,0	9,1	1,5	7,7	6,5	2,4	9,9	1,5		1,9	
12		3,3	1,8	12,0	2,2	6,4	5,0	2,1	8,2	1,6		1,8	
13		4,5	2,3	13,8	2,3	5,9	8,7	1,0	11,3	1,9		2,1	
14		4,7	2,2	8,9	1,6	8,6	8,8	1,4	10,7	1,3		2,6	
15		5,1	1,8	11,3	2,3	9,1	6,5	1,6	10,5	2,2		2,3	
16		5,3	2,3	15,3	1,2	11,7	6,7	1,7	12,1	1,2		2,1	
17		3,5	2,2	10,7	1,7	12,8	8,0	1,4	14,6	1,7		1,6	
18		3,8	1,8	14,0	1,5	3,3	7,1	2,5	15,1	3,4		2,4	
19		4,4	2,4	10,6	2,1	7,4	5,3	2,6	14,6	1,9		2,1	
20		5,1	1,5	13,2	1,7	10,4	5,4	2,8	15,0	2,1		3,5	
21		6,5	1,8	12,0	1,3	7,9	12,0	1,5	15,1	1,4		1,9	
22		4,1	2,5	13,0	1,0	10,6	4,0	2,7	14,6	3,2		2,4	
23		3,9	2,2	11,8	1,3	7,9	15,0	1,4	13,5	2,4		2,2	
24		3,7	1,5	13,5	2,1	8,8	9,0	1,5	13,5	1,9		2,4	
25		4,7	1,8	14,8	1,6	10,6	12,0	2,0	13,5	1,2		1,7	
26		4,6	1,9	11,4	1,7	8,1	7,0	1,2	13,9	1,5		1,6	
27		3,2	2,7	12,0	1,3	7,8	6,0	1,3	13,8	1,7		2,2	
28		2,5	1,9	10,5	1,2	10,4	6,0	2,7	11,6	1,2		3,2	
29		3,1	2,1	10,0	2,3	12,5	9,0	2,5	9,6	1,3		2,6	
30		4,6	1,5	9,3	1,8	10,0	11,0	2,2	9,0	1,1		2,8	

Fuente: Elaboración propia (2019)

En el anexo 1 se muestran cada una de las mediciones de tiempo realizadas en una producción, para los procesos etiquetado, llenado, verificado y ajuste, tapado, sellado, empaquetado, paletizado, y traslados. El resto de las mediciones para las otras producciones se pueden ver en el anexo 1.

#### 4.1.5.2 Análisis de los datos

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó un programa de análisis de datos especializado en simulación, el Input Analyzer de Arena 2018; los datos fueron cargados al programa y de manera automática realiza las distintas pruebas estadísticas y las pruebas de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov y

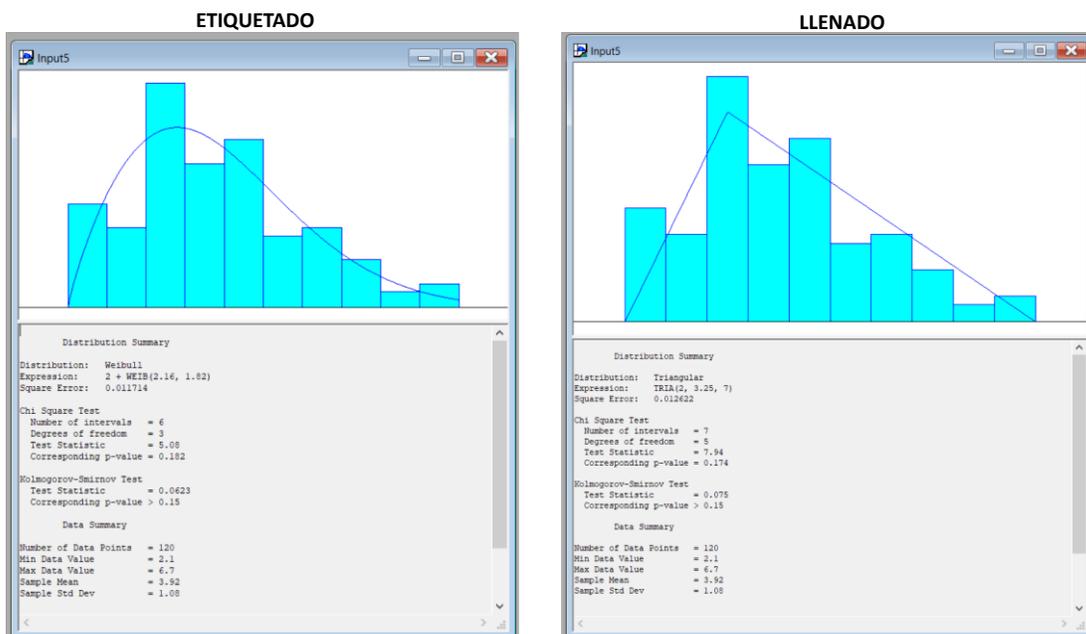
Anderson-Darling para demostrar estadísticamente la distribución teórica que mejor se ajusta al comportamiento de los datos.

A continuación, se muestra una tabla resumen con cada una de las distribuciones correspondientes a los procesos estudiados.

*Tabla 10: Resumen resultados de las distribuciones por proceso.*

	PROCESO	Distribución de probabilidad
1	ETIQUETADO	Triangular ( 2; 3,25; 7)
2	TRASLADO	Normal (1,97 ; 0.792)
3	LLENADO	Normal (11,9 ; 1,48)
4	TRASLADO	Normal (2,11 ; 0.745)
5	VERIFICACIÓN Y AJUSTE	Triangular ( 3; 7,46; 24)
6	TAPADO/PRESINTADO	Normal (7,48 ; 2,61)
7	TRASLADO	Normal (2 ; 0.697)
8	HORNO	Triangular ( 8; 11.5; 16)
9	TRASLADO	Erlang (2 ; 6)
10	EMBALAJE	Normal (39.7 ; 7,24)
11	TRASLADO	Normal (2,465 ; 0.925)
12	PALETIZADO	Triangular ( 10; 20; 25)

*Fuente: Elaboración propia (2019)*



*Figura 13: Distribuciones de probabilidad de los tiempos de las operaciones de etiquetado y llenado.*

En el anexo 2 se encuentran los resultados del resto de las pruebas con sus respectivas distribuciones.

#### 4.1.5.3 Simulación

Luego de analizar los datos recolectados y encontrar su distribución de probabilidades respectivas a cada proceso que interviene durante la producción en el área de esencias, estas fueron utilizadas para el montaje de la simulación en el software Simio 8 2018, aquí se colocaron las diferentes operaciones y traslados con sus distribuciones de probabilidades respectivas para evaluar el estado actual de la producción.

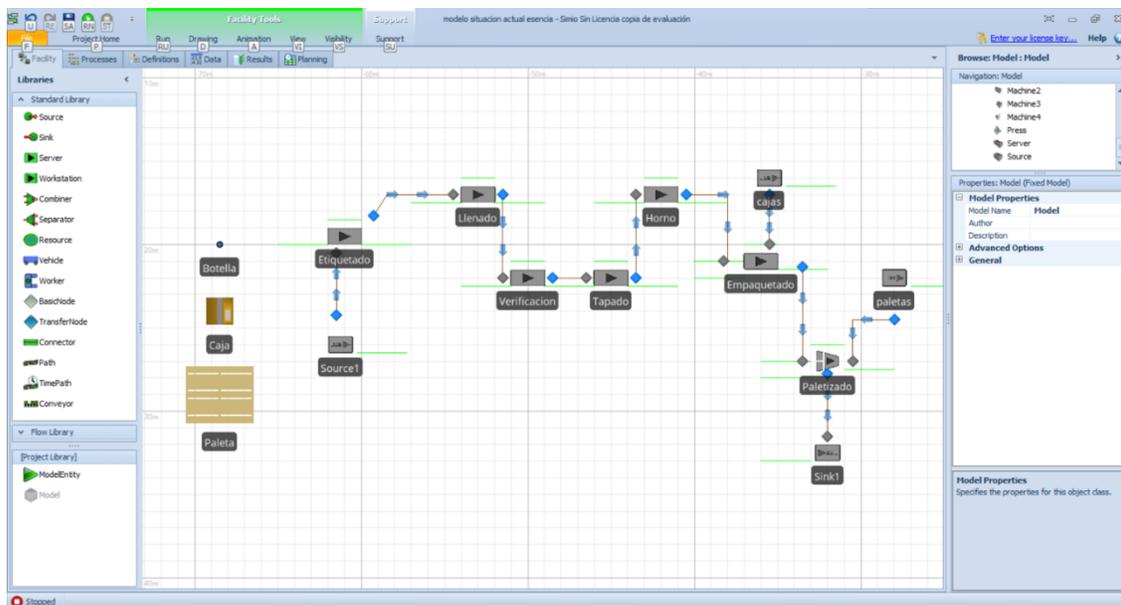


Figura 14: Modelo de simulación del proceso de producción de esencias en Simio 8  
Fuente: Elaboración propia (2019)

#### 4.1.5.4 Número de réplicas

Es importante que el modelo elaborado se asemeje lo más posible al sistema real para dar veracidad y confianza a los resultados a obtener. Para ello usarán un tamaño de corrida adecuado, el cual indicará el número de corridas necesarias a realizar para obtener los niveles de confianza deseados.

Para determinar el número de replicaciones necesarias se hará uso de un método tipo estocástico, en el cual se realiza una prueba piloto “n”, la cual permitirá obtener los datos requeridos para calcularlas.

En los casos donde el número de muestra no tiene una distribución de probabilidades del tipo normal, se da la necesidad de aplicar la ecuación 1 definida en el marco teórico para un nivel de confianza de 95% y un margen de error del 5%.

Para la verificación del modelo se tomó una muestra de 10 medidas de los tiempos totales de una corrida de producción estándar de 288 botellas. A continuación, se muestra la tabla con los tiempos totales.

*Tabla 11: Resultados de las replicaciones de la Duración Total del Proceso.*

Número de replicación	Duración Total Promedio del proceso (min)
1	77,86
2	78,01
3	80,88
4	81,00
5	76,82
6	77,56
7	75,52
8	78,25
9	80,13
10	77,65
11	79,35
12	81,53
13	77,54
14	80,01
15	78,04

*Fuente: Software de simulación Simio 8 (2019)*

Seguidamente se procederá a realizar el cálculo del número de observaciones necesarias utilizando la Ecuación 2 y una n' igual a 15 datos.

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

*Ecuación 2*

El resultado de la ecuación fue igual a 28,306. Una vez obtenido el número de observaciones necesarias se hará uso de un factor de conversión para encontrar el número de replicaciones necesarias:

$$\frac{1}{15} * 28.306 = 1.887 \approx 2$$

Como resultado se tiene que se necesitan al menos 2 replicaciones de la simulación para que sus resultados sean confiables. Pero en el caso de este estudio se decidió mantener las 15 réplicas elegidas en un principio. Al realizar las 15 corridas de las réplicas se calcula el error de cada una respecto al tiempo real promedio de producción establecido en 82 min, como se puede apreciar a continuación:

Cálculo del error entre el proceso real y el modelo mediante:

$$\frac{82,00 - 78,01}{82,00} * 100\% = 4,87\%$$

Siguiendo este proceso se procedió con el resto de las réplicas:

Tabla 12: Error de las réplicas respecto al promedio real.

Réplica	Duración Total Promedio del proceso (min)	%Error
1	77,86	5%
2	78,01	5%
3	80,88	1%
4	81,00	1%
5	76,82	6%
6	77,56	5%
7	75,52	8%
8	78,25	5%
9	80,13	2%
10	77,65	5%
11	79,35	3%
12	81,53	1%
13	77,54	5%
14	80,01	2%
15	78,04	5%
PROMEDIO		4%

Fuente: Elaboración propia (2019)

El promedio del error de las réplicas se la simulación fue del 4%, lo cual es aceptable para verificar y validar el modelo.

#### 4.1.5.5 Resultados

A continuación, se mostrarán los resultados de los tiempos totales en horas de producción y tiempos promedios en **horas** por estación para conocer el funcionamiento de esta.

Tabla 13: Resultados tiempo total de los procesos en la simulación del estado actual.

TimeProcessing - Total			
Object Name	Data Source	Category	Value
Empaquetado	[Resource]	ResourceState	0,7896
Paletizado	[Resource]	ResourceState	0,57487
Etiquetado	[Resource]	ResourceState	0,33226
Homo	[Resource]	ResourceState	0,78354
Llenado	[Resource]	ResourceState	0,95614
Tapado	[Resource]	ResourceState	0,61037
Verificacion	[Resource]	ResourceState	0,8689

Fuente: Software de simulación Simio 8 (2019)

Tabla 14: Resultados del tiempo promedio de los procesos en la simulación del estado actual.

TimeProcessing - Average			
Object Name	Data Source	Category	Value
Empaquetado	[Resource]	ResourceState	0,0168
Paletizado	[Resource]	ResourceState	0,28743
Etiquetado	[Resource]	ResourceState	0,33226
Homo	[Resource]	ResourceState	0,00622
Llenado	[Resource]	ResourceState	0,95614
Tapado	[Resource]	ResourceState	0,00301
Verificacion	[Resource]	ResourceState	0,00905

Fuente: Software de simulación Simio 8 (2019)

## 4.2 Problemas que influyen en el proceso

Luego de haber estudiado los procesos que tienen ocurrencia dentro de la producción de esencias, se procedió a la identificación de los problemas que

afectan a estos. Por medio de entrevistas no estructuradas, observación directa, y mesas de trabajo se encontraron una serie de problemas los cuales fueron clasificados y organizados para la realización de los diagramas de Ishikawa o causa-efecto, que, basándose en el método de las 6M, el cual clasifica las causas de ser necesario en las 6 ramas las cuales son métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio, esquematiza estas causas.

En los diagramas de Ishikawa realizados en el estudio se eligieron 5 ramas de clasificación, las cuales son Método, Maquinaria, Medición, Medio, y Mano de obra.

Los cuatro problemas generales identificados en la línea de producción de esencias para jugos son:

- Paradas no planificadas durante la producción
- Merma de materia prima durante la producción
- Choque entre estaciones de trabajo
- Pérdida de tiempo durante la producción

A continuación, se presentan los diagramas de Ishikawa realizados con las causas generales de estos problemas.



Figura 15: Diagrama de Ishikawa de las paradas no planificadas durante la producción.  
Fuente: Elaboración propia (2019)

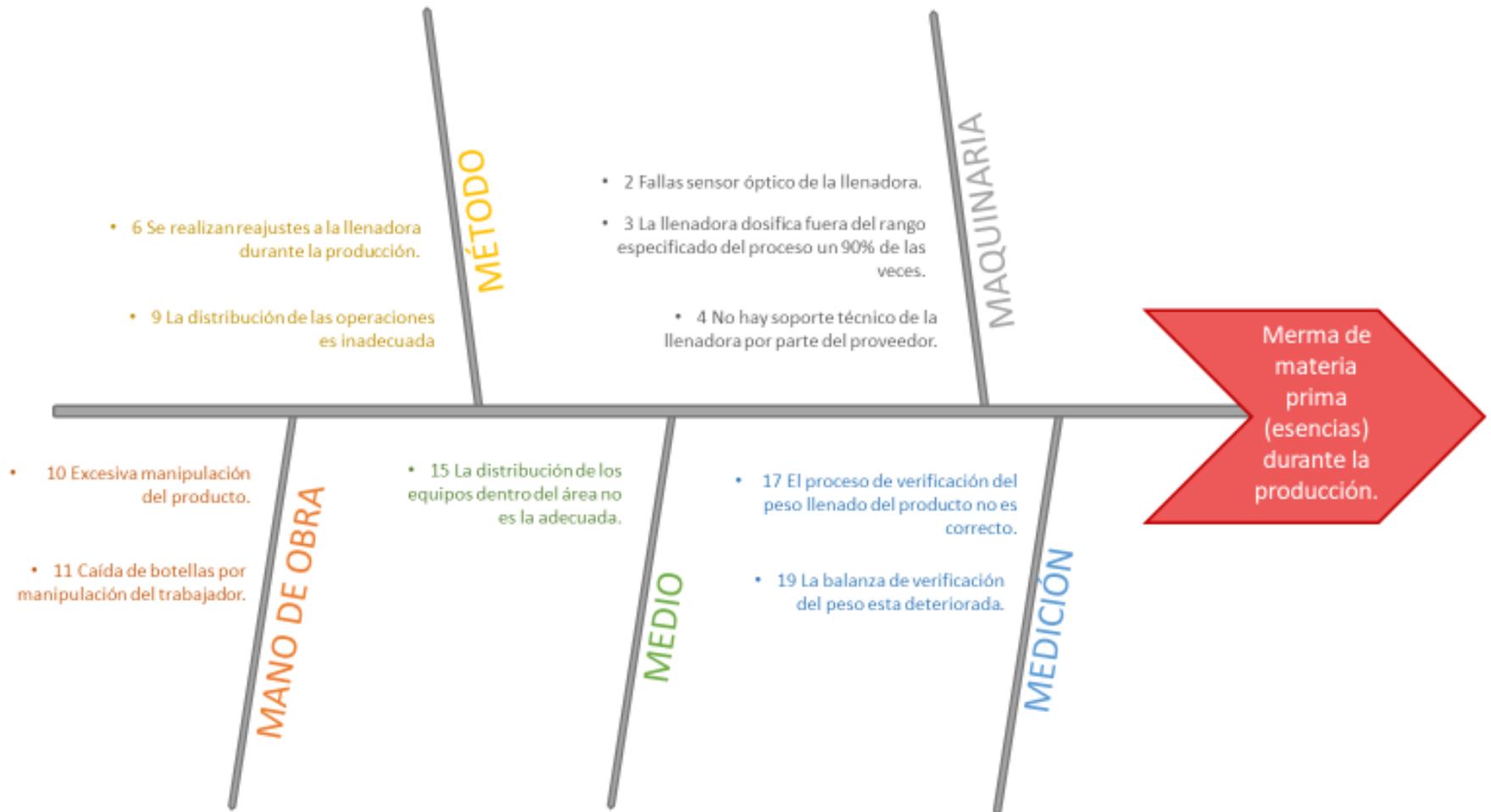


Figura 16: Diagrama de Ishikawa de la merma de materia prima (esencias) durante la producción.  
Fuente: Elaboración propia (2019)



Figura 17: Diagrama de Ishikawa de los choques entre estaciones de trabajo.  
Fuente: Elaboración propia (2019)

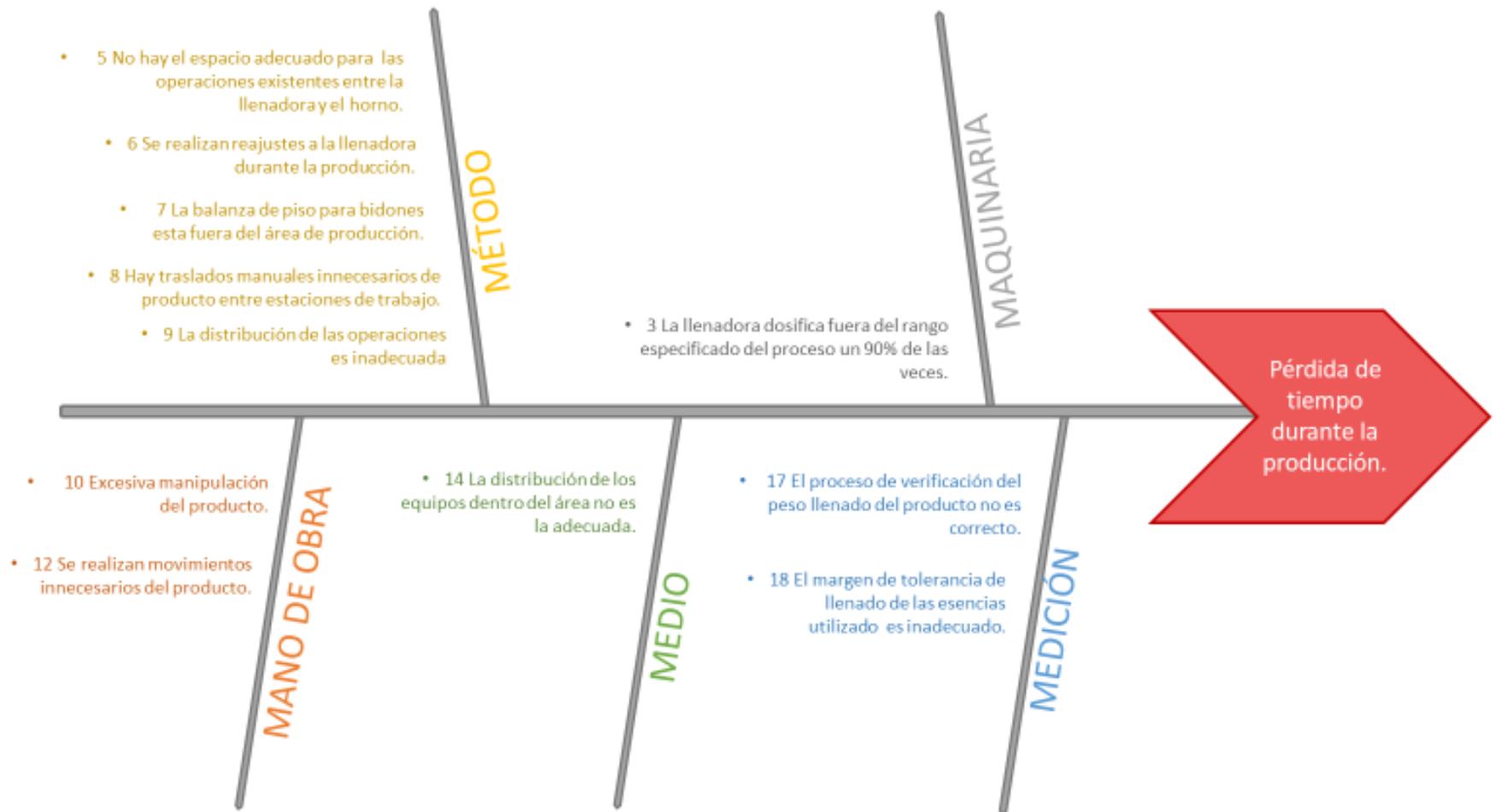


Figura 18: Diagrama de Ishikawa de la pérdida de tiempo durante la producción.  
Fuente: Elaboración propia.

Luego de conocer todas las causas se procedió a la elaboración de una tabla de impacto-implementación la cual nos dará los coeficientes a aplicar a cada problema los cuales definen qué tan importante sería el impacto de resolver un inconveniente en específico y el grado de dificultad de la implementación de dicha solución.

Tabla 15: Coeficientes tabla Impacto-Implementación

		Impacto		
		bajo	medio	alto
Implementación	fácil	2	4	6
	difícil	1	3	5

Fuente: Elaboración propia

Estos coeficientes se le asignaron por medio de mesas de trabajo con los expertos, (incluyendo al gerente de la planta) y los trabajadores del área con el apoyo de un instrumento (ver anexo 7), entre ellos estaban técnicos del proceso, el especialista en procesos de envasado y el superintendente de producción.

Relacionando los coeficientes asignados a cada causa y la frecuencia que estos tienen en los Diagramas de Causa-Efecto se realizó una tabla con puntajes, los cuales son la base del diagrama de Pareto, el cual permitió jerarquizar estas causas y permitió identificar los problemas cuya solución generaría un mayor impacto positivo en los procesos de la línea de producción contemplado.

Tabla 16: Tabla de frecuencias, coeficientes y puntajes.

	Causas	Frecuencia	Coeficiente	Frecuencia*Coeficiente	% Acumulado
9	La distribución de las operaciones es inadecuada.	4	6	24	24
15	La distribución de los equipos dentro del área no es la adecuada.	4	6	24	48
3	La llenadora dosifica fuera del rango especificado del proceso en promedio 90% de las veces.	4	5	20	68
17	El proceso de verificación del peso llenado del producto no es correcto.	4	5	20	88
5	No hay el espacio adecuado para las operaciones existentes entre la llenadora y el horno.	3	6	18	106
18	El margen de tolerancia de llenado de las esencias utilizado es inadecuado.	3	6	18	124
6	Se realizan reajustes a la llenadora durante la producción.	3	5	15	139
8	Hay traslados manuales innecesarios de producto entre estaciones de trabajo.	3	5	15	154
7	La balanza de piso para bidones esta fuera del área de producción	2	4	8	162
11	Caída de botellas por manipulación del trabajador.	2	4	8	170
1	No existe llenadora automática de respaldo.	1	6	6	176
2	Fallas sensor óptico de la llenadora.	2	3	6	182
4	No hay soporte técnico de la llenadora por parte del proveedor.	2	3	6	188
12	Las modificaciones realizadas a la línea se hacen de manera empírica.	2	3	6	194
14	Espacio físico del área es inadecuado para el proceso.	2	3	6	200
13	12 Se realizan movimientos incensarios del producto.	2	2	4	204
19	La balanza de verificación del peso esta deteriorada	2	2	4	208
10	Excesiva manipulación del producto	3	1	3	211
16	Tuberías de aguas de desecho dentro del área accidentes con fugas.	1	1	1	212

Fuente: Elaboración propia (2019)

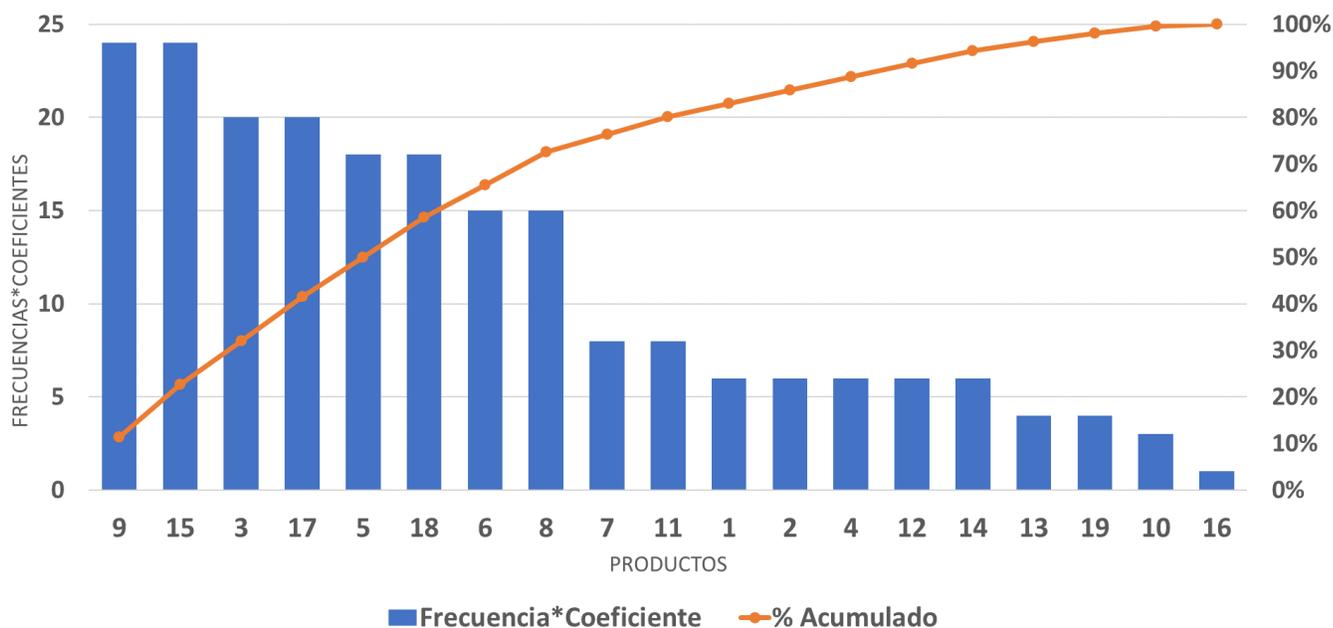


Figura 19: Diagrama de Pareto de las causas que afectan la producción.  
Fuente: Elaboración propia (2019)

Basándose en el principio del diagrama de Pareto el cual plantea que el 80% de las consecuencias que sufre un determinado fenómeno, son a raíz de

20% de todas las causas, se buscó el porcentaje de las causas que generan el mayor impacto. En el caso de este estudio se tiene que 10 de las 19 causas en estudio, es decir un 53% de estas, generan un 80% de los problemas, como se puede apreciar en la Tabla 12 y Figura 18

El porcentaje elevado en la cantidad de las causas se puede explicar entendiendo que, varias de estas están directamente relacionadas entre sí, pudiéndose agrupar en función de esto, por lo que el investigador hará un estudio de todas para encontrar las causas raíz de los problemas.

### 4.3 Estudio de las causas que influyen en los problemas que afectan los procesos.

A continuación, se estudiarán las causas de los problemas esquematizados en el diagrama de Ishikawa, por medio del diagrama ¿Por qué? ¿Por qué? Para encontrar la causa raíz de estas.

#### Diagrama 1:

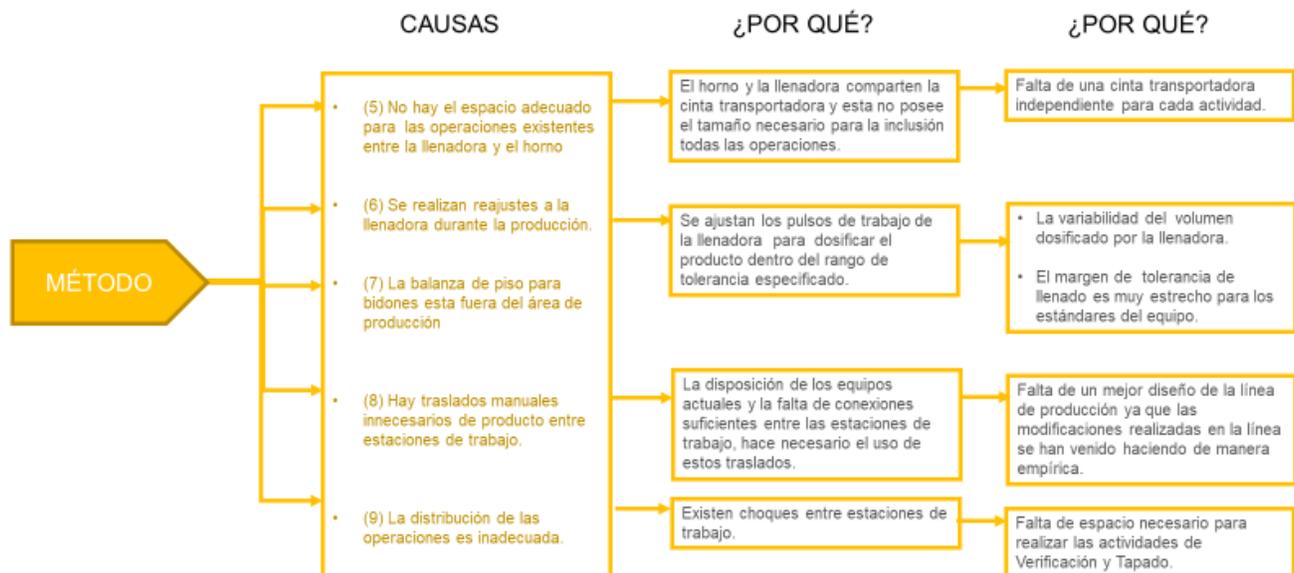


Figura 20: Diagrama ¿Por qué? - ¿Por qué? "Método"  
Fuente: Elaboración propia (2019)

**Diagrama 2:**

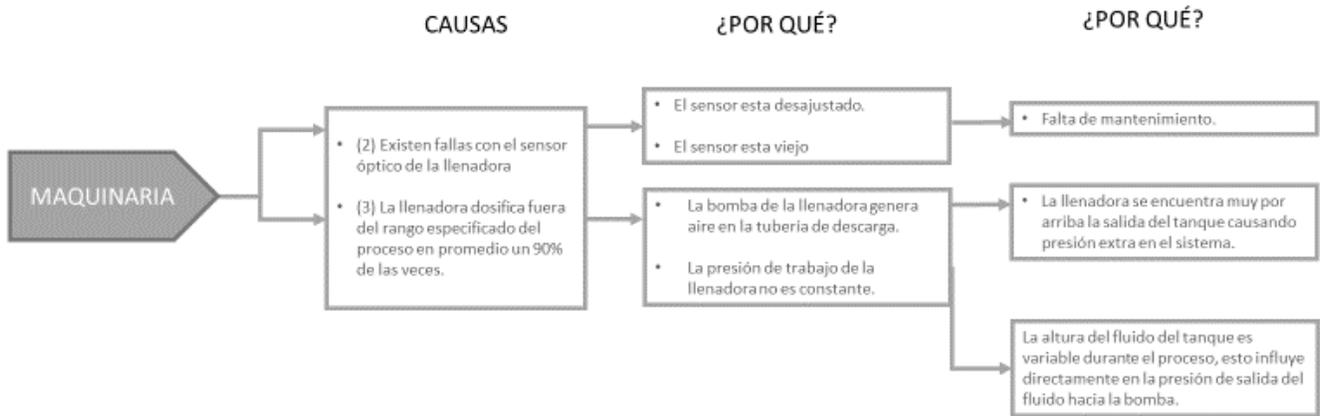


Figura 21: Diagrama ¿Por qué? - ¿Por qué? "Maquinas"  
Fuente: Elaboración propia (2019)

**Diagrama 3:**

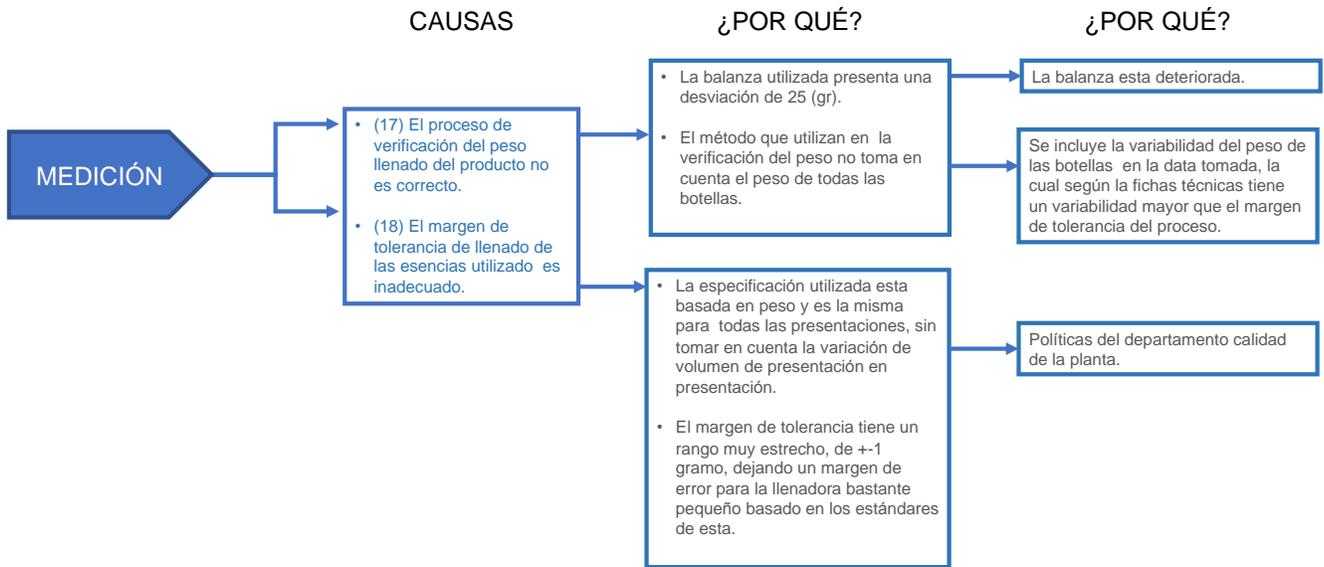


Figura 22: Diagrama ¿Por qué? - ¿Por qué? De "Medición"  
Fuente: Elaboración propia (2019)

**Diagrama 4:**

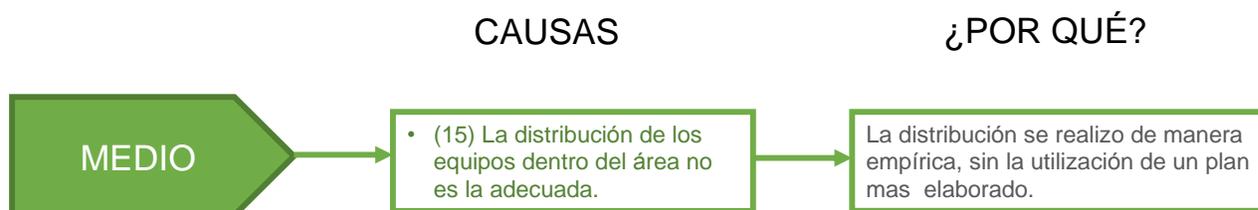


Figura 23: Diagrama ¿Por qué? - ¿Por qué? De "Medio"  
Fuente: Elaboración propia.

**Diagrama 5:**

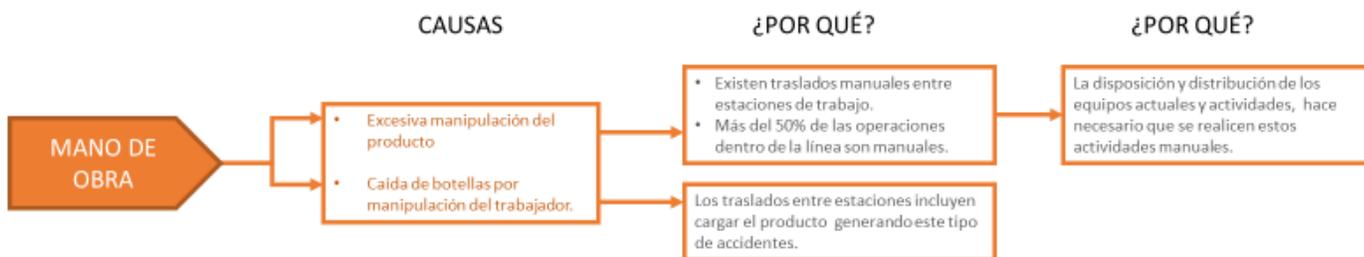


Figura 24: Diagrama ¿Por qué? - ¿Por qué? De "Mano de Obra"  
Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.1 Causas Raíz de los problemas

Se puede observar que varios de los problemas de los diferentes diagramas de ¿Por qué? ¿Por qué?, comparten la misma causa raíz o están directamente relacionados, así que se agruparon los problemas por causa raíz en la (tabla #6) para facilitar mostrar las evidencias.

Tabla 17: Agrupación de causas por relación con causa raíz.

DESCRIPCIÓN		Indicador
5	No hay el espacio adecuado para las operaciones existentes entre la llenadora y el horno.	A
8	Hay traslados manuales innecesarios de producto entre estaciones de trabajo.	
9	La distribución de las operaciones es inadecuada.	
15	La distribución de los equipos dentro del área no es la adecuada.	
7	La balanza de piso para bidones esta fuera del área de producción	
11	Caída de botellas por manipulación del trabajador.	
3	Variabilidad significante en el volumen llenado.	B
6	Se realizan reajustes a la llenadora durante la producción.	
17	El proceso de verificación del peso llenado del producto no es correcto.	
18	El margen de tolerancia de llenado de las esencias utilizado es inadecuado.	

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 18: Causas Raíz del proceso.

CAUSA RAÍZ	
A	Debido a políticas de la planta y falta de precisión de la llenadora de esencia, el volumen dosificado en las botellas no es aceptable para el margen de tolerancia especificado, causando la necesidad de una estación de trabajo extra para la verificación y ajuste del contenido de las botellas ya llenas; además de realizarse esta verificación de manera incorrecta.
B	El diseño de las distribución de las operaciones y equipos dentro del área de producción de esencias es deficiente debido a que las modificaciones que se han venido realizando en ella se han hecho de manera empírica.

Fuente: Elaboración propia (2019)

Para las causas raíces encontradas en la producción de esencias para jugos se tienen las siguientes evidencias:

#### **4.3.1.1 Causa A**

El volumen de esencia que está dosificando la llenadora, no entra en la mayoría de los casos dentro del margen de tolerancia exigido por calidad en el proceso de llenado, destacando que este es bastante exigente para la llenadora, siendo de  $\pm 1 g$  del peso especificado a llenar. En adición a un margen de tolerancia exigente e inadecuado tenemos que, el comportamiento del volumen dosificado por la llenadora no está estable y presenta distintas tendencias en las pruebas realizadas. En consecuencia, se rechazan en un promedio simple más del 90% de las botellas llenadas, derivando en un ajuste de su peso en la estación de verificación.

El margen de tolerancia exigido es inadecuado debido a que se utiliza el mismo  $\pm 1 g$  para los distintos volúmenes de llenado de cada una de las presentaciones de esencias envasadas, además de este estar basado en el peso y no en el volumen de llenado. Durante mesas de trabajo con expertos en las áreas de Calidad, Desarrollo de Productos y Procesos, pertenecientes a la Dirección de Ingeniería de Empresas Polar, se encontró que, según normativas de Calidad de producto para los procesos de envasado de concentrados y esencias, el margen de tolerancia establecido para aceptar el producto es de 3% del volumen total del producto, resultando estas nuevas especificaciones en un mayor margen de trabajo para la llenadora, por ejemplo:

Para el llenado de la esencia Parte D Naranja Z se requiere 1.017 L que en peso serían 1.1 kg de producto, así que calculando el 3% de esto resulta en un margen de tolerancia para su aceptación de  $\pm 33 g$ . En consecuencia, tenemos

que el Departamento de Calidad de la Planta está basando sus procesos con una tolerancia incorrecta, debido según se pudo constatar una desinformación y falta de supervisión.

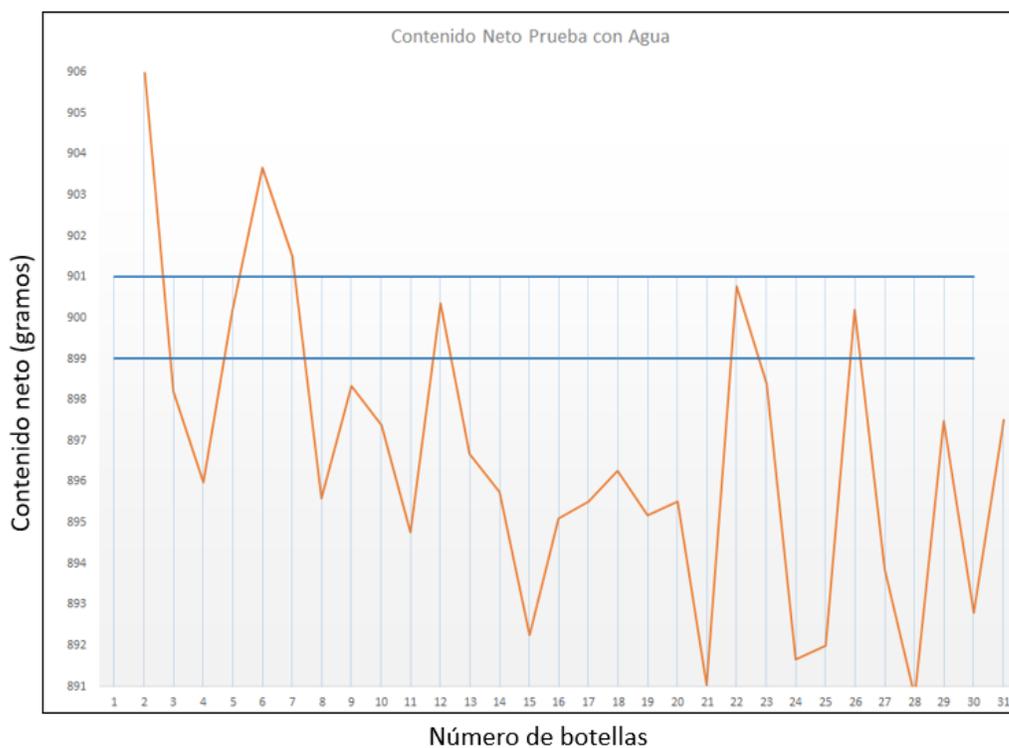
En el caso de la variabilidad en el volumen de llenado se consideró la realización de varias pruebas, para evidenciar esta variabilidad, a continuación, se mostrarán los resultados de dos de las pruebas realizadas:

**Prueba #1:** Se tomó una muestra de 60 botellas, estas fueron llenadas con agua con la misma metodología utilizada en una producción normal. Se estableció como objetivo llenar 900 gramos de agua.

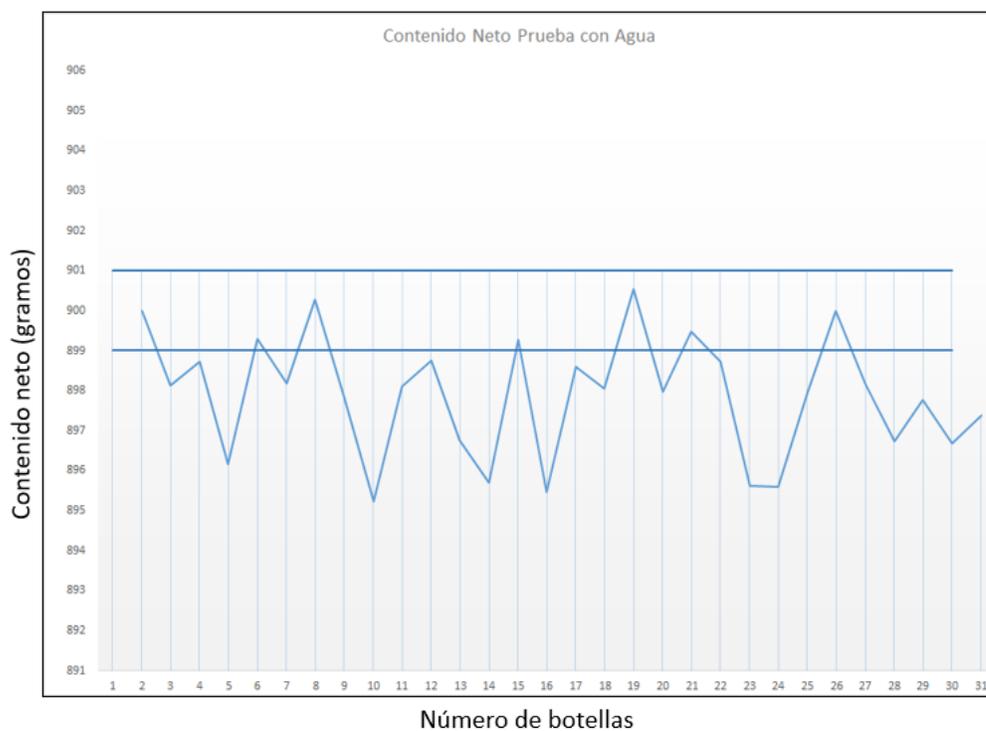
Para la prueba se realizaron dos tipos de mediciones:

- **Método 1:** Las primeras 30 botellas fueron pesadas cada una y tomando el peso total de cada una nuevamente con el líquido dosificado, se dio conocer el contenido neto que está dosificando la llenadora.
- **Método 2:** A las 30 botellas restantes se les tomo el peso después de su verificación y ajuste; esto para conocer si el contenido dosificado estaba entrando realmente dentro del margen de tolerancia establecido luego del ajuste. Este método es realizado para conocer si el método de verificación se está realizando adecuadamente.

**A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la prueba 1 para ambos métodos:**



**Número de botellas**  
 Figura 25: Gráfico contenido neto vs indicador de botellas prueba#1 del método 1  
 Fuente: Elaboración propia (2019)



**Número de botellas**  
 Figura 26: Gráfico contenido neto vs indicador de botellas prueba#1 del método 2  
 Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 19: Tabla resultados prueba#1 método 1

Producto	Datos	Peso Botella (g)	Peso Total (g)	Contenido Neto
Agua	max	504,47	1409,66	906,00
	min	500,28	1392,54	890,74
	promedio	502,14	1398,83	896,69
	dstd	1,33	4,05	3,70

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 20: Tabla resultados prueba#1 método 2

Producto	Datos	Peso Botella (g)	Peso Total (g)	Contenido Neto
Agua	max	504,47	1400,71	900,53
	min	500,28	1398,80	895,23
	promedio	502,14	1399,77	897,90
	dstd	1,33	0,54	3,70

Fuente: Elaboración propia (2019)

Como resultados de esta prueba se puede apreciar que, en ambos métodos no se está llenando dentro del margen solicitado especificado en  $\pm 1 g$  del peso objetivo, en cambio se encuentra un rango de  $\pm 15 g$  de este, dando como resultado que tan solo un 10% y 23% de las botellas entregaron dentro de la especificación solicitada respectivamente para los métodos 1 y 2.

**Prueba #2:** Se tomó una muestra 60 botellas; La prueba fue realizada con la esencia “Parte D Naranja Caliente”, para simular las condiciones reales de la llenadora en una producción. Se estableció como objetivo llenar 1100 g de esencia.

**A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la prueba 2 para ambos métodos:**

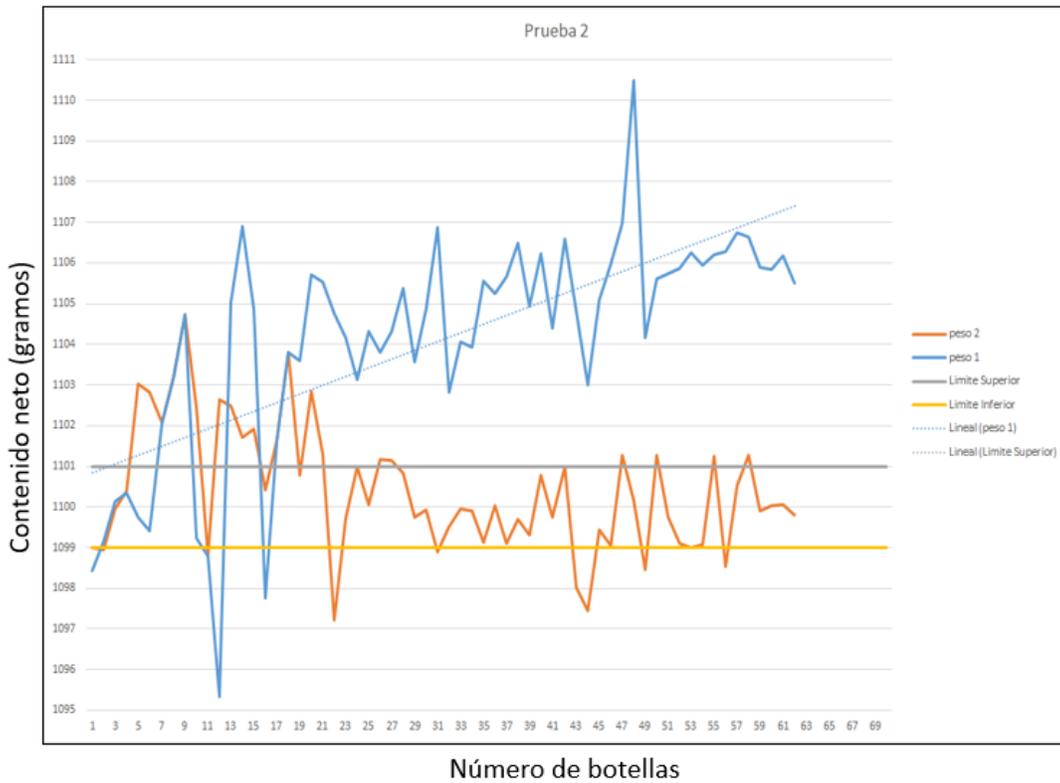


Figura 27: Gráfico contenido neto vs indicador de botellas prueba #2 del método 1 y método 2  
Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 21: Tabla resultados prueba#2

Dosificadora Automatica (Parte D Naranja Z) 1100 gr + peso botella						
Producto	Recipiente	Peso Botella (g)	Peso Total sin ajuste (g)	Contenido Neto Producto sin ajuste	Peso Total ajustado manualmente	Contenido Neto ajustado manualmente
Consolidado	MAX	504,98	1613,21	1110,5	1606,7	1104,72
	MIN	501,41	1598,08	1095,34	1600,58	1097,22
	PROMD	502,9574194	1607,07968	1104,122258	1603,379677	1100,422258
	DESVEST	0,964259566	2,91409687	2,762267078	1,435008388	1,531396469

Fuente: Elaboración propia (2019)

Como resultados de esta prueba #2, también se puede apreciar que, en ambos métodos no se está llenando dentro del margen solicitado especificado en  $\pm 1 g$  del peso objetivo, en cambio se encuentra un rango de  $\pm 15 g$  de este, dando como resultado que tan solo un 6% y 45% de las botellas entregaron dentro de la especificación solicitada respectivamente para los métodos #1 y #2.

Para encontrar las causas de esta variabilidad en volumen de llenado de las botellas se realizaron inspecciones al sistema del tanque y la bomba para buscar posibles causas. En tal sentido se evidenció que en la tubería de succión y descarga de la bomba había presencia de una cantidad importante de burbujas que forman bolsas de aire dentro de estas; las bolsas de aire se ubican dentro en los puntos altos de la conducción, reduciendo la sección de paso de fluido y generando problemas como reducción de la capacidad de transporte en la tubería, incremento de pérdidas de carga y el aumento de la posibilidad de producir cavitación en ella.

Por ende, y sustentado con observación directa, estas burbujas de aire afectaban el flujo del líquido en la boquilla de la válvula de salida del pico de llenado. Para buscar posibles causas se realizó una mesa de trabajo. En esta reunión se concluyeron los siguientes aspectos:

- El mantenimiento preventivo de las piezas de la bomba se había hecho de forma correcta y su última revisión no arrojó ningún problema.
- Se concluyó que la existencia de estas burbujas en la tubería de descarga afectaba directamente el caudal de salida de la llenadora y por ende el volumen llenado en las botellas.
- Se evidenció una diferencia de altura importante entre el tanque y la bomba de la llenadora que podría estar afectando al sistema.



Figura 28: Evidencia de diferencia de altura entre el tanque y la bomba de la llenadora.  
Fuente: Propia (2019)

Aunado a las evidencias anteriores se evidenció que el método de verificación del peso utilizado por los trabajadores era el incorrecto ya que estaban incluyendo la desviación del peso de la botella a la medición por consecuencia de que no se taraba cada botella antes de su ajuste sino una al azar de cada 30 por lo cual estas podrían incluir en la verificación esta desviación, que para las experimentos realizados era de aproximadamente  $+ - 5 g$  del peso promedio de estas, así que en la planta se pensaba que se estaba entregando el 100% de las botellas dentro de la tolerancia exigida y no era así, por lo que el método de verificación del peso es inadecuado.

En la Figura 229 no se aprecia la verdadera conexión entre la salida del tanque y la de la tubería de succión de la bomba, esta es una válvula *check* que se encuentra ubicada en el fondo del tanque, con la salida hacia la pared de este.

**4.3.1.2 Causa B: diseño de las distribuciones de las operaciones y equipos dentro del área de producción de esencias es deficiente.**

En la línea de producción se evidenció cómo la incorporación de la llenadora automática al proceso generó un problema ya que no se cuenta con el espacio necesario para la estación de tapado y la estación de verificación y ajuste del peso, debido que estas comparten la cinta transportadora disponible para el área. Por tal razón se agregó, por parte del técnico del área, al proceso una mesa metálica de acero inoxidable en donde las botellas se colocan después de llenarlas para realizar el tapado y verificado respectivo, seguido de su traslado para su reincorporación en la cinta transportadora para luego entrar a la estación de sellado.



*Figura 30: Estación de trabajo con mesa de aluminio  
Fuente: Fuente propia.*

Este nuevo arreglo causa que dos estaciones de trabajo colinden de manera estrecha entre sí, estando prácticamente una sobre la otra. Esto ha resultado en interferencias en las actividades entre los operadores de dichos puestos, terminado en caída de botellas, mala manipulación del producto y desorden en las operaciones.

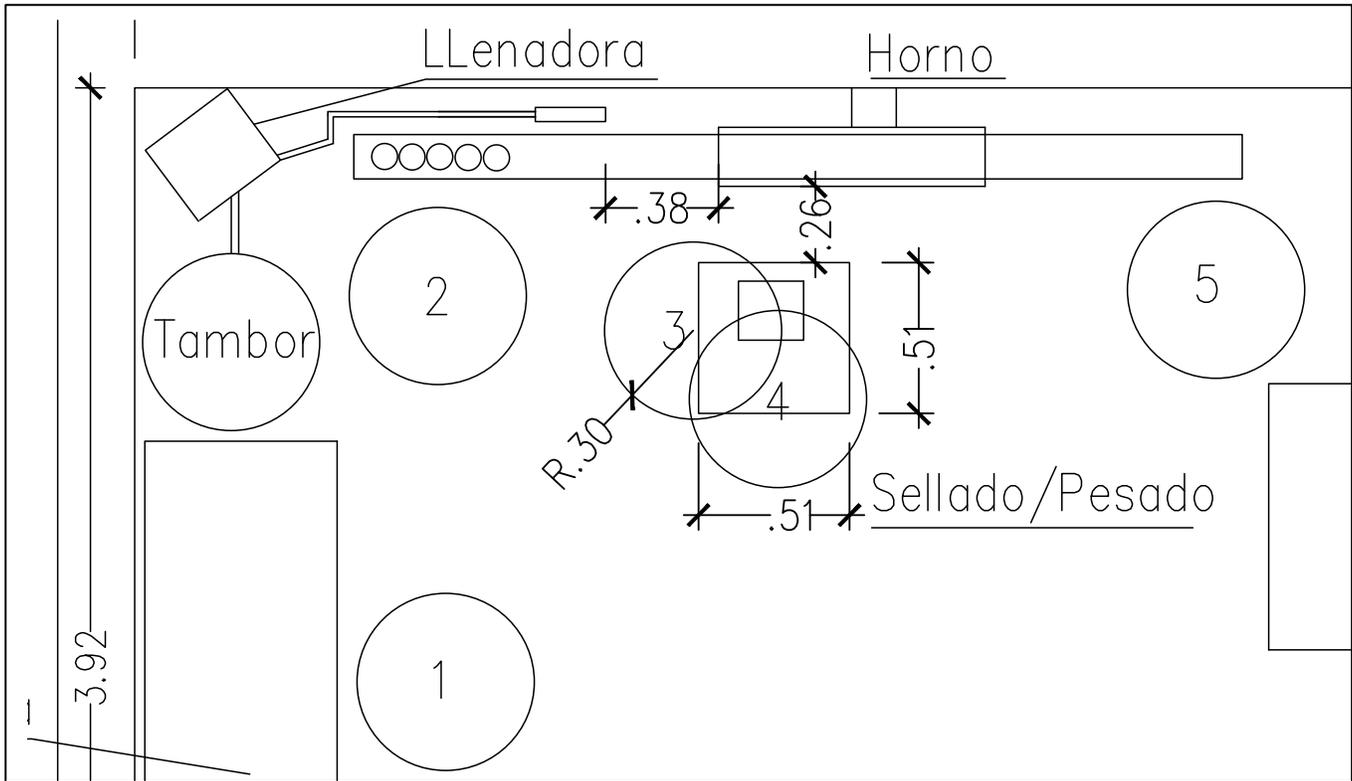


Figura 31: Evidencia de interferencia entre estaciones de trabajo.  
Fuente: Elaboración propia (2019)

Además de esto se encontró que se genera movimientos de traslado manuales extras innecesarios, en este caso 2, ya que la botella tiene que salir y entrar de a la línea para la realización de las operaciones de tapado y verificación. En total en la línea existen 6 traslados entre las estaciones trabajo de los cuales todos son manuales. Esto se evidencia en la falta de conexiones, espacio y organización entre las estaciones de trabajo.

También con esta incorporación, se puede visualizar que sobre las estaciones de trabajo comentadas se crea un cuello de botella importante en este sector, ralentizando el proceso considerablemente, ya que el proceso de verificación y ajuste en sí puede llegar ser lento ya que se hace 1 botella a la vez. Adicionalmente se encuentra con un espacio muy reducido en donde colocar las botellas, y sus traslados se dificultan.

Para evidenciar esto se calculó el promedio de los tiempos de operaciones de los procesos, en total se promediaron 120 tiempos por proceso, y estos fueron sacados del estudio de tiempos realizado por el investigador en la planta, para observar la cantidad de tiempo promedio empleado por estación de trabajo.

Los resultados están plasmados en la Tabla 19, donde se evidencia que el proceso de verificación y ajuste se encuentra como el segundo proceso más lento de la producción, sin tomar en cuenta el embalaje ya que este trabaja con 4 botellas a la vez.

*Tabla 22: tiempos por operaciones.*

	<b>PROCESO</b>	<b>TOTAL tiempo promedio (seg)</b>
<b>1</b>	<b>ETIQUETADO</b>	4,0
<b>2</b>	<b>TRASLADO</b>	2,0
<b>3</b>	<b>LLENADO</b>	12,0
<b>4</b>	<b>TRASLADO</b>	2,2
<b>5</b>	<b>VERIFICACIÓN Y AJUSTE</b>	11,9
<b>6</b>	<b>TAPADO/PRESINTADO</b>	7,5
<b>7</b>	<b>TRASLADO</b>	2,1
<b>8</b>	<b>HORNO</b>	11,8
<b>9</b>	<b>TRASLADO</b>	2,2
<b>10</b>	<b>EMBALAJE</b>	33,0
<b>11</b>	<b>TRASLADO</b>	2,7
<b>12</b>	<b>PALETIZADO</b>	900,0

*Fuente: Elaboración propia (2019)*

## CAPÍTULO V

### 5 Propuestas de mejora

En el siguiente capítulo se presentan las propuestas a utilizar para mitigar los problemas analizados en el capítulo IV. Para encontrar la solución a las causas raíz identificadas en el capítulo IV se hará uso del diagrama ¿Cómo? - ¿Cómo? cuyo objetivo es facilitar el análisis. También se le anexará una tabla costo beneficio a cada propuesta obtenida, con el fin de valorar la relación costo-beneficio de las mismas.

#### 5.1 GRUPO A

Para encontrar las propuestas a realizar para mitigar los problemas ocasionados por la causa raíz A se hará uso del diagrama ¿Cómo? - ¿Cómo?.

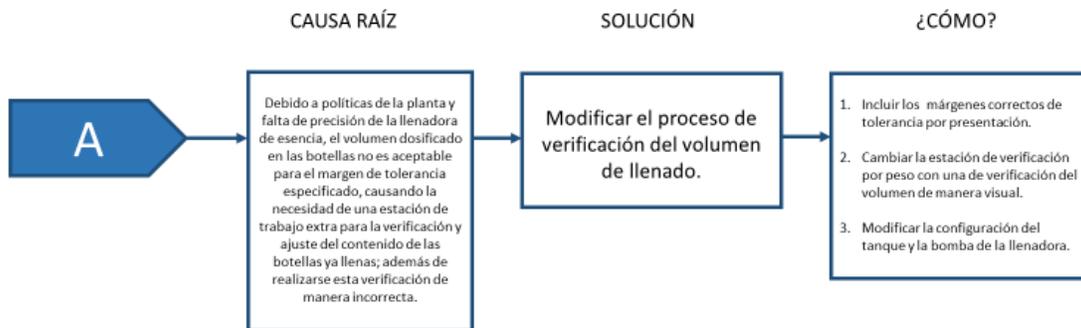


Figura 32: Diagrama ¿Cómo? - ¿Cómo? Propuesta de mejora causa raíz A  
Fuente: Elaboración propia (2019)

### **5.1.1 Descripción:**

Se propone mejorar el método de verificación actual mediante la aplicación de tres propuestas conjuntas que servirían para abrir un poco los márgenes de tolerancia del proceso sin afectar la calidad del mismo, que en conjunto con las adaptaciones al sistema de la llenadora permitirían que el llenado se lleve a cabo dentro de las especificaciones de las tolerancias exigidas, cambiando el método de verificación por peso a uno de supervisión visual.

### **5.1.2 Incluir los márgenes correctos de tolerancia por presentación.**

Se propone utilizar las nuevas especificaciones para las tolerancias suministradas por el Departamento de Calidad Corporativo en las próximas producciones. La especificación real exigida es de un rango de  $\pm 3\%$  del volumen de llenado. Para esto Calidad Corporativa suministrarán las tolerancias especificadas por presentación al Departamento de Calidad de la planta.

**BENEFICIO:** La utilización de las tolerancias correctas agilizará de manera considerable el proceso de verificación del volumen de llenado, permitiendo márgenes de trabajo más holgados eliminando la necesidad de ajustar el peso de las botellas, y por defecto aumentando la velocidad de la producción.

### **5.1.3 Mejorar la comunicación entre el Departamento de Calidad de la planta y el Departamento de Calidad Corporativo.**

Se propone planificar contactos periódicos entre el Departamento de Calidad de la Planta y el Corporativo, para mejorar los lazos comunicativos entre estas entidades. Estas reuniones se realizarían a disposición de los departamentos partiendo de la premisa de hacerlos trimestralmente. Así de esta manera llevar un mejor seguimiento de los procesos y garantizar que los cambios ocurrientes sean notificados con tiempo y evitar mal entendidos que derivan en desinformación.

**BENEFICIO:** La mejor comunicación entre estas entidades evitará en gran medida la mala desinformación de los cambios realizados en cuanto a los productos de la planta se refiere, además de permitir un seguimiento más efectivo de las operaciones de ambos.

#### ***5.1.4 Modificar la configuración del tanque y la bomba de la llenadora.***

De manera de reducir la variabilidad y normalizar el volumen dosificado por la llenadora, a causa de las bolsas de aire existentes dentro de la tubería; al sistema estar alimentado por bombeo, y existir una diferencia de altura considerable de 1.1m entre la salida del tanque y la entrada de la bomba, el sistema requerirá mayor presión por parte de la bomba para mover el líquido dentro de la tubería además de no garantizar el flujo total de líquido dentro de la tubería. Por ende, se propone que la altura de la salida del tanque suministro de esencia y la entrada de la bomba estén en el mismo eje con el fin de garantizar que las presiones de entrada y salida sean iguales, además de asegurar el flujo total del fluido dentro de la tubería.

Para validar esta propuesta se realizaron mesas trabajo con el ingeniero especialista en procesos de envasado y personal de mantenimiento. Se recomienda realizar pruebas antes de la aplicación en producción de esta medida.

**BENEFICIO:** Estas acciones reducirán considerablemente el aire generado en la tubería de descarga de la bomba, y en consecuencia la variabilidad de llenado se reduciría, permitiendo un comportamiento más estable de la llenadora.

#### ***5.1.5 Cambiar la estación de verificación por peso con una de verificación del volumen de manera visual.***

Se propone cambiar la estación de verificación por peso con una de verificación del volumen de manera visual. Esta se realizará con la medición de la altura del líquido dentro de la botella de manera visual y sin interrumpir el proceso.

**Acciones necesarias:**

- Se necesitará el uso de acrílicos de 45 cm de alto y 30 cm de ancho. En estos se colocará un medidor con la altura total del líquido dentro de la botella que represente la máxima capacidad.
- Se colocarán márgenes horizontales a lo largo de todo el acrílico los cuales tendrán el rango de altura del líquido que represente el 3% del volumen de llenado.
- La construcción y medida de los márgenes se realizará mediante un muestreo de llenado y promediando las alturas de llenado.
- Se construirá y adaptará una base paralela a la cinta transportadora para su colocación a la altura exacta en donde se coloca botella.
- Se utilizará un acrílico por presentación, el cual será cambiado según el producto a envasar.

**BENEFICIO:** Debido a la eliminación de la estación de pesado, no habrá la necesidad de retirar las botellas del proceso para su verificación, en cambio esta se podrá ejecutar dentro del mismo, de manera fácil y rápida, permitiendo al operador llevar seguimiento del comportamiento de la llenadora. En caso de salirse de control el volumen dosificado, el sistema es parado y los pulsos de la bomba de la llenadora serán ajustados rápidamente.

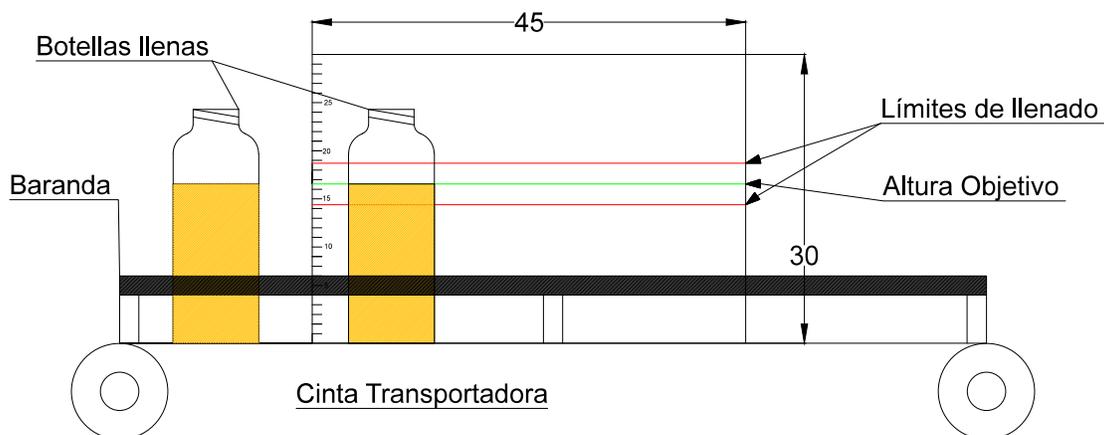


Figura 33. Grafico del método de verificación visual de la estación  
Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.6 Costos Asociados para las propuestas del grupo A

Los costos de mano de obra no aplican, ya que los empleados de mantenimiento y técnicos de la planta realizarían las adecuaciones necesarias, dentro de su horario laboral.

A continuación, la tabla de costos de las propuestas del grupo A, cabe destacar que los precios en Bolívares (Bs) pueden variar por la devaluación de la moneda.

Tabla 23: Tabla de costos para las propuestas del grupo A

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUBTOTAL	P/UNITARIO	SUBTOTAL \$
<b>Estación para verificación visual</b>					
<b>1</b>	<b>Panel de medición</b>				
	Acrílico 30 x 40 cm	6	Bs.S 130.000,00	Bs.S 780.000,00	\$ 120,00
<b>2</b>	<b>Construcción de base Metálica de acero Inoxidable</b>				
	Barras de soporte de acero inoxidable	6	Bs.S 54.166,67	Bs.S 325.000,00	\$ 50,00
	Lámina acero inoxidable 3" x 16"	2	Bs.S 260.000,00	Bs.S 520.000,00	\$ 80,00
	Chasis de Acero Inoxidable 1/4"	2	Bs.S 143.000,00	Bs.S 286.000,00	\$ 44,00
	Tornillos de roscada	20	Bs.S 19.500,00	Bs.S 390.000,00	\$ 60,00
	Bases para barras de Goma	6	Bs.S -	Bs.S -	
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 723.666,67</b>	<b>\$ 2.015.000,00</b>	<b>\$ 354,00</b>

Fuente: Elaboración propia (2019)

## 5.2 GRUPO B: Rediseñar la distribución de equipos y operaciones de la planta.

Para encontrar las propuestas a realizar para mitigar los problemas ocasionados por la causa raíz A se hará uso del diagrama ¿Cómo? - ¿Cómo?, para tal fin.

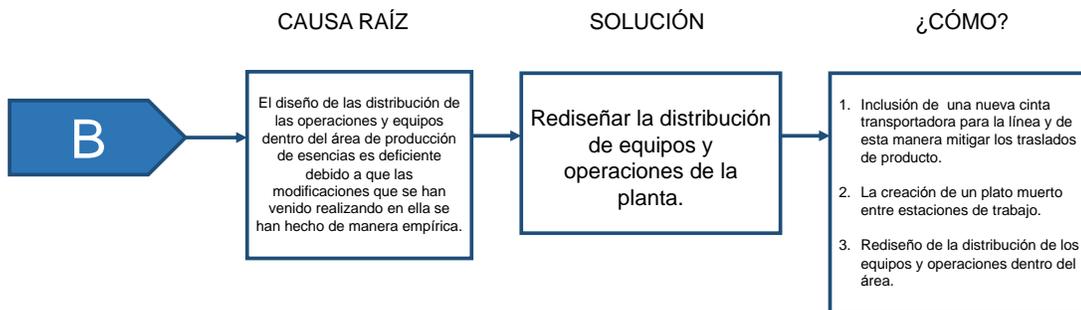


Figura 34: Diagrama ¿Cómo? - ¿Cómo? Propuesta de mejora causa raíz B  
Fuente: Elaboración propia (2019)

### 5.2.1 Descripción:

Se propone mediante la aplicación de tres propuestas conjuntas el diseño de una nueva distribución de las operaciones y equipos en la línea de producción, incluyendo en este nuevos equipos y mobiliario, para la optimización de los procesos.

### 5.2.2 Inclusión de una nueva cinta transportadora para la línea.

Se optó por solicitar la inclusión de una segunda cinta transportadora a la línea de producción. Se realizaron las mediciones necesarias en el área para buscar el tamaño óptimo de esta y tendrá unas medidas de 2.50m de largo por 0.15m de ancho.

**BENEFICIO:** El uso de esta nueva cinta transportadora separaría los procesos de la llenadora y el horno de la misma cinta transportadora, permitiendo incluir las operaciones de tapado y precintado entre estos dos procesos, dando fluidez y permitiendo más comodidades a los operarios del proceso.

### ***5.2.3 La creación de dos platos muertos entre estaciones de trabajo.***

Para incluir dentro de la línea de producción la estación de tapado se optará por la inclusión de un “plato muerto”, es decir una prolongación metálica de la cinta transportadora donde las botellas llegan y son reorganizadas para la colocación de las tapas y el precinto termoencogible. Esta prolongación unirá ambas cintas transportadoras, eliminando 2 traslados manuales, los realizados desde la cinta hasta la estación de tapado y verificado actual. De igual manera se incluiría un segundo plato muerto para la unión de las operaciones entre la salida del horno y el empaquetado, eliminado un tercer traslado manual el ocurre entre las dos operaciones mencionadas.

**BENEFICIO:** Estas acciones disminuirían el riesgo de caída de botellas de manera considerable, a su vez reduciendo los tiempos de traslados, y reduciría las colas producto de la baja capacidad de los traslados manuales, por consecuencia haciendo que el flujo de las operaciones del proceso sea lineal.

### ***5.2.4 Rediseño de la distribución de los equipos y operaciones dentro del área.***

Debido a la incorporación de los nuevos equipos al proceso y la adaptación de los existentes, hace falta un rediseño del proceso para que el sistema de producción sea lo más óptimo posible. Se realizará la reubicación de las estaciones de trabajo y de los equipos para lograr este fin. Además, se introduce la balanza de piso dentro del área de producción para evitar paradas de producción para realizar mediciones fuera del área en caso de que sea necesario.

**Plano de la propuesta de diseño para la línea:**

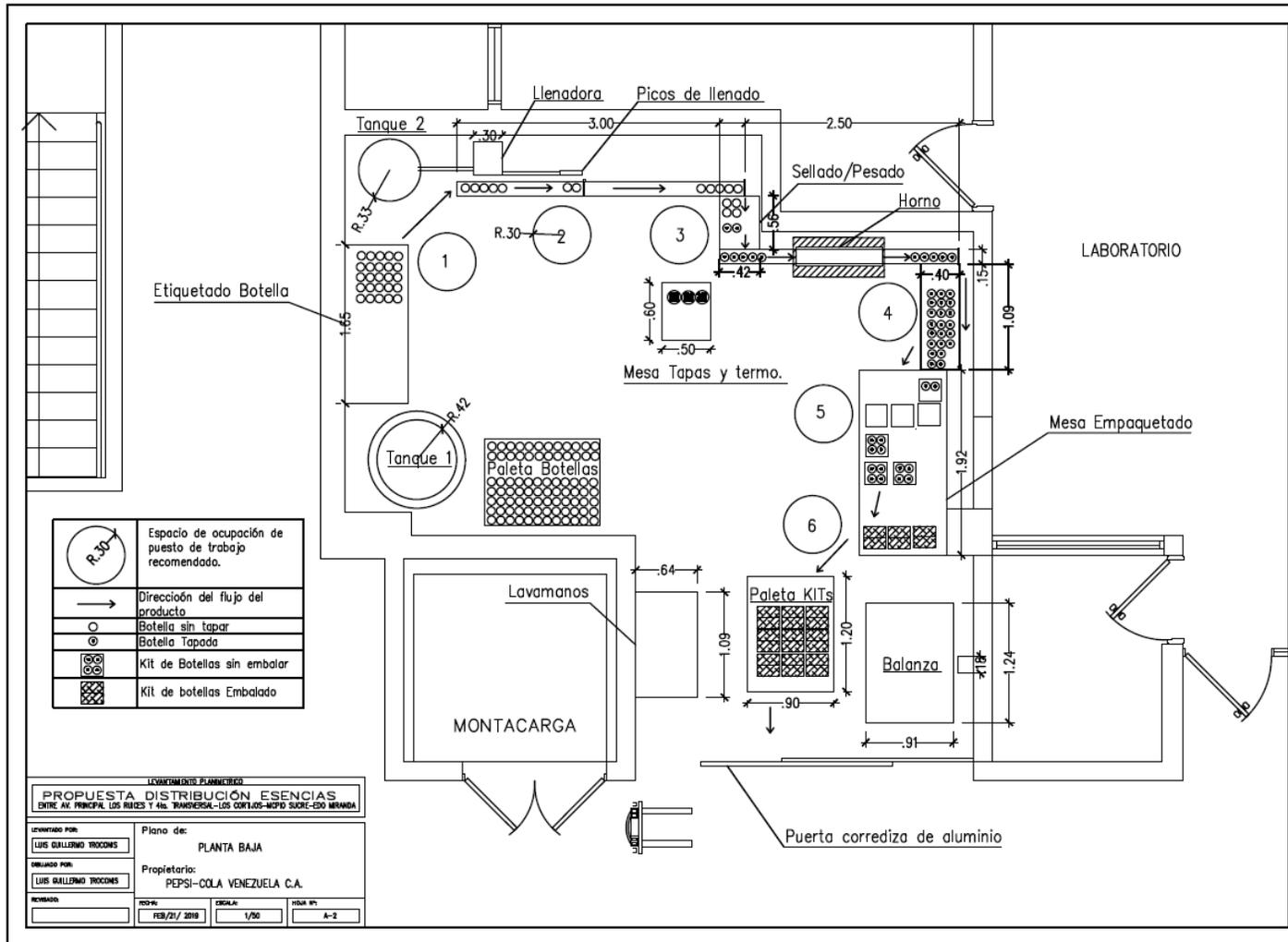


Figura 35: Plano de propuesta de distribución del área  
Fuente: Elaboración propia (2019)

**Leyenda:**

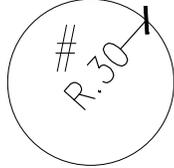
	Espacio de ocupación de puesto de trabajo recomendado.
	Dirección del flujo del producto
	Botella sin tapar
	Botella Tapada
	Kit de Botellas sin embalar
	Kit de botellas Embalado

Figura 36: Leyenda Plano de propuesta de distribución del área  
Fuente: Elaboración propia

**5.2.5 Acciones que tomar para la incorporación de los nuevos equipos y adaptación de los equipos anteriores.**

Tabla 24: Acción a realizar para las propuestas del grupo B.

Propuesta	Acciones
<b>Adaptación de cinta transportadora.</b>	Ajustar longitud. Ajustar bases. Acomodar cableado.
<b>Construcción y adaptación de platos muertos</b>	Construcción de la mesa metálica de acero inoxidable. Construcción de sus bases. Adaptar las uniones a ambas cintas.
<b>Nuevo anclaje del horno</b>	Anclar el horno en su nueva posición.

Fuente: Elaboración propia (2019)

**BENEFICIO:** Estas acciones mitigarán los problemas generados con la inclusión de la llenadora automática al proceso además de optimizar los procesos con la inclusión de los nuevos equipos, diseñando una línea de producción más fluida y efectiva, eliminando traslados manuales incensarios y reduciendo el riesgo de caídas de botellas.

Cabe destacar que se planteó el cambio de área para la línea de producción dentro de la planta, pero esta propuesta fue negada tomando en cuenta a la poca factibilidad económica debido a las inversiones costosas que se deberían realizar dado la baja demanda actual de los productos no justificaría tales gastos. También se consideró el uso de una automatización más completa del área automatizando los procesos de tapado, paletizado, y despaletizado, pero al igual que el planteamiento anterior la baja demanda y los altos costos de la adquisición de maquinaria nueva no se encuentra justificada.

**Costos Asociados para las propuestas del grupo B:**

Los costos de mano de obra no aplican, ya que los empleados de mantenimiento y técnicos de la planta realizarían las adecuaciones necesarias, dentro de su horario laboral.

A continuación, la tabla de costos de las propuestas del grupo B, cabe destacar que los precios en Bolívares (Bs) pueden variar por la devaluación de la moneda.

Tabla 25: Tabla de costos para las propuestas del grupo B.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUBTOTAL	P/UNITARIO	SUBTOTAL \$
<b>Adaptación de Cinta Transportadora</b>					
1	Transporte	1	65000	Bs.S 65.000,00	\$ 10,00
2	Instalación de sistema de transporte y fabricación de piezas.				
	Barra para soporte baranda con barra Acero Inoxidable 1"	10	Bs.S 65.000,00	Bs.S 650.000,00	\$ 100,00
3	Instalación de combinador y transportador				
	Rodillo de retorno Platico 3-1/4"	1	Bs.S 149.500,00	Bs.S 149.500,00	\$ 23,00
	Distanciadores de soporte tubo Inoxidable	2	Bs.S 159.250,00	Bs.S 318.500,00	\$ 49,00
<b>Construcción de Plato Muerto 1</b>					
1	Construcción de la mesa metálica de acero inoxidable.				
	Lamina de acero inoxidable .56 x .42 m	1	Bs.S 975.000,00	Bs.S 975.000,00	\$ 150,00
2	Construcción de sus bases				
	Chasis Acero Inoxidable 3"	2	Bs.S 861.250,00	Bs.S 1.722.500,00	\$ 265,00
	Bases para barras de Goma	6	Bs.S 1.267.500.000,00	Bs.S 195.000,00	\$ 30,00
	Barras de soporte de acero inoxidable	6	Bs.S 4.225.000.000,00	Bs.S 650.000,00	\$ 100,00
	Tornillos de roscada	8	Bs.S 19.500,00	Bs.S 156.000,00	\$ 24,00
3	Adaptar las uniones a ambas cintas.				
	Tornillos Roscada	10	Bs.S 19.500,00	Bs.S 195.000,00	\$ 30,00
	Soportes metálicos	4	Bs.S 97.500,00	Bs.S 390.000,00	\$ 60,00
<b>Construcción de Plato Muerto 2</b>					
1	Construcción de la mesa metálica de acero inoxidable.				
	Lamina de acero inoxidable .09 x .60 m	1	Bs.S 910.000,00	Bs.S 910.000,00	\$ 140,00
2	Construcción de sus bases				
	Chasis Acero Inoxidable 3"	2	Bs.S 390.000,00	Bs.S 780.000,00	\$ 120,00
	Tornillos de roscada	8	Bs.S 19.500,00	Bs.S 156.000,00	\$ 24,00
	Bases para barras de Goma	6	Bs.S 1.267.500.000,00	Bs.S 195.000,00	\$ 30,00
	Barras de soporte de acero inoxidable	6	Bs.S 4.225.000.000,00	Bs.S 650.000,00	\$ 100,00
3	Adaptar las uniones a ambas cintas.				
	Tornillos Roscada	10		Bs.S 195.000,00	\$ 30,00
	Soportes metálicos	4		Bs.S 318.500,00	\$ 49,00
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 10.988.731.000,00</b>	<b>\$ 8.671.000,00</b>	<b>\$ 1.334,00</b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 Resultados obtenidos en el modelo con base a las propuestas

Con el fin de estimar cómo las propuestas de mejora planteadas podrían generar un impacto positivo en la productividad de la línea de producción de esencias para jugos Yukery, se realizó otro modelo de simulación con las modificaciones para barras de Gomas con el fin de realizar una comparación con el modelo de simulación de la situación actual y el escenario planteado.

**Las modificaciones integradas a la simulación fueron:**

- Eliminación de la estación de verificación
- Se aumentó la capacidad de trabajo de los servidores de llenado y horno debido al mayor espacio para la colocación de botellas en cola

- Reducción del tiempo de traslados

A continuación, se muestra el sistema planteado:

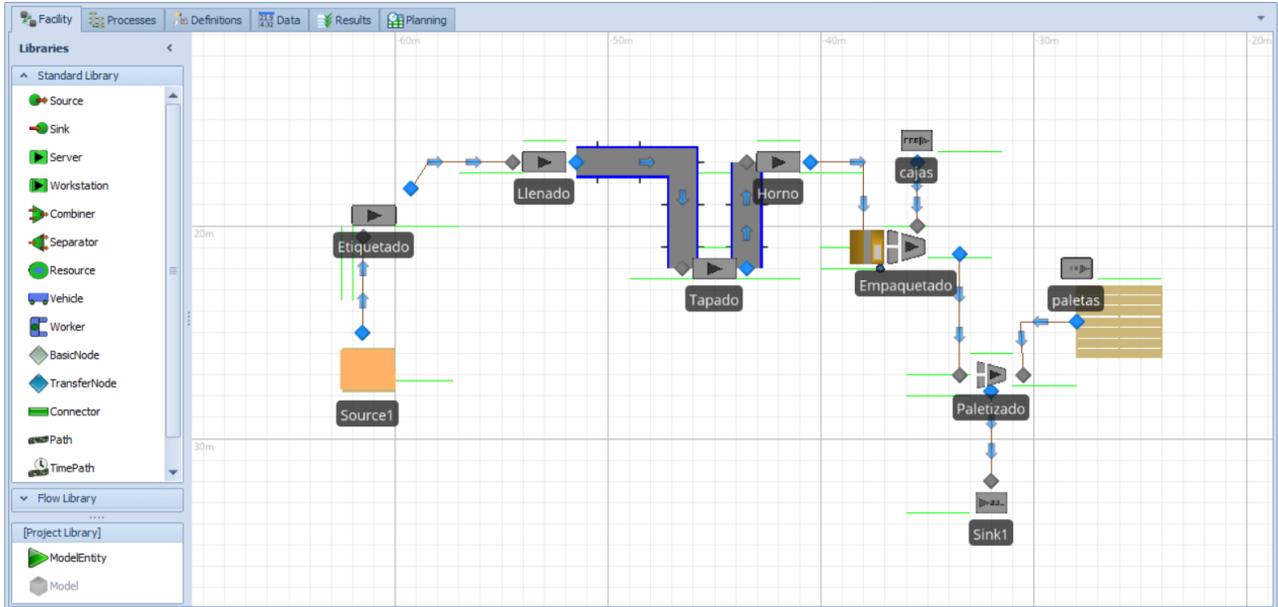


Figura 37: Simulación de Escenario Planteado.  
Fuente: Elaboración propia (2019)

### Resultados:

- La simulación dio como resultado un tiempo total promedio de 68 min de duración.
- El tiempo total promedio de la simulación planteada fue igual a 68 min de trabajo en comparación con los 82 min en promedio que dura una producción de esencias en la situación actual, mejorando el tiempo de trabajo de la línea en un 17%, por lo cual se puede concluir un aumento en la efectividad de línea de producción.
- Se evidencia cómo la eliminación de la estación de verificación elimina 0.88 horas de trabajo, ahorrando al operario unos 52 min de trabajo por producción.

A continuación, se muestran las tablas de resultados para el tiempo en proceso promedio y el tiempo total de trabajo por estación:

Tabla 26: Resultados tiempo promedio de los procesos en la simulación del estado actual.

TimeProcessing - Average			
Object Name	Data Source	Category	Value
Empaquetado	[Resource]	ResourceState	0,01251
Paletizado	[Resource]	ResourceState	0,23629
Etiquetado	[Resource]	ResourceState	0,3309
Homo	[Resource]	ResourceState	0,00544
Llenado	[Resource]	ResourceState	0,9646
Tapado	[Resource]	ResourceState	0,00212

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 27: Resultados tiempo total de los procesos en la simulación de las propuestas.

TimeProcessing - Total			
Object Name	Data Source	Category	Value
Empaquetado	[Resource]	ResourceState	0,78815
Paletizado	[Resource]	ResourceState	0,47258
Etiquetado	[Resource]	ResourceState	0,3309
Homo	[Resource]	ResourceState	0,8105
Llenado	[Resource]	ResourceState	0,9646
Tapado	[Resource]	ResourceState	0,58551

Fuente: Elaboración propia (2019)

## 5.4 Plan de Implementación.

Para la implementación de las siete propuestas expuestas en el capítulo V, se plantea un plan de implementación para establecer los pasos a seguir para el alcanzar las metas propuesta. Para ello se empleó el siguiente diagrama de Gantt en donde se describen las actividades a realizar por propuesta y las fechas tentativas de su ejecución.

Estas acciones se definieron en conjunto entre el investigador y los especialistas del área, haciendo uso de la experiencia en proyectos anteriores dentro de la empresa.

Se establecen dos fases para la aplicación de las propuestas. Una primera fase la cual contiene a las propuestas referidas a el cambio y mejora del proceso de verificación del volumen llenado, ya que estas generarán cambios en las operaciones dentro de la línea, y que darán paso a la aplicación de las propuestas de la segunda fase las cuales están relacionadas con el rediseño del proceso; incluyendo los cambios originados en la primera fase.



## **CAPÍTULO VI**

El siguiente capítulo contiene las conclusiones del Trabajo Especial de Grado y las recomendaciones para la empresa.

### **6 CONCLUSIONES**

El presente trabajo de grado tenía como objetivo la presentación de propuestas de mejoras factibles que mejorarán el desempeño y mitigarán los problemas dentro de la producción de esencias para jugos pasteurizados.

El estudio del área de producción y sus procesos evidenció la puesta en práctica de una metodología empírica de trabajo reinante dentro del área, en donde las adecuaciones y cambios se realizan con poca planificación.

Por medio de mesas de trabajo, entrevistas, encuestas y observación directa se identificaron las causas que afectaban los procesos dentro de la producción, organizándolos y clasificándolos por medio del uso de diagramas 4 de Ishikawa los cuales representaban los problemas generales que afectaban a la línea, estos son: paradas no planificadas, merma de producto, choque de estaciones de trabajo y pérdida de tiempo durante la producción.

Se analizaron las causas utilizando el diagrama de Pareto evidenciando que el 53% de las causas generan el 80% del impacto.

Mediante diagrama de ¿Por qué? ¿Por qué? se encontraron las causas raíz de los problemas, las cuales radican en una mala distribución de las operaciones y equipos dentro en del área de producción; y en un proceso de inadecuado de verificación del volumen de llenado del producto.

Luego de conocer las causas raíz se establecieron 6 propuestas de mejora las cuales ayudaran a mitigar los problemas y mejorar los procesos dentro de la producción de esencias para jugos pasteurizados.

El primer grupo de las propuestas se basaron en el cambio del proceso de verificación del peso. Estas se describen a continuación:

- Incluir los márgenes correctos de tolerancia por presentación.
- Cambiar la estación de verificación por peso con una de verificación del volumen de manera visual, por medio de la medición altura de llenado.
- Modificar la configuración del tanque y la bomba de la llenadora.

Con estas propuestas el proceso de verificación dejaría de aplicarse como un proceso dentro de la línea y funcionaria más bien como un instrumento de control, permitiendo mantener la línea produciendo sin necesidad de verificar u ajustar cada botella.

El segundo grupo de propuestas se basaron en un diseño de mejora para las distribuciones de las operaciones y equipos en el área de producción. Estas se describen a continuación.

- Incluir los márgenes correctos de tolerancia por presentación.
- Cambiar la estación de verificación por peso con una de verificación del volumen de manera visual.
- Modificar la configuración del tanque y la bomba de la llenadora.

La aplicación de estas propuestas dará paso a una producción donde sus procesos se encuentren distribuidos linealmente, dando fluidez al proceso, eliminando traslados manuales innecesarios y reduciendo el riesgo de caída de botellas considerablemente.

Mediante el uso de una simulación se buscó estimar en cuanto tiempo mejoraría el proceso de producción de esencias líquidas para jugos con la aplicación de las propuestas de mejoras plantadas en ambos grupos y dio como resultado una reducción en un 17% del tiempo de producción.

Asimismo, se elaboró un plan de implementación de las propuestas planteadas con el fin de apoyar a la empresa en la aplicación de estas mejoras, dando un primer paso para lograr tal fin.

Finalmente se puede concluir que las mejoras propuestas mitigarán en gran parte los problemas encontrados en la línea de producción, además de contribuir a una optimización de los procesos, aumentando su efectividad y mejorando la productividad. El investigador espera que este Trabajo de Grado sienta las bases para la mejora continua de esta producción e impulsar la realización de futuros estudios para la mejora de las operaciones en Planta Concentrado de Pepsi-Cola Venezuela.

## **6.1 Recomendaciones**

En el siguiente apartado se presentan las recomendaciones que el investigador deja para la empresa.

- Se deberá realizar un estudio más a fondo del sistema de llenado, para conocer de mejor manera el comportamiento de este; ya que al haber sido reparado y no contar con un tanque dedicado de fábrica pues no se garantiza un proceso óptimo.
- Se recomienda evaluar la utilización de un tanque de suministro de la bomba cerrado con su respectivo sistema de limpieza integrado (CIP).
- Se recomienda evaluar la compra de una llenadora nueva con soporte técnico y un sistema previamente diseñado, probado y con todas las variables documentadas para la estandarización de este.
- Se recomienda en un futuro cercano evaluar la factibilidad de un cambio de área para la línea de producción de esencias dentro de la planta debido al poco espacio disponible dentro de esta.
- Se recomienda evaluar en un futuro cercano y en vistas de un posible aumento de la demanda, la factibilidad de una automatización más completa del proceso, automatizando los procesos de tapado, paletizado, y des paletizado.

- Se evaluó la implementación de la verificación visual automatizada con el uso de un sensor que permita alarmar los errores de llenado rápidamente, de tal manera se simplificaría más el trabajo de los operarios quienes solo tendrían que responder en dichos casos. Esta propuesta fue evaluada, pero sus costos de implementación eran muy elevados, sabiendo que la adquisición de dichos equipos es costosa y basándose en que los volúmenes actuales y la situación de la empresa no cuenta con el presupuesto para dicha inversión; de igual manera se recomienda en un futuro cercano y con la posibilidad de aumentos en las producciones realizar de nuevo esta evaluación.

## 7 ANEXOS

### 7.1 Anexo 1: Tabla de estudio de tiempos operaciones en el área de producción.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	TRASLADO	ETIQUETADO	LLENADO	TRASLADO	RECTIFICADO	TAPADO/PRESINTADO	TRASLADO	HORNO	TRASLADO	EMBALAJE	TRASLADO	PALETIZADO
1	2,6	3,5	12,8	2,8	11,6	7,0	1,4	11,5	1,3	25,6	2,6	
2	3,4	3,3	10,6	2,2	6,1	5,0	2,2	10,0	2,1	32,0	2,2	
3	1,9	3,2	9,3	2,5	4,8	6,8	1,5	12,3	1,51,4	35,3	3,2	
4	1,9	2,6	11,4	2,5	8,5	5,3	1,3	11,5	1,51,4	28,9	2,3	
5	3,9	2,8	11,9	1,8	9,1	5,9	2,1	11,1	2,2	27,8	2,4	
6	1,4	4,1	10,7	2,8	6,4	7,3	2,5	8,8	11,3	36,6	1,9	
7	4,5	3,6	11,3	1,9	7,4	9,3	1,1	12,1	1,4	33,2	2,8	
8	1,8	3,5	12,9	1,2	8,6	18,2	2,1	12,3	2,0	31,2	2,5	
9	2,3	4,3	14,4	2,5	5,0	9,7	1,8	12,4	1,6	30,6	3,2	
10	2,5	4,6	10,9	1,6	18,8	16,5	1,9	11,4	3,4	38,9	2,9	
11	1,2	5,7	11,7	1,3	16,5	9,0	1,9	12,1	4,1	42,3	1,9	
12	1,8	4,5	13,4	1,3	15,5	9,3	1,6	11,2	2,5	25,0	2,9	
13	1,4	3,5	13,5	4,4	5,9	12,3	2,5	10,4	3,3	34,5	2,3	
14	1,3	3,4	11,3	4,7	5,9	9,3	1,1	10,9	1,2	24,1	1,3	
15	1,7	3,9	11,9	1,3	16,3	10,6	2,5	9,2	2,6	35,4	1,8	
16	2,1	6,7	10,2	1,3	17,3	9,7	2,6	9,6	1,9	48,6	1,4	
17	2,2	2,3	12,7	3,3	13,9	6,7	2,7	12,1	3,5	31,6	3,5	
18	2,5	2,9	14,1	3,2	11,8	6,1	1,9	12,8	3,7	37,8	1,6	
19	1,8	3,1	10,4	2,8	19,5	6,8	2,1	13,5	2,9	34,1	3,2	
20	1,9	3,4	14,2	1,1	15,6	8,3	2,5	13,4	3,2	34,1	1,1	
21	6,3	4,7	14,5	1,5	18,2	8,4	2,9	12,8	1,2	35,8	2,7	
22	1,4	4,3	10,6	2,6	11,8	11,8	6,4	13,1	2,1	43,7	2,1	
23	2,1	4,2	9,3	1,6	20,8	5,6	2,1	11,6	2,3	40,2	1,1	
24	2,5	3,9	13,6	1,7	12,7	10,7	2,6	9,3	2,4	36,9	3,4	
25	2,3	3,4	13,2	4,1	12,2	7,4	1,4	11,8	1,7	22,8	2,8	
26	1,4	4,8	13,4	2,6	18,7	10,6	2,5	12,6	2,7	34,2	1,4	
27	1,3	3,9	11,1	4,6	19,4	11,3	2,7	13,4	2,7	22,3	1,7	
28	1,7	4,1	9,8	3,4	8,9	12,5	1,7	11,2	2,6	32,2	1,5	
29	1,2	3,4	12,5	2,6	20,6	5,8	1,6	12,1	1,7	22,5	3,8	
30	1,9	3,6	10,6	3,8	12,4	5,2	1,3	9,2	1,9	35,3	1,5	
PROMEDIO	2,21	3,84	11,94	2,50	12,67	8,95	2,15	11,52	2,70	33,12	2,30	#DIV/0!

Fuente: Elaboración propia (2019)

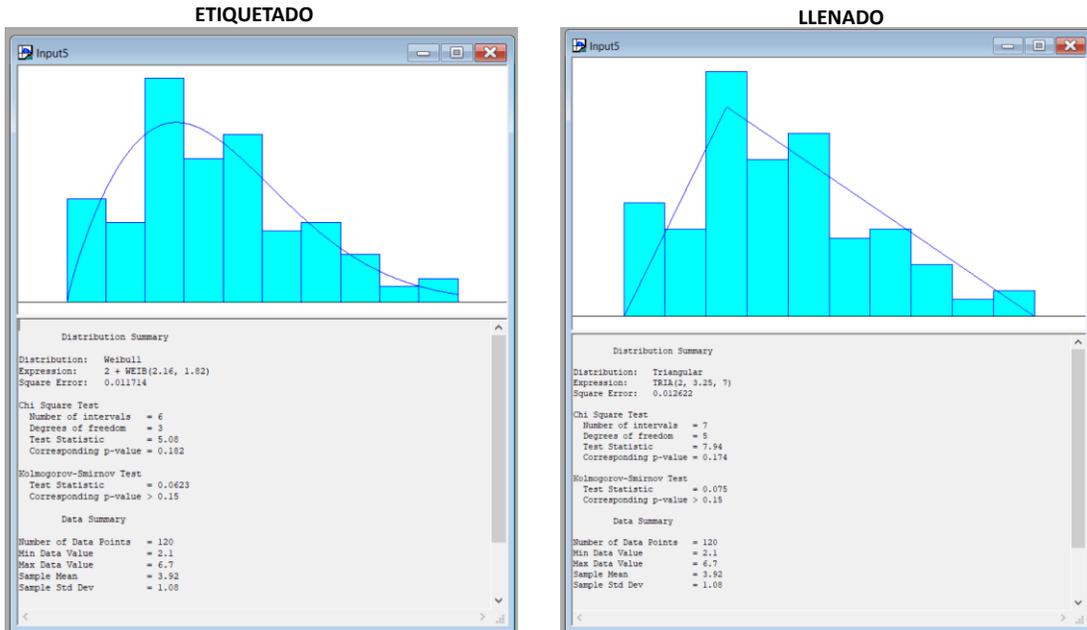
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	TRASLADO	ETIQUETADO	LLENADO	TRASLADO	RECTIFICADO	TAPADO/PRESINTADO	TRASLADO	HORNO	TRASLADO	EMBALAJE	TRASLADO	PALETIZADO
1	1,7	2,5	10,4	2,0	15,5	8,2	2,1	10,4	2,8	54,8	2,1	
2	2,5	4,9	12,4	3,3	10,4	8,2	2,3	14,8	1,3	30,3	4,7	
3	1,1	4,1	13,1	2,8	16,8	8,1	1,8	9,5	2,7	29,4	1,1	
4	1,2	3,2	12,0	2,2	14,4	6,0	1,6	10,3	1,2	45,0	4,7	
5	1,4	2,7	11,3	2,5	13,8	5,3	1,9	11,1	1,7	42,9	3,4	
6	1,2	4,4	12,4	1,4	18,5	6,2	2,1	10,4	1,7	40,0	4,3	
7	1,3	5,6	11,5	1,7	20,3	11,0	1,7	10,1	2,4	40,0	2,1	
8	1,6	2,5	12,7	1,4	14,0	5,9	3,7	11,3	2,5	37,0	1,2	
9	1,4	4,6	13,1	1,5	23,4	6,2	1,7	12,3	2,8	37,8	1,4	
10	1,2	3,7	14,0	1,5	17,7	5,4	1,5	10,5	1,3	33,9	1,1	
11	1,5	3,5	10,8	2,2	16,0	4,5	2,0	10,5	2,7	37,8	2,3	
12	1,1	3,9	12,2	2,3	18,0	6,7	2,1	10,6	2,7	33,2	2,7	
13	1,7	3,3	11,4	1,6	23,0	4,7	1,9	11,7	1,2		3,8	
14	1,2	4,4	12,1	2,2	20,9	9,4	2,3	11,9	2,8		4,1	
15	1,2	3,8	11,5	1,3	18,7	6,5	2,1	12,4	2,8		3,5	
16	1,3	2,3	12,0	3,5	12,9	7,2	1,2	9,4	1,6		2,4	
17	1,4	3,9	12,0	1,3	11,9	4,9	1,6	12,0	1,6		4,5	
18	1,5	3,1	13,1	1,4	9,1	5,5	3,1	11,5	2,8		2,7	
19	1,3	4,2	12,0	1,6	10,5	3,7	1,9	10,5	2,6		2,5	
20	5,7	5,2	12,0	1,8	11,7	12,1	1,1	10,3	2,4		1,1	
21	1,4	3,5	11,4	1,9	10,0	8,5	1,4	10,6	1,2		1,1	
22	2,0	2,3	12,5	2,1	8,0	7,6	1,5	10,7	1,3		2,8	
23	1,1	5,6	12,1	1,3	8,2	9,4	2,2	11,3	2,3		4,5	
24	1,3	3,8	14,4	1,2	4,0	9,2	1,8	11,2	2,8		1,4	
25	1,6	3,2	10,7	1,6	3,0	7,1	2,1	10,9	2,5		1,1	
26	1,9	3,6	11,9	1,8	4,5	8,0	1,3	10,5	1,5		1,3	
27	2,1	2,7	11,0	1,8	5,0	9,5	1,5	11,0	2,6		2,7	
28	1,5	5,4	10,0	1,9	10,0	9,9	2,1	9,9	2,9		2,7	
29	3,1	3,9	10,5	3,1	10,7	8,0	3,5	10,3	2,1		4,3	
30	2,1	3,7	10,4	3,1	14,0	7,0	3,2	10,7	2,5		2,1	
PROMEDIO	1,68	3,78	11,90	1,98	13,16	7,32	2,01	10,95	2,18	38,92	2,66	#DIV/0!

Fuente: Elaboración propia (2019)

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETIQUETADO	LLENADO	TRASLADO	RECTIFICADO	TAPADO/PRESINTADO	TRASLADO	HORNO	TRASLADO	EMBALAJE	TRASLADO	PALETIZADO
3,1	13,6	2,6	5,6	5,1	1,6	11,7	2,6	18,4	1,7	
3,5	13,8	2,5	8,3	5,3	1,3	9,2	1,4	24,3	3,8	
3,1	13,5	2,2	10,7	5,1	1,5	13,3	1,3	20,3	2,5	
2,1	11,8	2,5	8,2	6,7	1,5	13,7	1,7	35,4	1,9	
4,1	13,6	2,9	19,5	7,4	2,2	13,6	1,5	26,1	2,5	
3,4	12,2	2,8	8,5	8,9	1,8	14,4	1,2	30,2	3,9	
2,9	11,3	1,8	18,1	1,3	2,6	10,1	2,4	36,2	1,7	
5,2	9,3	2,7	7,8	3,1	1,6	12,3	1,2	44,1	1,5	
3,4	13,6	1,8	15,8	7,1	1,5	12,8	1,6	47,2	1,5	
3,9	12,4	1,7	5,9	6,9	2,9	14,5	2,1	29,0	1,1	
6,7	12,3	2,8	17,1	6,1	1,4	11,5	1,1	24,3	2,2	
5,6	11,3	2,6	9,2	6,7	2,6	11,8	1,6	21,2	2,5	
3,6	12,8	1,6	8,7	4,5	2,2	11,7	1,7	33,5	2,6	
5,1	11,9	1,4	5,1	4,6	2,3	14,8	1,4	34,6	1,2	
6,5	12,8	1,1	7,3	5,7	1,8	12,9	2,3	36,2	2,2	
4,2	13,4	2,3	20,8	5,4	2,9	10,3	2,2	32,0	2,9	
4,2	10,4	2,6	15,4	4,9	1,6	10,1	1,8	40,1	2,4	
4,2	9,3	2,8	7,2	4,1	2,3	12,7	2,1	25,3	3,5	
2,3	13,8	2,3	18,4	6,7	2,8	14,4	2,5	27,2	1,5	
4,3	9,9	2,1	12,2	5,9	1,5	11,5	2,6	30,0	3,3	
2,2	13,8	2,1	9,6	6,3	1,1	12,9	2,3	33,1	3,9	
5,5	13,4	1,8	12,4	9,1	1,7	13,9	2,8	28,3	1,3	
5,3	12,3	2,7	10,0	7,2	1,1	9,9	2,4	23,1	3,7	
5,5	11,6	1,1	8,1	6,5	2,2	13,3	1,5	22,1	1,5	
6,6	13,4	2,1	4,5	4,6	2,2	12,3	1,5	28,1	3,9	
5,9	12,8	2,4	5,2	4,5	2,7	11,7	1,6	50,0	1,1	
4,4	11,3	2,9	8,5	8,3	2,7	10,6	2,4	33,1	1,1	
5,9	13,4	2,3	15,8	7,2	1,1	11,4	2,5	45,6	2,1	
2,9	11,2	2,2	12,3	6,3	1,4	13,9	1,6	44,4	3,2	
2,8	13,4	1,9	13,1	6,1	1,6	9,7	2,7	42,1	1,7	
	12,32	2,22	10,98	5,92	1,92	12,23	1,92	32,18	2,33	#DIV/0!

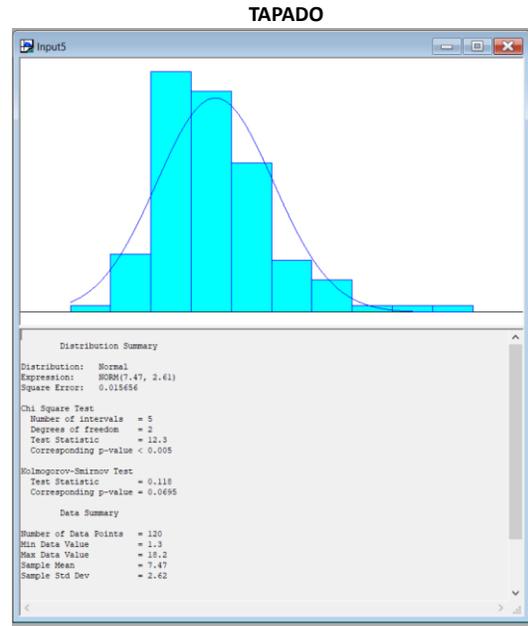
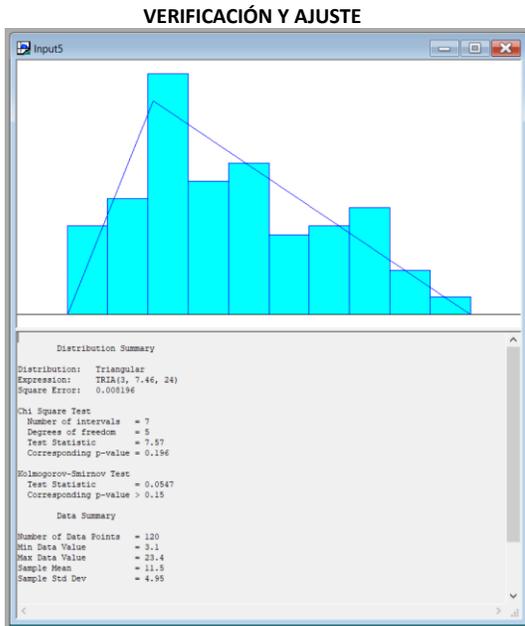
Fuente: Elaboración propia (2019)

## 7.2 Anexo 2: Distribuciones de probabilidad de las operaciones

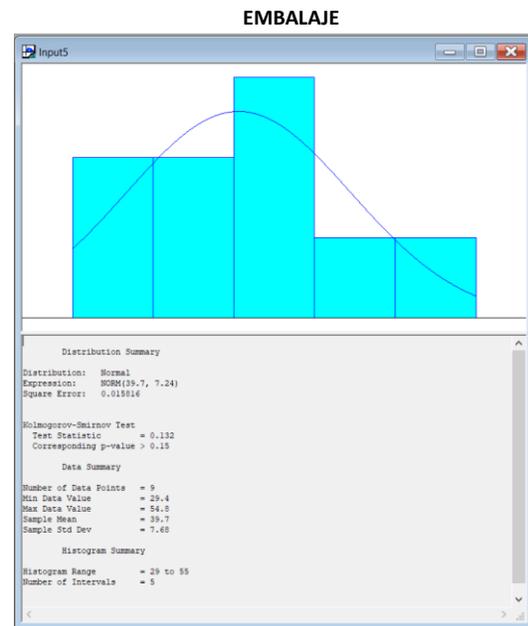
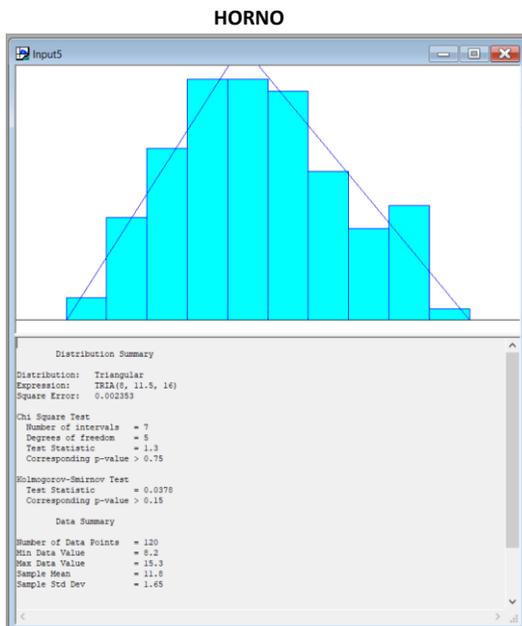


: Distribuciones de probabilidad de los tiempos de las operaciones de etiquetado y llenado.

Fuente: Input Analyser Arena

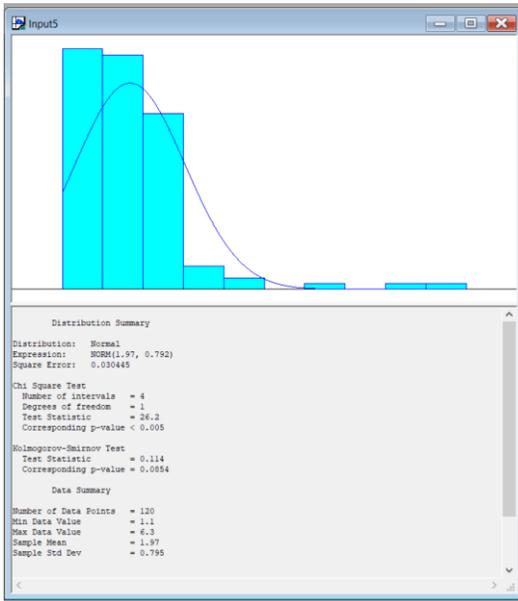


Distribuciones de probabilidad de los tiempos de las operaciones de Verificación/ajuste y tapado.  
Fuente: Input Analyser Arena

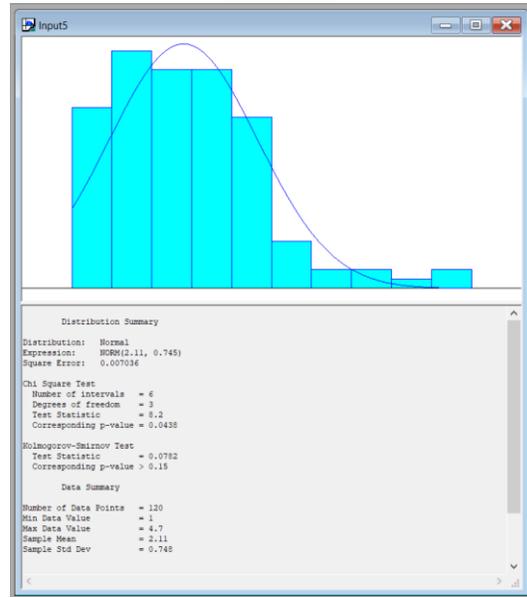


Distribuciones de probabilidad de los tiempos de las operaciones de horno y embalaje.  
Fuente: Input Analyser Arena

TRASLADO 1

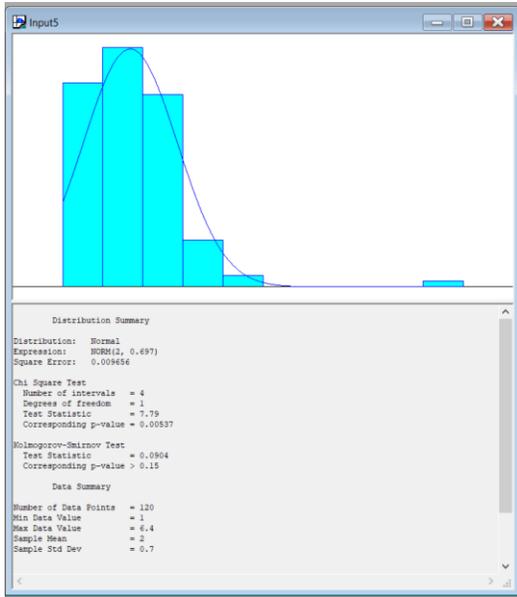


TRASLADO 2

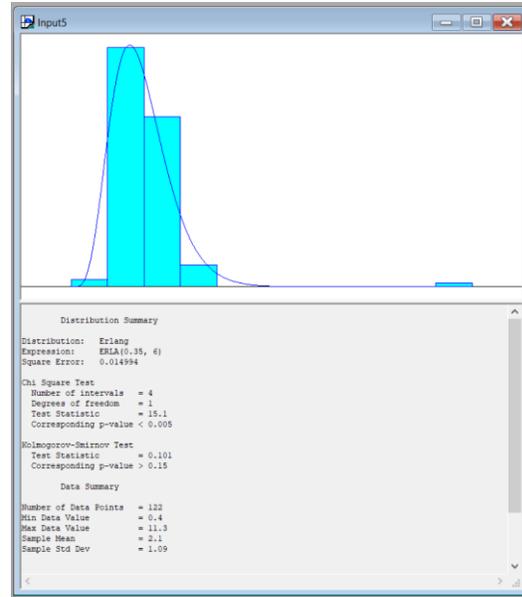


Distribuciones de probabilidad de los tiempos de las operaciones de traslado #1 y traslado #2  
Fuente: Input Analyser Arena

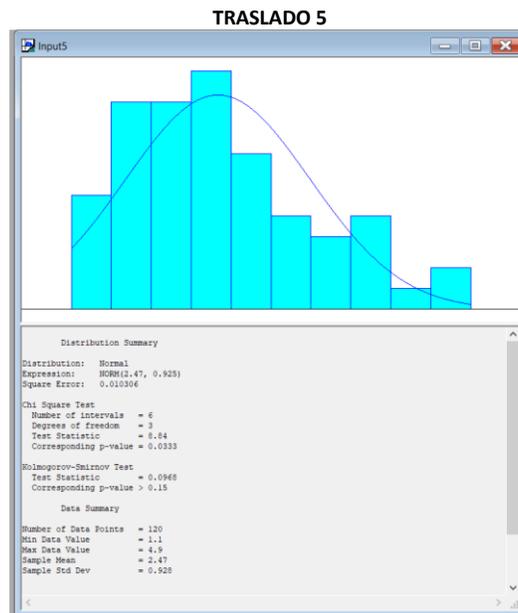
TRASLADO 3



TRASLADO 4

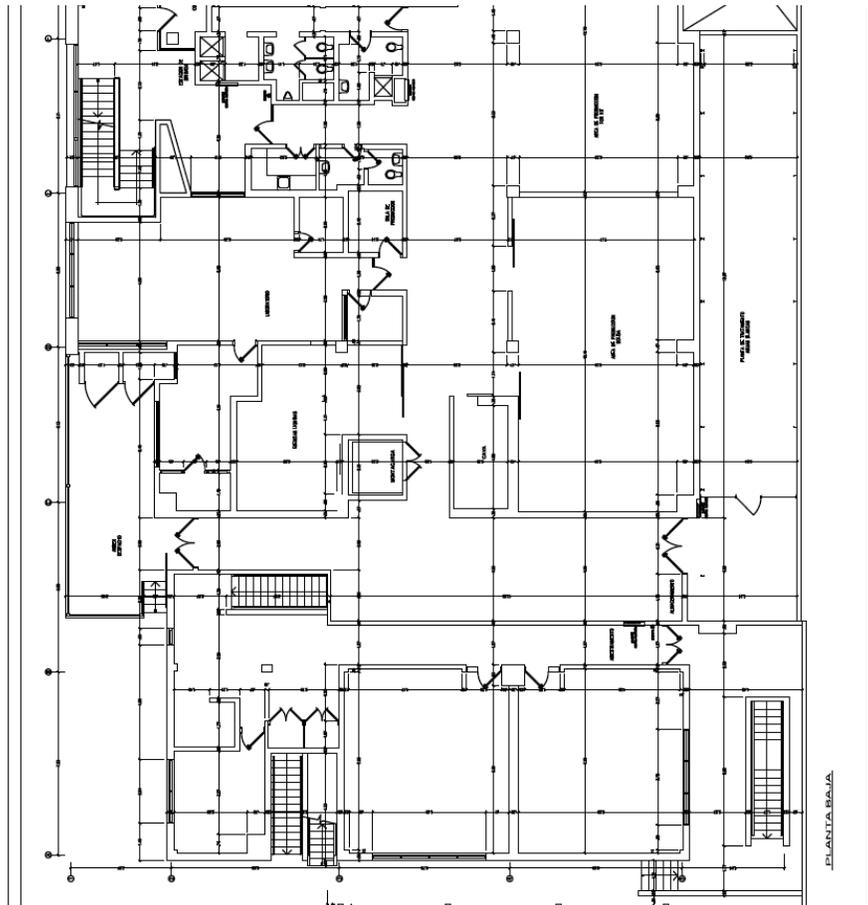


Distribuciones de probabilidad de los tiempos de las operaciones de traslado #3 y traslado #4  
Fuente: Input Analyser Arena

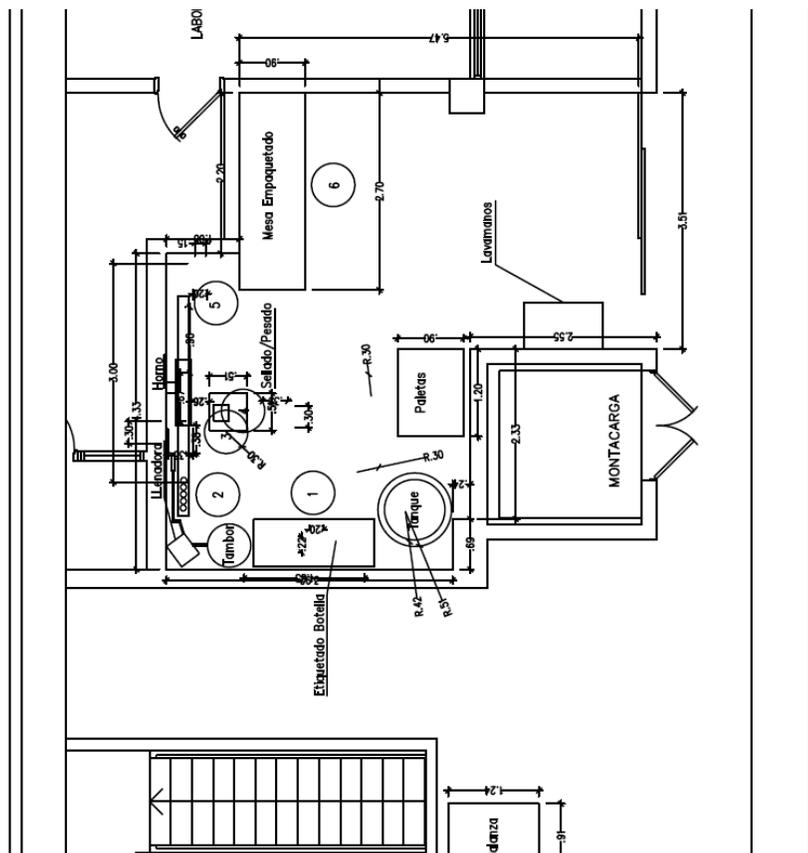


*Distribuciones de probabilidad de los tiempos de las operaciones de traslado #5*  
*Fuente: Input Analyser Arena*

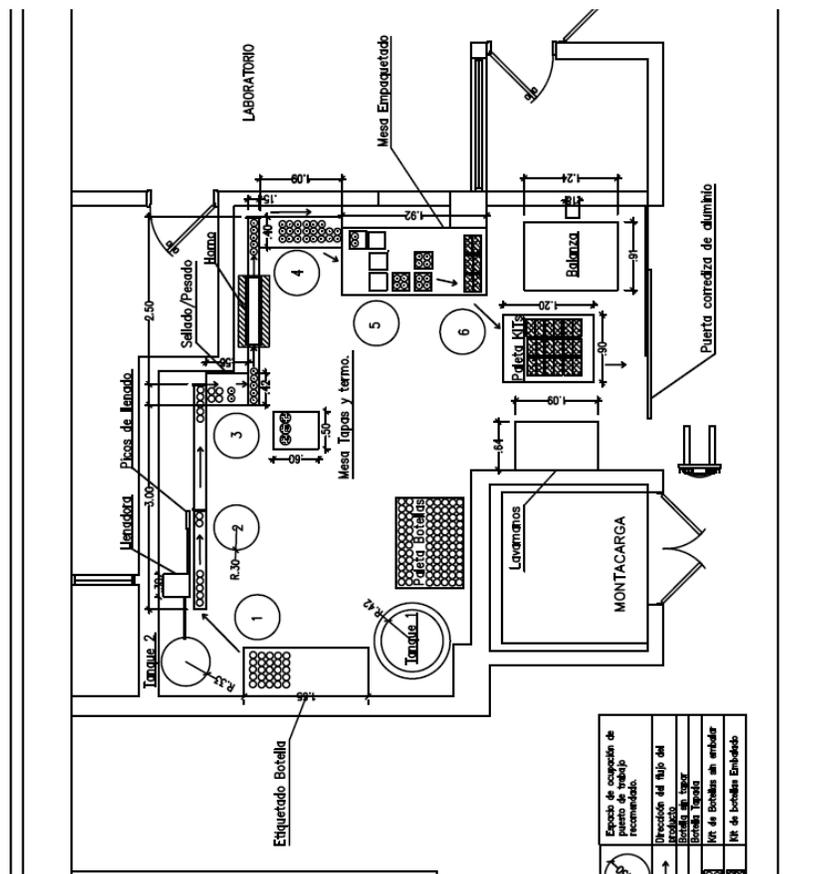
### 7.3 Anexo 3: Plano de Planta concentrado



### 7.4 Anexo 4: Plano área de Esencias Situación Actual.



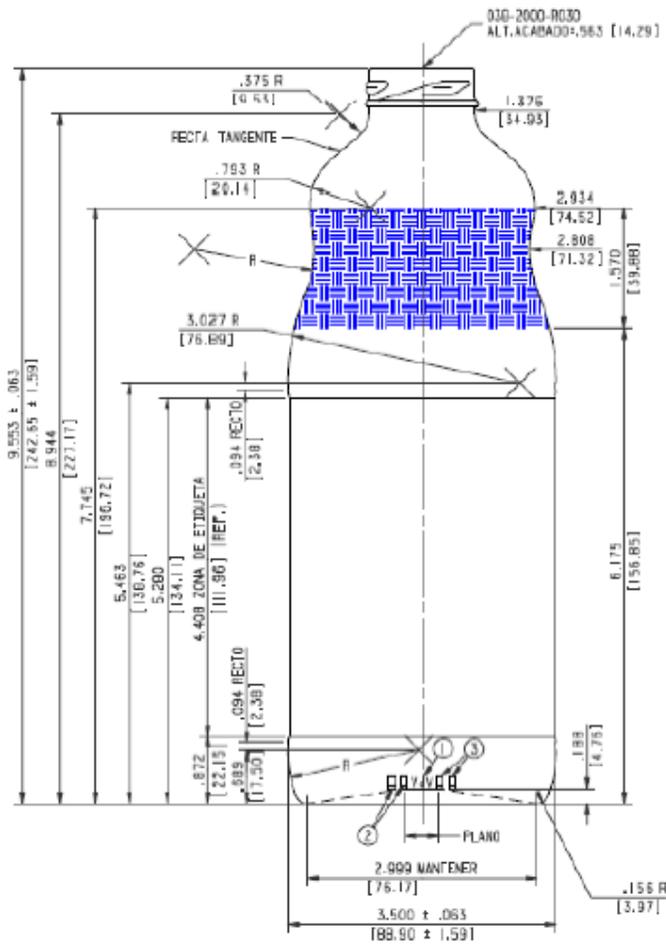
## 7.5 Anexo 5: Plano área de Esencias Propuesta



## 7.6 Anexo 6: Ficha técnica botella 1lt vidrio

		<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIAL DE EMPAQUE</b>		FECHA DE ELABORACION 17-09-2015	
				N° DE REVISION 1	Página 1 de 4
<b>IDENTIFICACION DEL MATERIAL DE EMPAQUE</b>					
<b>Código SAP</b>	<b>Nombre del Material</b>	<b>Descripción</b>		<b>Proveedores Aprobados</b>	
12034688	BOTELLA JUGO 1 LT	Envase de vidrio transparente, de capacidad de 1 L, utilizado para contener productos llenados en caliente		VENVIDRIO	
<b>ESPECIFICACION DEL MATERIAL DE EMPAQUE</b>					
<b>Presentación</b>		<b>Unidades (Botellas)</b>		<b>Foto Referencial del Empaque</b>	
<b>Dimensiones</b>		<b>Mínimo</b>	<b>Especificación</b>	<b>Máximo</b>	
Peso Promedio (g)		407,28	425,00	442,72	
Altura Total (mm)		241,08	242,85	244,24	
Altura del Acabado (mm)		13,87	14,27	14,67	
Diámetro Interno Acabado (mm)		-	23,83	-	
Diámetro del Cuerpo (mm)		87,31	88,90	90,49	
Diámetro de Apoyo (mm)		-	76,17	-	
Diámetro Mayor Externo Rosca		36,75	37,13	37,51	
Diámetro Menor Externo Rosca		34,37	34,75	35,13	
Diámetro Mayor del Cuerpo		87,31	88,90	90,49	
Diámetro Panel Etiquetado		87,38	88,08	88,78	
Altura Panel Etiquetado		-	111,96	-	
Push-Up (mm)		-	4,76	-	
Altura Punto Contacto 1 (mm)		-	138,78	-	
Altura Punto Contacto 2 (mm)		-	17,50	-	
<b>Características Físicas</b>					<b>Foto Referencial del Empaque</b>
Espesor de Pared (mm)		2,03	-	-	
Capacidad a Punto de Llenado (ml)		-	1.000	-	
Capacidad a Rebbose (ml)		1.038,95	1.050,04	1.061,13	
Perpendicularidad (mm)		La desviación máxima permitida desde la vertical para este tipo de acabado es de 4,8			
Presión Hidrostática (kg/cm)		Mínimo 14,0 Kg/cm por 1 min			
Choque Térmico (°C)		Las botellas soportarán un choque térmico de 42°C de diferencia de temperatura de agua, cuando se transfieran de calor a frío por 15"			
Temple		Después del recocido, las botellas no excederán un temple real de 4			
Distribución de Vidrio		Cuando sea medido a través de un plano horizontal el espesor de pared no excederá una relación de espesores de 1,90 Máx : 1 Min			
<b>Características del Material</b>					
Molde		CV-1804			
Acabado		038 – 2000- R030			
Material		Vidrio			
Color de la Botella		Flint			
<b>REALIZADO POR</b> Gabriela Bravo Especialista Ingeniería Empaques I		<b>REVISADO POR</b> Jaqueline Molina Especialista Ingeniería Empaques II		<b>APROBADO POR</b> Ricardo Hurtado Gerente Ingeniería de Empaques	

		<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIAL DE EMPAQUE</b>		<b>FECHA DE ELABORACION</b> 17-09-2015	
				<b>N° DE REVISION</b> 1	<b>Página 2 de 4</b>
<b>IDENTIFICACION DEL MATERIAL DE EMPAQUE</b>					
<b>Código SAP</b>	<b>Nombre del Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Proveedores Aprobados</b>		
12034688	BOTELLA JUGO 1 LT	Envase de vidrio transparente, de capacidad de 1 L, utilizado para contener productos llenados en caliente	VENVIDRIO		
<b>Especificaciones de Embalaje</b>					
<b>Dimensiones Paleta (m)</b>	1,10 x 1,40				
<b>Número de Camadas</b>	8				
<b>Envases por Camada</b>	210				
<b>Envases por Paleta</b>	1.680				
<b>Separador entre Camadas</b>	9				
<b>Embalaje de la paleta</b>	Marco en la parte superior de la paleta(112 x 142 cm). Polistretch suficiente para mantener la integridad del producto. 4 flejes				
<b>Identificación</b>	En dos caras opuestas				
<b>Identificación del Producto en el Embalaje</b>					
La identificación debe contener como mínimo: Nombre del Fabricante, Descripción del Producto, Fecha de Fabricación, Número de Lote u Orden de Producción, Número de Paleta y Unidades por Paleta.					
<b>Planes de Inspección</b>					
Para consultar los planes de muestreo y catálogo de defectos, remitirse a la Gerencia Corporativa de Calidad de Insumos.					
<b>Condiciones de Recepción</b>					
Los documentos de entrega deben incluir:					
<ol style="list-style-type: none"> <li>Nota de entrega o factura que incluya la siguiente información: Nombre Completo del Material, Fecha de Producción, Cantidad Total de Botellas, Nombre del Fabricante.</li> <li>Certificado de Calidad por cada lote entregado, donde especifique la siguiente información: Nombre del Fabricante, Nombre del Producto, Fecha, Tamaño del Lote, Número de Lote, Resultados de los Análisis y Responsable.</li> </ol>					
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>La paleta debe mantenerse cubierta y protegida del polvo y de la intemperie con plástico polistretch</li> <li>Se deben evitar golpes, caídas y presiones que puedan causar roturas o desplazamientos de las camadas</li> <li>Debe estar suspendido del piso por medio de paletas</li> <li>Se permiten apilamientos de máximo 2 paletas</li> <li>Tiempo de vida útil: 1 año</li> <li>Debe llevarse un sistema de inventario tipo PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir).</li> </ul>					
<b>OBSERVACIONES/ MODIFICACIONES</b>					
Rev #1 (03/08/2016): Se incluye nota acerca de los planes de muestreo y catálogo de defectos. Sarah Rivas					
<b>REALIZADO POR</b> Gabriela Bravo Especialista Ingeniería Empaques I		<b>REVISADO POR</b> Jaqueline Molina Especialista Ingeniería Empaques II		<b>APROBADO POR</b> Ricardo Hurtado Gerente Ingeniería de Empaques	

		<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIAL DE EMPAQUE</b>		<b>FECHA DE ELABORACION</b> 17-09-2015	
				N° DE REVISION 1	Página 3 de 4
<b>IDENTIFICACION DEL MATERIAL DE EMPAQUE</b>					
<b>Código SAP</b>	<b>Nombre del Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Proveedores Aprobados</b>		
12034688	BOTELLA JUGO 1 LT	Envase de vidrio transparente, de capacidad de 1 L, utilizado para contener productos llenados en caliente	VENVIDRIO		
<b>Plano Mecánico Botella Jugo 1 L</b>					
<b>NUMERO DE PLANO / MOLDE</b>		<b>PROVEEDOR</b>		<b>FECHA</b>	
FRV - 310 -1 / CV-1804		VENVIDRIO		18/10/2000	
					
<b>REALIZADO POR</b> Gabriela Bravo Especialista Ingeniería Empaques I		<b>REVISADO POR</b> Jaqueline Molina Especialista Ingeniería Empaques II		<b>APROBADO POR</b> Ricardo Hurtado Gerente Ingeniería de Empaques	

## 7.7 Anexo 7: Encuesta realizada a los trabajadores y expertos

PREGUNTA: De la siguiente lista de problemas responda con la escala planteada la importancia o impacto que estos tengan o causen en la línea de producción de esencias en Planta Concentrado de Pepsi-cola Venezuela. Tomando en cuenta las circunstancias actuales de la empresa.	No importante	Poco importante	Importante	Muy importante
ESCALA	1	2	3	4
<b>Mantenimiento</b>				
1. No hay soporte técnico por parte del proveedor para las llenadoras.				
2. La bomba está generando aire en la tubería de descarga.				
3. El sensor óptico de la maquina presenta fallas.				
<b>Operaciones</b>				
4. El horno y la llenadora utilizan la misma cinta transportadora, dejando muy poco espacio para las operaciones entre estas dos máquinas. Esto puede generar accidentes, como caída de botellas.				
5. Mala distribución del proceso. El área de esencias no tiene la mejor configuración de los equipos para un proceso continuo.				
6. La presión de trabajo de la llenadora no es constante, esta depende del nivel tanque.				
7. Se ajustan los pulsos de trabajo de la llenadora con bastante frecuencia, alrededor de cada 10 botellas se reajustan, para garantizar la cantidad de llenado deseada. Esto ralentiza el proceso de llenado.				
8. Dependiendo de la esencia que se vaya a embotellar, se utilizan tanques de alimentación de la dosificadora de distintos tamaños, para realizar el llenado de dichas esencias.				
<b>Área de trabajo</b>				
9. El área de producción de esencias es pequeña y su geometría no es la ideal para el proceso de producción.				
10. Existen tuberías de aguas de desecho dentro del área, estas poseen protección, pero existen riesgos.				
<b>Calidad</b>				
11. La balanza utilizada para medir el producto en el tanque que suministra la llenadora esta fuera del área de llenado. (calidad recomienda su cambio de zona)				
12. El producto es trasladado manualmente de estación en estación lo que conlleva a una manipulación excesiva del producto durante el proceso por parte de los operarios, existiendo un riesgo de contaminación.				
<b>Ergonomía</b>				
13. En el proceso se hacen muchos traslados del producto entre las estaciones de trabajo, habiendo riesgos de caídas de estas, choques entre operadores, y concurriendo en mucho peso durante el trabajo para el operador. (Estas caídas de producto ocurrieron durante las visitas a producción).				
<b>Producción</b>				
14. El proceso de llenado actual consta de una especificación para el peso neto del producto dosificado en el proceso de: +1 gr. En este proceso no está tomando en cuenta la desviación de la botella, ya que a la hora de pesar el producto se realiza con la botella y no se verifica el peso e estas. en el 95% de los casos. Las botellas pueden traer una desviación de +- 17 gr según su ficha técnica.				
15. La capacidad de producción actualmente es baja y los volúmenes de demanda bajos. Esta situación presentara dificultades a la hora de aumentar la producción.				
16. Existe desperdicio de material de empaque por poco llenado de las botellas. Las botellas utilizadas son de vidrio de 1lt no retornables, y no se llenan completamente durante el proceso y estas son desechadas después de su uso.				
17. La balanza utilizada para la verificación del peso del producto en el proceso de llenado presenta una desviación de 25 gr respecto a la utilizada en el laboratorio de calidad.				
18. Las tolerancias establecidas a los productos no son las adecuadas, ya que se utiliza la misma para todas las presentaciones (+1 gr para todas), sin tomar en cuenta lo que varia el volumen en estas.				

## 8 Bibliografía

- Altuve S., & Rivas A. (1998). *Metodología de la Investigación. Módulo Instruccional III.* . Caracas: Universidad Experimental Simón Rodríguez.
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación-Introducción a la metodología científica.* Caracas, Venezuela: EDITORIAL EPISTEME, C.A.
- Barrera Hurtado, J. (1998). *Metodología de la Investigación Holística.* Venezuela: Sypal.
- Çengel, Y. A. (2012). *MECÁNICA DE FLUIDOS FUNDAMENTOS Y APLICACIONES.* México D.F.: McGraw-Hill.
- Coss, R. (1993). *Simulación Un Enfoque Práctico.* México D.F: Limusa.
- Groover, M. P. (2007). *FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA.* Mexico D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Hodson, W. K. (1996). *Maynard :Manual del Ingeniero Industrial .* México : McGraw-Hill.
- Joines J. A., Roberts S. D. (2012). *Simulation Modeling with Simio.* SIMIO LLC.
- Kanawaty, G. (1998). *Introducción al Estudio del Trabajo.* Ginebra: OIT.
- López, E. (10 de Enero de 2019). Especialista en Procesos de Envasado. (L. Troconis, Entrevistador)
- Meyers, F. &. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. 3era edición.* México D.F.: Pearson Prentice Hall.
- Peña, M. T. (7 de Enero de 2019). Ingeniero Industrial. (L. Troconis, Entrevistador)
- Rodriguez, L. E. (2012). *TEORÍA Y TÉCNICA DE LA ENTREVISTA.* México D.F: RED TERCER MILENIO S.C.
- Sampieri, Fernández, Baptista. (2010). *Metodología de la Investigación.* México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Walpole, Myers, Myers. (2012). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias.* México D.F: Pearson Education.



