

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL**

**DE LAS AMÉRICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA ZONA DE  
PREPARACIÓN EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA  
DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS**

**BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**GERLYN BRIGETT MAURIS TERRANOVA**

**TUTOR**

**ING. ALEJANDRO LEIVA GONZÁLEZ**

**LECTOR**

**ING. JOSE ESPINOZA CHAVES**

**SAN JOSÉ, ABRIL, 2019**

<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	20
<i>Historia</i> .....	20
<i>Misión</i> .....	20
<i>Visión</i> .....	21
<i>Planteamiento del Problema</i> .....	21
OBJETIVOS.....	22
<i>Objetivo general</i> .....	22
<i>Objetivos específico</i> .....	22
<i>Justificación</i> .....	22
<i>Antecedentes</i> .....	24
Propuesta de Diseño de Planta de la Empresa Dulcemía Gourmet para aumentar la capacidad instalada. (Rivera, 2018)	
.....	25
Propuesta de Redistribución de Planta para la empresa Industrias Alimenticias Trigo y Miel LTDA. (Becerra, 2006) .....	25
Implementación de un Sistema de Gestión de Inocuidad en una empresa de Alimentos en Polvo. (Tellez, 2009) .....	25
<i>Proyecciones</i> .....	26
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>27</b>
DIAGRAMA DE PROCESOS .....	27
ESTUDIO DE MÉTODOS.....	28
MEDICIÓN DEL TRABAJO.....	28
<i>Estudio de tiempos</i> .....	28
Tamaño de la muestra.....	28
Tiempo estándar .....	29
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	29
<i>Factores que influyen en la distribución de planta</i> .....	30
Materiales .....	30
Maquinaria.....	30
Mano de obra .....	31
Movimiento de materiales .....	31
Esperas .....	31
Los servicios auxiliares.....	31
Edificio.....	31
Cambios.....	32
TIPOS DE DISTRIBUCIÓN.....	32
<i>Distribución de planta por producto</i> .....	32

<i>Distribución de planta por proceso</i> .....	34
<i>Distribución de planta por posición fija</i> .....	35
<i>Distribución de planta híbrida</i> .....	35
CÁLCULO DE LA SUPERFICIE MÍNIMA NECESARIA.....	36
<i>Superficie estática (Ss)</i> .....	37
<i>Superficie de gravitación (Sg)</i> .....	37
<i>Superficie de evolución (Se)</i> .....	37
METODOLOGÍA “SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING” (SLP).....	38
<i>Graficar las relaciones entre departamentos</i> .....	39
<i>Establecer los requerimientos de espacios</i> .....	40
<i>Graficar las relaciones de actividad</i> .....	40
<i>Dibujar propuestas de layout en relación con el espacio y actividades</i> .....	40
<i>Evaluar las alternativas propuestas</i> .....	40
<i>Detallar el layout seleccionado</i> .....	40
PLAN MAESTRO DE LA PRODUCCIÓN.....	41
PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP).....	42
<i>MRP 1</i> .....	42
<i>MRP 2</i> .....	42
BOM (BILLS OF MATERIALS).....	43
CAPACIDAD.....	43
<i>Capacidad Utilizada</i> .....	44
<i>Capacidad Instalada</i> .....	44
<i>Capacidad Ociosa</i> .....	44
<i>Capacidad Teórica</i> .....	44
<i>Capacidad real</i> .....	44
<i>Capacidad Necesaria</i> .....	44
TECNOLOGÍA ASÉPTICA.....	45
NORMAS ISO 22000-2005.....	45
<i>Estructuras internas y accesorios</i> .....	45
<i>Ubicación del equipo</i> .....	46
<i>Almacenamiento de alimentos, materiales de empaque, ingredientes y químicos no alimenticios</i> .....	46
<i>Iluminación</i> .....	47
<i>Medidas para la prevención de la contaminación cruzada</i> .....	47
Requisitos generales.....	47
Contaminación microbiológica cruzada.....	47
Gestión de alérgenos.....	47

Contaminación física .....	48
<i>Almacenamiento</i> .....	48
Requisitos generales.....	48
Requisitos de almacenamiento.....	48
<b>CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>50</b>
ENFOQUE .....	50
<i>Enfoque cuantitativo</i> .....	50
<i>Enfoque cualitativo</i> .....	50
<i>Enfoque mixto</i> .....	50
Alcances.....	51
Estudio exploratorio.....	51
Estudio descriptivo.....	51
Estudio Correlacional .....	51
Estudio explicativo .....	51
DISEÑO/MÉTODO .....	52
<i>Diseño experimental</i> .....	52
MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
<i>Clase probabilística aleatoria simple</i> .....	53
<i>Clase no probabilística por conveniencia</i> .....	53
VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS .....	53
INSTRUMENTOS .....	55
PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	56
MÉTODO DE ANÁLISIS .....	57
CRONOGRAMA .....	58
<b>CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN</b> .....	<b>60</b>
PRODUCTOS .....	60
<i>Líneas de producción</i> .....	61
ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS .....	62
PRODUCCIÓN ASÉPTICA Y NO ASÉPTICA .....	65
DIAGRAMA DE PROCESOS .....	66
<i>Línea 1</i> .....	66
Proceso A.....	67
Proceso B.....	67
Elaboración de jugos .....	68
Elaboración de té.....	69
Elaboración de refrescos .....	70

<i>Línea 4 y Línea 5</i> .....	71
Elaboración de refrescos línea.....	71
Elaboración de té línea 5.....	72
<i>Línea 10 y Línea 11</i> .....	73
Línea 10 .....	73
Elaboración de néctar .....	74
Elaboración de lácteos .....	75
Línea 11 .....	75
Elaboración de néctar .....	76
FLUJO O RECORRIDO .....	77
METODOLOGÍA SYSTEMATIC LAYOUT PLANT.....	78
PRODUCTO O MATERIAL.....	78
<i>Características físicas</i> .....	78
<i>Unidad de carga</i> .....	79
<i>Condiciones de almacenamiento</i> .....	79
Almacenamiento a piso.....	79
Cámara fría .....	80
Racks de almacenamiento.....	80
CANTIDAD O VOLUMEN .....	81
<i>Análisis PQ y clasificación ABC</i> .....	81
Análisis de producto-cantidad .....	81
Clasificación ABC .....	82
SERVICIOS DE APOYO .....	84
<i>Sistema de limpieza en sitio o sus siglas en Inglés (CIP)</i> .....	84
<i>Sistema de limpieza fuera de lugar por sus siglas en Inglés (COP)</i> .....	85
<i>Enjuagues</i> .....	86
ESTRATEGIA DE CAMPO .....	86
<i>Planeación</i> .....	87
<i>Oferta-demanda</i> .....	91
Línea 1 .....	91
Línea 4 y línea 5 .....	93
Línea 10 y línea 11 .....	94
<i>Selección de producto</i> .....	94
Línea 1 .....	95
Línea 4 .....	95
Línea 5 .....	95
Línea 9 .....	96

Línea 10 .....	96
Línea 11 .....	96
<i>Plan maestro de producción teórico (PMPT) .....</i>	<i>97</i>
<i>Requerimiento de materia prima teórico (MRPT1) .....</i>	<i>98</i>
TIEMPOS .....	109
<i>Familia de Tés .....</i>	<i>111</i>
<i>Pesado .....</i>	<i>111</i>
Tamaño de la muestra .....	112
Tiempo normal .....	112
Tiempo estándar .....	113
<i>Preparación .....</i>	<i>113</i>
Tamaño de la muestra .....	115
Tiempo normal .....	117
Tiempo estándar .....	117
<i>Familia de Cítricos .....</i>	<i>118</i>
<i>Pesado .....</i>	<i>118</i>
Tamaño de la muestra .....	119
Tiempo normal .....	120
Tiempo estándar .....	120
<i>Preparación .....</i>	<i>121</i>
Tamaño de la muestra .....	122
Tiempo normal .....	124
Tiempo estándar .....	124
<i>Familia de Néctar .....</i>	<i>125</i>
<i>Pesado .....</i>	<i>125</i>
Tamaño de la muestra .....	126
Tiempo normal .....	127
Tiempo estándar .....	127
<i>Preparación .....</i>	<i>127</i>
Tamaño de la muestra .....	129
Tiempo normal .....	131
Tiempo estándar .....	131
<i>Familia de Lácteos .....</i>	<i>132</i>
<i>Pesado .....</i>	<i>132</i>
Tamaño de la muestra .....	133
Tiempo normal .....	133
Tiempo estándar .....	134
<i>Preparación .....</i>	<i>134</i>

Tamaño de la muestra .....	136
Tiempo normal .....	136
Tiempo estándar .....	136
FLUJO DE MATERIALES .....	138
<i>Diagrama multiproducto</i> .....	138
<i>Matriz origen destino</i> .....	139
DETERMINACIÓN DE ESPACIOS .....	142
ÁREAS.....	144
<i>Almacenamiento temporal de materia prima</i> .....	144
Cámara fría .....	144
Sector de pesado .....	144
Almacenamiento temporal de materia prima pesada.....	144
DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA .....	144
<i>Diagrama de relaciones</i> .....	145
<i>Diagrama de recorridos</i> .....	151
<i>Requerimiento para elaborar la propuesta</i> .....	152
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>158</b>
CONCLUSIONES.....	158
RECOMENDACIONES .....	159
<b>CAPÍTULO VI PROPUESTA .....</b>	<b>160</b>
ANÁLISIS DE SOLUCIONES DE DISEÑOS .....	160
<i>Solución A</i> .....	160
Área de alérgenos.....	160
Área de no alérgenos.....	161
<i>Solución B</i> .....	162
Área de alérgenos.....	162
Área de no alérgenos.....	162
<i>Solución C</i> .....	163
Área de alérgenos.....	163
Área de no alérgenos.....	164
Cielorraso .....	165
Cámara fría .....	165
Equipo .....	165
Estructural .....	165
Panel eléctrico .....	165
Thermopanel .....	166

Sistema de inyección y extracción .....	166
Drenajes .....	166
Pintura .....	166
Reparación de pisos.....	166
COTIZACIONES .....	166
ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN PARA LA PROPUESTA .....	169
<i>Selección de diseño</i> .....	170
<i>Diagrama de recorridos solución B</i> .....	171
Beneficios del solución B .....	172
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>173</b>
<b>TRABAJOS CITADOS.....</b>	<b>173</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>175</b>
APÉNDICE 1 .....	175
APÉNDICE 2 .....	176
APÉNDICE 3 .....	176
<i>Tabla 1 Clasificación de Alérgenos y No Alérgenos.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 2 Ventajas y Desventajas de distribución de planta por producto .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3 Desventajas y Ventajas de distribución de planta por producto .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4 Ventajas y desventajas de la distribución de planta híbrida .....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 5 Coeficientes .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 6 Variables o Unidades de Análisis .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 7 Instrumentos .....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 8 Cronograma .....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 9 Productos.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 10 Línea 9 .....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 11 Tanques .....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 12 Pasteurizador .....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 13 Pesas de medición .....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 14 Características físicas de materia prima .....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 15 Demanda proyectada 2018-2019.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 16 Clasificación ABC .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 17 CIP .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 18 Enjuagues.....</i>	<i>86</i>

<i>Tabla 19 Formatos</i> .....	87
<i>Tabla 20 Velocidad de la llenadora</i> .....	88
<i>Tabla 21 Capacidad teórico</i> .....	89
<i>Tabla 22 Preparaciones (teórico)</i> .....	90
<i>Tabla 23 Selección de producto línea 1</i> .....	95
<i>Tabla 24 Selección de producto línea 4</i> .....	95
<i>Tabla 25 Selección de producto línea 5</i> .....	95
<i>Tabla 26 Selección de producto línea 9</i> .....	96
<i>Tabla 27 Selección de producto línea 11</i> .....	96
<i>Tabla 28 Plan maestro de producción teórico</i> .....	97
<i>Tabla 29 Requerimientos de materia prima teórico</i> .....	99
<i>Tabla 30 Unidades de materia prima por tarima</i> .....	107
<i>Tabla 31 Cantidad de tarimas para almacenamiento en medio ambiente</i> .....	108
<i>Tabla 32 Cantidad de tarimas para almacenamiento en cámara fría</i> .....	108
<i>Tabla 33 Tiempo estándar preparación</i> .....	110
<i>Tabla 34 Muestra de 10 tiempos (pesado- té)</i> .....	111
<i>Tabla 35 Promedio y desviación estándar (pesado-tés)</i> .....	112
<i>Tabla 36 Muestra de 10 tiempos (preparación-tés)</i> .....	113
<i>Tabla 37 Promedio y desviación estándar (preparación-tés)</i> .....	114
<i>Tabla 38 Muestra de 25 tiempos (preparación-tés)</i> .....	115
<i>Tabla 39 Promedio y desviación estándar de 25 muestras (preparación-tés)</i> .....	117
<i>Tabla 40 Muestra 10 tiempos (pesado-cítricos)</i> .....	118
<i>Tabla 41 Promedio y desviación estándar (pesado-cítrico)</i> .....	119
<i>Tabla 42 Muestra de 10 tiempos (preparación-cítricos)</i> .....	121
<i>Tabla 43 Promedio y desviación estándar (preparación-cítricos)</i> .....	122
<i>Tabla 44 Muestra de 13 tiempos (preparación-cítrico)</i> .....	122
<i>Tabla 45 Promedio y desviación estándar de 13 muestras (preparación-cítricos)</i> .....	123
<i>Tabla 46 Muestra 10 tiempos (pesado-néctar)</i> .....	125
<i>Tabla 47 Promedio y desviación estándar(pesado-néctar)</i> .....	126
<i>Tabla 48 Muestra de 10 tiempos (preparación-néctar)</i> .....	128
<i>Tabla 49 Promedio y desviación estándar (preparación-néctar)</i> .....	128
<i>Tabla 50 Muestra de 17 tiempos (preparación-néctar)</i> .....	129
<i>Tabla 51 Promedio y desviación estándar de 17 muestras (preparación-néctar)</i> .....	130
<i>Tabla 52 Muestra 10 tiempos (pesado-lácteos)</i> .....	132
<i>Tabla 53 Promedio y desviación estándar (pesado-lácteos)</i> .....	133

<i>Tabla 54 Muestra de 10 tiempos (preparación-lácteos)</i> .....	134
<i>Tabla 55 Promedio y desviación estándar (preparación-lácteos)</i> .....	135
<i>Tabla 56 Tiempo teórico preparación vs tiempo estándar real preparación</i> .....	137
<i>Tabla 57 Tiempo estándar pesado</i> .....	138
<i>Tabla 58 Matriz origen destino materia prima por día (cámara fría)</i> .....	140
<i>Tabla 59 Matriz origen destino materia prima por semana (Cámara fría)</i> .....	140
<i>Tabla 60 Matriz origen destino materia prima por día (Almacenamiento temporal medio ambiente)</i> .....	141
<i>Tabla 61 Matriz origen destino materia prima por semana (Almacenamiento temporal en medio ambiente)</i> .....	141
<i>Tabla 62 Determinación de espacios</i> .....	142
<i>Tabla 63 Proximidad</i> .....	146
<i>Tabla 64 Regla del dedo</i> .....	146
<i>Tabla 65 Motivos</i> .....	147
<i>Tabla 66 Requerimientos de áreas</i> .....	148
<i>Tabla 67 Requerimiento de inocuidad y estructura</i> .....	153
<i>Tabla 68 Cotizaciones</i> .....	167
<i>Tabla 69 Inversión</i> .....	168
<i>Tabla 70 Evaluación de soluciones</i> .....	169
<i>Tabla 71 Beneficios Solución B</i> .....	172
<i>Figura 1. Utilización de tanques según la clasificación</i> .....	23
<i>Figura 2 Símbolos de Diagrama de procesos.</i> .....	27
<i>Figura 3 Relaciones entre departamentos</i> .....	39
<i>Figura 4 Estructura de descomposición del trabajo</i> .....	59

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Es de esencial importancia tener conocimiento acerca del estudio de distribución de planta, ya que, por medio de ella se logra un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y equipos, además, es una base para implementar o mejorar los procesos, ya sean del sector de manufactura o el sector de servicio.

El presente proyecto consiste en mostrar el diseño, desarrollo y mejoramiento de los procesos que se presenta en la zona de preparación de bebidas en una planta de producción, mediante la distribución de planta que permita un adecuado flujo de materiales y pueda cumplir con la capacidad máxima de producción de líneas.

Es por eso, que actualmente la planificación de una correcta distribución se considera como una estrategia decisiva para el crecimiento de pequeñas, medianas y grandes empresas de la industria.

A continuación, se describe el proyecto de distribución de planta, el cual consta de seis capítulos.

En el capítulo I realiza una descripción detallada del estudio y las generalidades de la empresa, se plantea la problemática encontrada, los objetivos por conseguir, se detalla la importancia del proyecto para la empresa por medio de la justificación, se indican los antecedentes de estudios similares y se establecen las proyecciones del proyecto.

En el capítulo II presenta el marco teórico con las fuentes necesarias para la comprensión y el desarrollo del tema de distribución de planta, se inicia con los conceptos básicos de distribución de planta hasta la implementación con el método SLP de Richard Muther.

Seguidamente en el capítulo III describe el proceso metodológico que se utiliza para dar solución al planteamiento del problema, donde se determina un enfoque de investigación, el diseño / método, la muestra de investigación, las variables o unidades de análisis, los instrumentos utilizados para recolectar la información, se explica el proceso de recolección de datos, el método de análisis para analizar la información recolectada y el cronograma de actividades que permite visualizar la duración total del proyecto y sus avances.

En el capítulo IV se evidencia por medio de estudios y herramientas de ingeniería, la situación actual de la zona de preparación en la empresa, para realizar el debido análisis e identificar el problema que existe, se indica las causas y ayuda a plantear tres alternativas de solución.

Seguidamente en el capítulo V se deriva las conclusiones y recomendaciones, las cuales, establecen la importancia de todo el estudio del proyecto. En la conclusión se demuestra el vínculo del análisis anterior con el planteamiento del problema, los objetivos y los capítulos, en recomendaciones, se indica qué prosigue, cuál es la forma correcta de realizarlo y cómo solucionar los problemas identificados.

Finalmente, en el capítulo VI cierra con el plan detallado de distribución de las tres soluciones, el cual muestra cómo quedará la orden final de todos los elementos de la zona de preparación, como resultado del proceso de diseño y concluye con la elección de uno de los tres diseños como propuesta definitiva.

## **Generalidades de la Empresa**

### **Historia**

La planta embotelladora de bebidas no alcohólicas nació siendo una planta productora de cerveza, sin embargo, esta fue comprada por otra más grande en los años 90's. En los primeros años del siglo XXI, la empresa diversificó su portafolio de bebidas hacia la producción de agua envasada, refrescos naturales, jugos y néctares; por lo que se cerró la operación de cerveza en esa planta y se dedicó a la producción de estos últimos productos.

Esta empresa ha sido pionera en el país en el desarrollo de refrescos, jugos y néctares, lo que ha marcado en el mercado una constante renovación en la industria de bebidas de frutas en el país. Además, ha adquirido algunas franquicias de maquila de algunos productos extranjeros de esta línea.

El crecimiento de las operaciones en la planta se dio alrededor de la planta original, lo que en los últimos años ha traído algunos problemas en cuanto a lograr una distribución óptima de equipos y movimiento de materias primas lo cual genera el cumplimiento de algunos estándares de normas como la FSSC 22000.

### **Misión**

Ser la empresa líder de la industria de bebidas en Centroamérica en términos de volumen y rentabilidad, excediendo las expectativas de los consumidores, en beneficio de sus clientes, colaboradores, accionistas y las comunidades en donde actúa.

## **Visión**

Ser líder en el mercado, con un enfoque en sus clientes y consumidores, brindando una operación de calidad mundial, ser una opción laboral atractiva, creando valor y responsabilidad social.

## **Planteamiento del Problema**

Hoy en día las actividades industriales se rigen cada vez más por condicionantes de un mercado exigente y selectivo, al provocar que la empresa se someta a modificaciones e incrementos de tamaño, esto origina que ésta sea diferente de su estado anterior, es decir, se han producido aumentos en cantidad y dimensión así como cambios en sus características internas, aunque al igual que ocurre con las personas, el crecimiento es interpretado como una señal de salud, vigor y fortaleza, cuando la empresa crece da impresión de tener posibilidades de desarrollo futuro.

Dentro de este contexto se encuentra la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas, que a partir del siglo XXI diversificó sus productos, aumentando la demanda de forma rápida, esto ocasiona que la empresa crezca de una forma anárquica, es decir, de una manera desordenada a los alrededores de la planta original, lo que desencadena que varias zonas dentro de la planta no tengan un flujo adecuado al proceso.

Este trabajo de investigación se enfoca en una sección de toda la planta de producción llamada zona de preparación, donde elaboran refrescos y lácteos, esta área brinda servicio en litros de preparación a varias líneas de producción, actualmente, la preparación del producto lácteo afecta la distribución actual, ya que, en el momento de preparar dicho producto, toda la zona de preparación se ve afectada con diferentes cambios físicos para poder cumplir con las normas FSSC 22000, donde indica que los procesos de los productos lácteos (Alérgenos) y los refresco (No Alérgenos) sean independizadas, esto actualmente desencadena que los procesos de los otros productos se entorpezcan, para evitar la contaminación cruzada, además, la distribución actual no contempla la importancia entre áreas y equipos, ya que, presenta excesivas distancias a recorrer entre áreas y la ineficiente utilización del espacio.

Es por esto, que surge la necesidad en la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas en rediseñar la zona de preparación, de modo que permita hacer un uso eficiente del espacio y a su vez esté acorde con los requerimientos de los procesos y las normas, asimismo, se busca mejorar la capacidad instalada de la zona de preparación para que responda a un escenario crítico las necesidades de las líneas de producción.

Dado a esta mejora que se requiere, surge la siguiente pregunta que se resolverá con el desarrollo de esta investigación. ¿Cómo Generar y elegir una propuesta mediante el método de distribución de planta SLP que mejore la trazabilidad de flujo en los procesos de preparación de los productos Alérgenos y No Alérgenos en la zona de preparación de la empresa Embotelladora de Bebidas no alcohólicas y tener una disposición de respuesta en el nivel de la capacidad teórica de las líneas de producción?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Generar y elegir una propuesta mediante el método de distribución de planta SLP que mejore la trazabilidad de flujo en los procesos de preparación de los productos Alérgenos y No Alérgenos en la zona de preparación de la empresa Embotelladora de Bebidas no alcohólicas y tener una disposición de respuesta en el nivel de la capacidad teórica de las líneas de producción.

### **Objetivos específico**

- Describir el estado actual de los procesos que se encuentran en la zona de preparación.
- Identificar la distribución de planta actual de la zona de preparación.
- Analizar cada uno de los factores que influyen en la distribución actual.
- Desarrollar la metodología Systematic Layout Plant.
- Diseñar tres opciones de mejora que propone la aplicación del SLP.
- Evaluar el beneficio de cada una de las opciones de redistribución de planta para elegir la que mejor se adapte a la solución del problema planteado.

### **Justificación**

La empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas, es una compañía que actualmente produce refrescos, jugos, néctares y lácteos, teniendo presente que estos productos se pueden clasificar en Alérgenos y No Alérgenos, ver la tabla 1 Clasificación de Alérgenos y No Alérgenos.

Tabla 1 Clasificación de Alérgenos y No Alérgenos

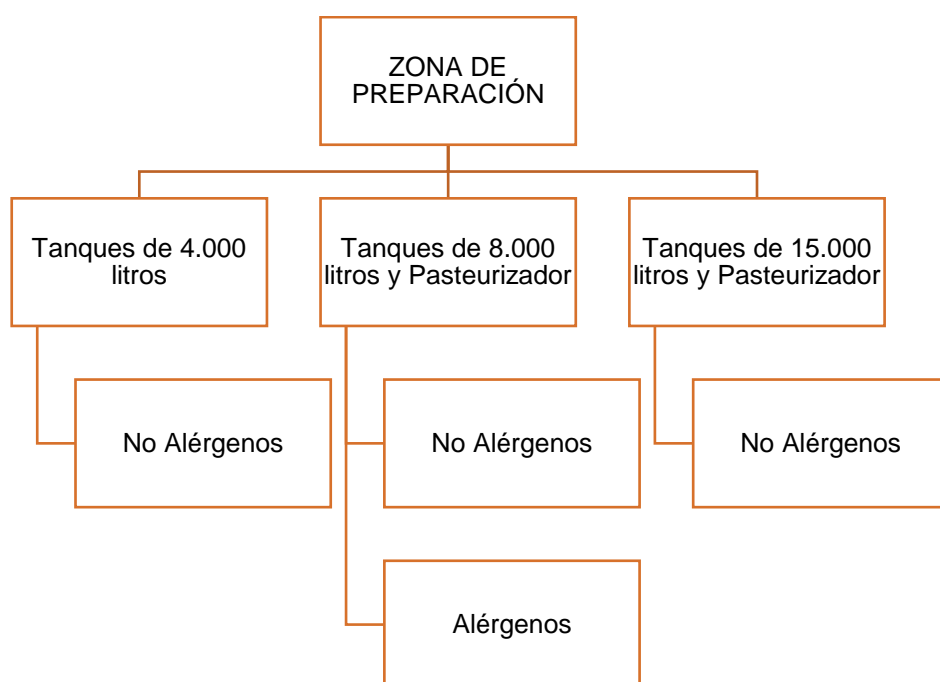
ALÉRGENOS	NO ALÉRGENOS
Lácteos	Refrescos

ALÉRGENOS	NO ALÉRGENOS
	Jugos
	Néctares

Nota. Autora Gerlyn Mauris

La elaboración de estos productos se da en la zona de preparación, la cual cuenta con tanques de preparación, equipos de pasteurización, área de pesado, cámara fría y área de almacenamiento temporal. Es en esta área donde surge la necesidad de separar los alérgenos y no alérgenos ya que comparten la misma zona para recorridos de la materia prima y unos equipos, tal y como se observa en la Figura 1 de Utilización de tanques según la clasificación.

Figura 1. Utilización de tanques según la clasificación



Nota. Autora Gerlyn Mauris

Actualmente la empresa cumple con las Normas FSSC 22000 ya que modifican físicamente el área y realizan la limpieza y esterilización adecuada cada vez que cambia de clasificación, No Alérgeno - Alérgeno y de Alérgeno – No Alérgeno.

Anteriormente la modificación física que realizaban en la zona de preparación para producir Alérgenos, básicamente utilizaban un material de plástico de color negro desde el techo hasta el suelo y dividían la sala, en un lado producían Alérgenos y en el otra no Alérgenos, pero actualmente han optado por dividir la zona de preparación temporalmente con una pared en termo panel.

Aunque actualmente está dividido esa zona, aún existe un riesgo de contaminación cruzada, ya que, los productos alérgenos y no alérgenos siguen compartiendo los mismos tanques de preparación de 8.000 litros y el pasteurizador, además, el producto alérgeno no cuenta con un área de almacenamiento temporal, el flujo de materiales de ambos tipos se cruzan y el flujo de todos los productos se entorpece.

Mediante el rediseño de planta en la zona de preparación de la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas se espera poder mejorar el recorrido de flujo de procesos y materiales de Alérgenos y No Alérgenos, además, indirectamente se estaría aumentando la producción que se presenta en los tanques de 8.000 litros hasta un 100%, ya que al separar dichas líneas la utilización del equipo es exclusiva y podría cumplir con la capacidad teórica de las llenadoras.

Con una correcta distribución de planta los principales beneficiados son los operarios, quienes debido a la inadecuada distribución de la zona de preparación, deben realizar varios movimientos y recorridos a lo largo de ella, entonces, sí se reducen estas distancias, el movimiento de materiales sería más corto, junto a esto se suma la disminución de mudas, como resultado, mejorar la capacidad instalada de la zona de preparación, ayudando a estar listo para dar servicio a las líneas de producción en su capacidad máxima, también, se pretende reasignar las cargas de trabajo para mejorar las condiciones laborales de los trabajadores al evitar fatigas y ociosidad.

### **Antecedentes**

La empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas actualmente no cuenta con datos históricos en la zona de preparación sobre estudios previos de distribución de planta, sin embargo, este proyecto tomará como referencia artículos científicos de estudios similares en industrias alimenticias, donde se considera la metodología que utilizaron y además los logros del estudio.

A continuación, se presenta los siguientes artículos:

### **Propuesta de Diseño de Planta de la Empresa Dulcemía Gourmet para aumentar la capacidad instalada. (Rivera, 2018)**

El objetivo de ese trabajo de grado es el de realizar una propuesta de diseño de planta para aumentar la capacidad de la producción de la empresa Dulcemía Gourmet, el cual, se desarrolla metodológicamente cinco actividades como el análisis de la capacidad, para lo cual utilizan el estudio de tiempos y las técnicas de simulación, el levantamiento de proceso por el diagrama de flujo, identificación de los factores de producción mediante entrevista y observaciones, determinaron las debilidades mediante una inspección, observación y entrevistas con el personal y el análisis de causa y efecto, el cual se apoyó mediante el diagrama de árbol, utilizó el método de SLP ( Systematic Layout Plant) para considerar la redistribución de planta.

Los principales resultados muestran que se logró un aumento de la capacidad de la producción de la empresa inicialmente de 200 galletas de alfajor diarias y con las mejoras alcanzaron una capacidad de producción de 800 galletas de alfajor diarias, cantidad suficiente para cubrir la demanda proyectada en los próximos doce meses. (Rivera, 2018)

### **Propuesta de Redistribución de Planta para la empresa Industrias Alimenticias Trigo y Miel LTDA. (Becerra, 2006)**

El objetivo de estudio de distribución de planta es que permita una organización en el flujo de proceso y el aumento de producción de la misma, la metodología que utilizaron una secuencia de pasos para llegar a una propuesta congruente de diseño de planta, teniendo en cuenta las necesidades actuales de la empresa, por lo tanto, tomaron en cuenta un diagnóstico preliminar de la empresa, valoración de los factores de producción, análisis general por áreas y un análisis de factores y principios de la distribución mediante el método SLP( Systematic Layout Plant), como resultado obtuvieron un aumento de producción entre el rango de 5% a 10%, Esto mejora los procesos de producción y el método de trabajo. (Becerra, 2006)

### **Implementación de un Sistema de Gestión de Inocuidad en una empresa de Alimentos en Polvo. (Tellez, 2009)**

El objetivo de este estudio es Desarrollar una propuesta de aplicación de un sistema de gestión de inocuidad en alimentos con base a la norma internacional ISO 22000:2005, el cual proporciona un marco de requisitos armonizados internacionalmente con un enfoque global para asegurar la calidad e inocuidad de los productos elaborados y además aportar un valor agregado a sus cliente,

la metodología que utiliza es un monitoreo constante de la calidad y seguridad, donde se determina los puntos críticos que controlan los peligros identificado y estableció un plan HACCP, como resultado se logra implementar un sistema y control HACCP para tener un constante monitoreo en la empresa. (Tellez, 2009)

### **Proyecciones**

Para la empresa Embotelladora de Bebidas No Alcohólicas se establece las siguientes proyecciones:

1. Separar los productos Alérgenos y No Alérgenos, según lo indica las Normas FSSC 22000-2015.
2. Disminuir el recorrido de flujo de materiales y procesos de productos Alérgenos y No Alérgenos, para reducir los riesgos de posibles contaminaciones cruzadas.
3. Maximizar la utilización del espacio de la zona de preparación, para aumentar la capacidad de la zona de preparación al contemplar una eventualidad de escenario crítico de producción.
4. Crear un espacio acorde con las necesidades futuras de la planta de producción, para satisfacer demandas futuras en el crecimiento de la organización.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO








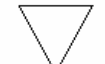


Este capítulo es el encargado de reunir la información necesaria para fundamentar lo aplicado en el diagnóstico, además orienta dicho proceso, ya que permite reunir, depurar y explicar los elementos conceptuales y teorías existentes sobre el tema por estudiar, esto ayudará a tener una perspectiva más amplia de cómo aplicar dichas herramientas y a sustentar cualquier análisis o interpretación de resultados.

### Diagrama de Procesos

“El diagrama de operaciones de proceso indica las operaciones e inspecciones, presentes en un determinado proceso; desde la toma de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Es importante señalar el tiempo de cada actividad y los materiales utilizados” (Universidad Autónoma de México, 2013, p. 3). El diagrama de proceso es una similitud del diagrama del flujo, no obstante, es menos detallado e involucra los procesos antes vistos en el mapa de procesos, gracias a este diagrama, se establece el orden lógico de los procesos, esto permite identificar cuáles son los procesos que se presentan en la zona de preparación.

Para esto, se utiliza una serie de símbolos que sirven para representar diferentes actividades, como se puede observar en la Figura 2 de la estructura para diagrama de proceso.

Figura 2 Símbolos de Diagrama de procesos.

SÍMBOLO	REPRESENTA	SÍMBOLO	REPRESENTA
	<b>Terminal:</b> Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		<b>Actividad:</b> Representa una actividad llevada a cabo en el proceso.
	<b>Decisión:</b> Indica un punto en el flujo en que se produce una bifurcación del tipo "SI" – "NO".		<b>Documento:</b> Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.
	<b>Multidocumento:</b> Refiere a un conjunto de documentos. Un ejemplo es un expediente que agrupa a distintos documentos.		<b>Inspección / Firma:</b> Empleado para aquellas acciones que requieren una supervisión (como una firma o "visto bueno").
	<b>Conector de proceso:</b> Conexión o enlace con otro proceso diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.		<b>Archivo Manual:</b> Se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento y/o expediente.
	<b>Base de datos/aplicación:</b> Empleado para representar la grabación de datos.		<b>Línea de Flujo.</b> Proporciona indicación sobre el sentido de flujo del proceso.

Nota. Autor Aiteco consultores.

### **Estudio de Métodos**

Se realizará un estudio de métodos de trabajo, para determinar los movimientos productivos e improductivos.

José Agustín establece que:

Es el desglose moderado de todos los movimientos que se hacen para transformar un determinado producto, buscando la forma de mejorarlo. Para realizar un estudio de métodos es importante:

1. Seleccionar la tarea.
2. Separar la tarea en operaciones.
3. Se clasifican las operaciones de acuerdo con el ciclo de trabajo, pueden ser elementos regulares, irregulares, de frecuencia o extraños. En relación con el operario se detallan los tipos de operación; operación de valor añadido, desplazamiento, almacenamiento, demora, inspección, inspección-operación, búsquedas, operaciones eliminables y comunicación (Agustin, 2012, p. 161-171).

### **Medición del Trabajo**

“La medición del trabajo es una técnica que registra el tiempo total del trabajo realizado por un operario calificado en una tarea específica” (Agustin, 2012, p. 210). Esto ayudará con el diagnóstico actual, para determinar cuál es la duración de cada proceso en la zona de preparación.

### **Estudio de tiempos**

Agustin (2012), indica que el estudio de tiempos por cronometraje “es una práctica utilizada para registrar los tiempos de una actividad o un proceso, para determinar el tiempo que se necesita para realizar una tarea específica. Una herramienta muy utilizada para registrar los tiempos de una operación es el uso del cronómetro, este puede utilizarse de forma acumulativa o de vuelta a cero”. (p.214)

### **Tamaño de la muestra.**

“Para determinar un estándar de tiempos justo se recomienda establecer por medio de métodos estadísticos un número exacto de observaciones que deben ser efectuadas, esto se valida con la fórmula recomendada” (Niebel, 2009), para esto se utiliza la fórmula para variables discretas.

$$N = \left( \frac{S \times T}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

Niebel (2009) “Donde,  $n$  es el tamaño de muestra,  $S$  es la desviación estándar de la muestra,  $T$  es la distribución usada en muestras pequeñas  $K$  es el error esperado,  $X$  barra es el promedio de los datos y se eleva al cuadrado” (p.689) como mínimo se debe tomar diez tiempos, además, con la estimación del tamaño de las muestras estas siempre deben redondearse hacia arriba.

### **Tiempo estándar**

El estudio de tiempos es una técnica empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo de las fases que componen el proceso de producción. Es necesario ejecutar este registro de una forma determinada y mediante unas técnicas concretas. Consiste en medir el tiempo de una tarea de manera cuidadosa, ajustado para cualquier variación observada y así establecer el tiempo estándar tanto para piezas, como para otras actividades: retrasos, averías, descansos, etc. (Aroca, s.f)

### **Distribución de Planta**

(Nuñez, 2014) indica que “la distribución en planta (o layout) consiste en determinar la mejor disposición de los elementos necesarios para llevar a cabo la actividad de una empresa (ubicación de máquinas, puestos de trabajo, almacenes, pasillos, zonas de descanso del personal, oficinas, áreas de servicio, etc.) Una buena distribución en planta debe tener en cuenta el espacio requerido para cada proceso productivo y el espacio necesario para las distintas operaciones de apoyo, así como permitir una buena circulación de materiales, personas e información.

(Domínguez, 1995) establece que la distribución de planta como “el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible”.

El mismo autor plantea cuatro objetivos básicos que debe conseguir una buena distribución de planta, los cuales son:

- Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que funcione como una comunidad de objetivos.

- Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos sean óptimos, lo cual requiere economía de movimientos, de equipos, de espacio.
- Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.
- Adaptar la distribución de planta a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, lo que es aconsejable la adopción de distribuciones flexibles.

“El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere y a bajo costo.” (Niebel, 2009)

### **Factores que influyen en la distribución de planta**

Se utiliza la clasificación de factores para analizar la situación actual de la zona de preparación.

Para una buena distribución de planta es necesario conocer todos los factores implicados y además las relaciones entre ellos, la influencia e importancia de éstos pueden variar con cada organización y situación en específico.

(Domínguez, 1995) agrupan estos factores en ocho grupos:

#### **Materiales**

“Los elementos fundamentales a considerar que influyen decisivamente en los métodos de producción con, el almacenamiento y manipulación son tamaño, la forma, el volumen, el peso y características físicas y químicas” (Domínguez, 1995)

#### **Maquinaria.**

Para una distribución de planta es necesario conocer la maquinaria, las herramientas y equipos indispensables para la producción del producto, como también los requerimientos y su utilización. Habrá que tener en cuenta para la maquinaria su tipología y el número de máquinas correspondiente a cada tipo, el espacio requerido, la forma, la altura y peso, la cantidad y clase de operarios requeridos, el riesgo para el personal, la necesidad de servicios auxiliares, entre otros. Además, se debe considerar el tipo y clase de los equipos y herramientas utilizados en la producción del producto. (Domínguez, 1995)

### **Mano de obra**

La mano de obra también ha de ser ordenada en una distribución de planta, tanto la directa como la de supervisión y auxiliar. Se debe considerar la seguridad de los trabajadores, como además la luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos entre otros factores. Además, hay que estudiar la cualificación y flexibilidad del personal requerido. (Domínguez, 1995).

### **Movimiento de materiales**

El movimiento de materiales no es una actividad productiva, ya que no brinda valor al producto, por lo que hay que intentar que sean mínimas y que su relación se combine con otras operaciones. Para el proceso de distribución se debe considerar la entrada de materiales o accesos a la planta, la salida de estos o lugares de desembarque, así como también el movimiento de materiales auxiliares, maquinaria, equipos y personal. Para (Domínguez, 1995)

### **Esperas**

Estas plantean que la distribución de planta busca minimizar los costos ligados a las esperas del material que ocurren dentro de un proceso productivo, pero hay veces que una espera puede acrecentar la economía, (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demoras de entrega programa, etc.), por lo cual se hace necesario designar espacios para los materiales en espera. (Domínguez, 1995)

### **Los servicios auxiliares**

Permiten y facilitan las actividades principales dentro de una organización. Entre ellos, están los relacionados con el personal (por ejemplo, vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), relativos al material (como por ejemplo inspección y control de calidad), y los relacionados a la maquinaria (ejemplo mantención y distribución de líneas de servicios auxiliares). (Domínguez, 1995)

### **Edificio**

(Domínguez, 1995) indica que “la influencia del edificio será determinante si éste ya existe en el momento de proyectar la distribución, su disposición espacial y demás características (número de pisos, forma de la planta, localización de ventanas y puertas, resistencia del suelo, altura de techos, emplazamiento de columnas, escaleras, montacargas, desagüe, tomas de corriente, entre otros) limitan el proceso de distribución, no así cuando el edificio es nuevo.”

## **Cambios**

plantea que la distribución debe ser flexible, por lo que se debe tener en cuenta posibles variaciones futuras, identificando posibles cambios y su magnitud, por lo cual se debe buscar una distribución capaz de adaptarse dentro de límites razonables y realistas. Para alcanzar la flexibilidad se debe mantener la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación ante cualquier emergencia y variaciones inesperadas de las actividades productivas normales sin tener que realizar un reordenamiento de los departamentos o zonas de trabajo. (Domínguez, 1995)

## **Tipos de Distribución**

Conocer los tipos de distribución existentes ayudará a identificar el tipo de distribución actual que maneja la zona de preparación.

Se plantean siete tipos de distribución de planta, cuatro de ellos orientado a la producción de un bien y los otros tres orientado al área de servicios, los cuales se indican a continuación, para efectos de este proyecto solo se presentará los tipos de distribución para organizaciones de manufactura.

Domínguez (1995) y Heinzer & Render (2007) definen los tipos de distribución para organizaciones de manufactura:

### **Distribución de planta por producto**

Domínguez (1995) este tipo de layout es adoptado cuando la producción está organizada de forma continua (ejemplo: refinerías, hidroeléctricas, celulosas, etc.), o de forma repetitiva (electrodomésticos, vehículos, etc.), el autor plantea una serie de ventajas y desventajas tabla 2. sobre este tipo de distribución.

Heinzer & Render (2007) indica “los layouts orientados al producto se organizan alrededor de productos o familias de productos similares con altos volúmenes y baja variedad”. El autor menciona dos tipos de esta distribución: líneas de fabricación y líneas de montaje. Ambos procesos son repetitivos y en ambos casos la línea debe estar “equilibrada”

En la tabla 2.2 se muestran las ventajas y desventajas de la distribución por producto según (Heinzer & Render, 2007)

Tabla 2 Ventajas y Desventajas de distribución de planta por producto

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de materiales reducido.</li> <li>• Escasa existencia de trabajos en curso.</li> <li>• Mínimos tiempos de fabricación.</li> <li>• Simplificación de los sistemas de planificación y control de la producción.</li> <li>• Simplificación de tareas (el trabajo altamente especializado permite el aprendizaje rápido por parte de los trabajadores pocos cualificados).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de flexibilidad del proceso (un simple cambio en un producto puede requerir cambios importantes en las instalaciones).</li> <li>• Escasa flexibilidad de los tiempos de fabricación de los productos.</li> <li>• Inversión muy elevada (equipos específicos). • El conjunto depende de cada una de sus partes (la falla de una máquina o de un trabajador en alguna de las estaciones de trabajo pueden para la cadena completa).</li> <li>• Trabajos muy monótonos (afectan a la moral y motivación del personal).</li> </ul>

Nota: (Domínguez, 1995)

Tabla 3 Desventajas y Ventajas de distribución de planta por producto

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo variable por unidad, normalmente asociado a productos estandarizados de alto volumen.</li> <li>• Bajo costo de manejo de materiales</li> <li>• Reducidos inventarios de trabajo en curso de fabricación</li> <li>• Formación y supervisión más fáciles.</li> <li>• Producción rápida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesario volumen alto de producción, debido a grandes inversiones que hacen falta para montar el proceso.</li> <li>• La detención del trabajo en cualquier punto de la línea provoca la parada de todo el proceso.</li> <li>• Falta de flexibilidad cuando se manejan diversos productos o diferentes tasas de producción.</li> </ul>

Nota: (Heinzer & Render, 2007)

### Distribución de planta por proceso

Domínguez (1995) esta distribución se adopta cuando la producción se organiza por lotes o a pedido de los clientes (por ejemplo: talleres de vehículos, hospitales, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan las mismas funciones se agrupan en una misma área. En esta distribución los productos van pasando de una zona de trabajo a otra, de acuerdo con su secuencia de fabricación. En la tabla 3 el autor describe algunas ventajas y desventajas de este tipo de layout.

Tabla 4 Ventajas y desventajas de la distribución por proceso

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad en el proceso vía versatilidad de equipos y personal cualificado.</li> <li>• Menores inversiones en equipos.</li> <li>• Mayor fiabilidad (el fallo de una máquina o un hombre no implica la detención del proceso).               <ul style="list-style-type: none"> <li>• La diversidad de tareas asignadas a los trabajadores reduce la insatisfacción y desmotivación de los operarios)</li> </ul> </li> <li>• La supervisión por áreas de trabajo adquiere amplios conocimiento y pericia sobre las funciones bajo su dirección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesario volumen alto de producción, debido a grandes inversiones que hacen falta para montar el proceso.</li> <li>• La detención del trabajo en cualquier punto de la línea provoca la parada de todo el proceso.</li> <li>• Falta de flexibilidad cuando se manejan diversos productos o diferentes tasas de producción.</li> </ul>

Nota: (Domínguez, 1995)

Heinzer & Render (2007) indica plantea que la distribución de planta por proceso, o layout orientado al proceso, es una distribución que se emplea para una producción de bajo volumen y alta variedad, y donde se agrupa la maquinaria y equipos similares en la misma zona de trabajo, además 17 en donde un producto o una orden pequeña sigue una secuencia distinta de producción y cada producto o pequeña orden se producen trasladándolo de un departamento a otro. Además, agrega que este tipo de layout es el idóneo para apoyar una estrategia de diferenciación del producto. También agrega que la gran ventaja de este layout es la flexibilidad de la asignación de equipos y tareas.

### **Distribución de planta por posición fija**

Esta distribución es apropiada cuando no es posible mover el producto debido a su peso, tamaño, forma, volumen o alguna característica particular que lo impida. Ello provoca que el material base o principal componente no se pueda mover del sitio de trabajo, de forma que los elementos que sufren los desplazamientos son el personal, la maquinaria, las herramientas y los diversos materiales que son necesarios en la elaboración del producto. Esto hace que el resultado de la distribución se limite, en la mayoría de los casos, a la colocación de los diversos materiales y equipos alrededor del emplazamiento del proyecto (Domínguez, 1995)

Heinzer & Render (2007) menciona que las técnicas para tratar este tipo de layout no están bien desarrolladas, a causa de tres razones:

- Hay un espacio limitado en cualquier lugar donde se haga el producto/proyecto.
- En las diversas etapas del proyecto se necesitan materiales diferentes, por lo que los diferentes artículos se hacen críticos conforme el proyecto avanza.
- El volumen de materiales requeridos es dinámico.

### **Distribución de planta híbrida**

La distribución de planta híbrida o distribución celular busca poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas derivadas de las distribuciones por producto y distribuciones por proceso, particularmente de la eficiencia de la primera y de la flexibilidad de la segunda. Esta consiste en agrupar outputs con las mismas características en familias y asignando grupos de máquinas y trabajadores para la producción de cada familia. A veces estos outputs serán productos o servicios finales; otras veces serán componentes que habrá que agregarse al producto final (Domínguez, 1995)

El término célula se define como “una agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un producto o varios productos” (Domínguez, 1995)

Heinzer & Render (2007) dice que una célula de trabajo “reorganiza a personas y máquinas que normalmente estarían dispersas en diferentes departamentos en un grupo, de forma que puedan centrarse en la producción de un único producto o grupo de productos relacionados”.

Tabla 4 Ventajas y desventajas de la distribución de planta híbrida

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de las relaciones humanas (en las células, un equipo de trabajadores completa una unidad de trabajo y asumen de forma conjunta la responsabilidad del resultado de los outputs.</li> <li>• Mejora la pericia de los trabajadores (los trabajadores solo realizan un número limitado de productos en un ciclo finito de producción. La repetitividad permite un mayor aprendizaje más rápido).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del costo y desorganización por el cambio de una distribución por proceso a una distribución celular.</li> <li>• Normalmente, reducción de la flexibilidad del proceso.</li> <li>• Potencial incremento de los tiempos inactivos de las máquinas (éstas se encuentran ahora dedicadas a la célula y difícilmente podrán ser utilizadas todo el tiempo.</li> <li>• Riesgo de que las células queden obsoletas a medida que cambian los productos o los procesos.</li> </ul>

Nota (Domínguez, 1995)

Heinzer & Render (2007) agrega una serie de ventajas de este tipo de distribución:

- Reducción del inventario de trabajo en curso.
- Se requiere un menor espacio de planta.
- Reducción de inventarios de materias primas y de productos acabados
- Reducción del costo de mano de obra directa.
- Mayor sentimiento de participación del trabajador.
- Mayor utilización de equipos y maquinaria.
- Reducida inversión en maquinaria y equipos.

#### **Cálculo de la superficie mínima necesaria**

El cálculo de la superficie necesaria es un paso importante del diagnóstico para conocer lo requerimientos en metros cuadrados que necesita cada equipo de preparación.

Ante una decisión sobre la mejor distribución en planta para una instalación productiva (ya sea de fabricación o de servicios), es preciso conocer cuáles son los requerimientos de espacio para ubicar todos los elementos de trabajo necesarios para llevar la actividad, (Nuñez, 2014)

Esta misma autora plantea que la superficie total ( $S_t$ ) de cada área de trabajo es la suma de los siguientes tres componentes:

- Superficie estática ( $S_s$ )
- Superficie de gravitación ( $S_g$ )
- Superficie de evolución ( $S_e$ )

### **Superficie estática ( $S_s$ )**

Es la que ocupan físicamente los elementos (máquinas, equipos, muebles...) necesarios para desarrollar la actividad productiva. Esta superficie se obtiene mediante la multiplicación del largo y el ancho de estos elementos

$$S_s = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

### **Superficie de gravitación ( $S_g$ )**

Es la necesaria, alrededor de las máquinas, equipos o muebles, para ubicar los materiales y permitir que los trabajadores puedan realizar sus tareas. Se calcula a partir del producto de la superficie estática ( $S_s$ ) del elemento por el número de lados ( $N$ ) por los que se puede acceder a éste.

$$S_g = S_s \times N$$

### **Superficie de evolución ( $S_e$ )**

Es el espacio que debe reservarse entre puestos de trabajo para el desplazamiento de materiales y personas. Se calcula como:

$$S_e = (S_s + S_g) \times K$$

Siendo  $K$  un coeficiente que varía entre 0,05 y 3 según el tipo de industria ver tabla.5.

Finalmente, la superficie total, es la suma de las tres:

$$S_t = S_s + S_e + S_g$$

Tabla 5 Coeficientes

Actividad	Coeficiente K
Gran industria, alimentación	0,05 – 0,15
Trabajo en cadena con transporte mecánico	0,10 – 0,25
Textil-hilado	0,05 – 0,25
Textil-tejido	0,50 – 1
Relojería, joyería	0,75 – 1
Mecánica pequeña	1,50 – 2
Industria mecánica	2 – 3

Nota.Autor (Nuñez, 2014)

### **Metodología “Systematic Layout Planning” (SLP)**

Con esta herramienta se tendrá de una forma certera el diagnóstico actual de la zona de preparación y ayudará a tomar en cuenta variables fundamentales para la distribución que se propondrá.

Muther (1961) presenta “Systematic Layout Planning” o método SLP, resumido en la figura 2.8, que incorpora el flujo de materiales, y es común para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza: plantas industriales, hospitales, oficinas, locales comerciales, etc.

Muther (1961) comparan varias metodologías en su documento sobre las metodologías para la resolución de problemas de layout y concluyen que:

- El SLP ha sido la metodología más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza.
- Las propuestas metodológicas precedentes al SLP son simples e incompletas y las desarrolladas con posterioridad son en muchos casos variantes más o menos detalladas de dicho método y no han logrado el grado de aceptación de la de Muther.

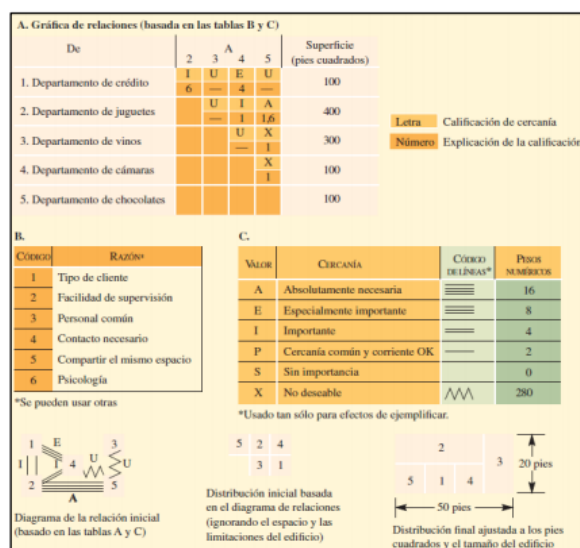
- El SLP reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, al organizar el proceso de planificación total de manera racional y establecer una serie de fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

- La amplia aceptación del SLP, y la extensión que los tres modelos de distribuciones básicas han tenido, ha sido la causa de que no haya habido posteriores investigaciones de relieve en este contexto. Los estudios posteriores, se han centrado en los dos pasos fundamentales del procedimiento: la generación de alternativas de distribución y la evaluación y selección de estas.

### Graficar las relaciones entre departamentos

Este primer paso o etapa comienza con la identificación de departamentos, actividades o centros de trabajos que han de incluirse en el proyecto. Luego continua con la creación de un diagrama tipo “de hacia”, como el que se aprecia en la figura 1 parte (A. Gráfica de relaciones), el cual se utiliza para documentar la “cercanía deseada” entre un centro de trabajo en relación con los demás. Como recurso de apoyo se utilizan las vocales (A, E, I, O, U) y la “X” para indicar las relaciones entre cada par de centro de trabajos. Las proximidades deseadas para cada relación entre centros de trabajos se muestran en la figura 1 parte C. Además, cada relación se justifica con una razón, la cual es representada por un número como por ejemplo las que aparecen en la figura 1. parte B

Figura 3 Relaciones entre departamentos



Nota. Autor (Chase, 2009)

### **Establecer los requerimientos de espacios**

El segundo paso consiste en determinar el área requerida para cada actividad, centro de trabajo o departamento, incluyendo, servicios auxiliares

### **Graficar las relaciones de actividad**

En este paso se construye un diagrama de nodos que muestra una representación gráfica de las actividades y sus relaciones. A cada relación se le asigna un código de líneas, como el que se aprecia en la figura 1 (Diagrama de la relación actual), Una vez creado el diagrama de la situación actual, mediante prueba y error, se trata de dejar las actividades de mayor relación (“A”) cercas y las no deseables (“X”) lo más alejado posible, formando así varios escenarios de distribución de planta.

### **Dibujar propuestas de layout en relación con el espacio y actividades**

El siguiente paso consiste en combinar los diagramas de relaciones con los requisitos de espacio para cada actividad, o sea, adaptar los diagramas a los requerimientos de espacio necesarios. Se debe tener en cuenta mostrar las características físicas más significativas, como columnas, puertas de acceso, paredes, etc. Mientras más opciones se consideren más es la confianza de tener un buen diseño final.

### **Evaluar las alternativas propuestas**

El primer paso en la evaluación de alternativas es decidir los criterios por utilizar para evaluar dichas alternativas. Estos criterios pueden incluir aspectos como la facilidad de la supervisión, la flexibilidad en la expansión, el costo, el flujo del material, etc. Luego, estos criterios se priorizan asignándoles un número, siendo el criterio más importante el de mayor numeración. A continuación, evaluar y calificar cada alternativa utilizando la escala de grados de cercanía “A, E, I, O, U). Después de calificar los criterios para cada alternativa, convertir las letras en valores (A=4, E=3, I=2, O=1, U=0) y multiplicar por los valores de los pesos de los criterios. Sumar los valores de cada alternativa y elegir la alternativa que tenga una mayor puntuación.

### **Detallar el layout seleccionado**

En esta última etapa se detalla la selección de layout final identificando y dibujando las actividades y principales características, equipo pesado y servicios de atención primaria. Se continúan dibujando en detalle el equipamiento individual, las maquinarias, servicios auxiliares. A medida

que se va realizando esta etapa se van haciendo ajustes menores como cambios de puerta, espacio del pasillo espacio adecuado para el mantenimiento.

Chase (2009) menciona que, en ciertos tipos de problemas de distribución, no tiene sentido conocer el flujo numérico de los bienes entre los centros de trabajo y éste tampoco revela factores cualitativos que podrían ser cruciales para la decisión de dónde ubicarlos.

### **Plan Maestro de la Producción**

Se realizará un plan maestro para reflejar una situación crítica en la zona de preparación.

El Plan Maestro de Producción, sirve para establecer la planificación de la producción, en el cual se incluye el tiempo en que se debe de tener el producto terminado, así como la cantidad. Esta planificación se hace por medio de pronósticos y con el conocimiento de las capacidades de producción de la empresa.

El Plan Maestro de la Producción “determina las cantidades y fechas en que deben estar dispuestos los inventarios de distribución de la empresa. En este sentido, al plan maestro sólo le conciernen los productos y componentes sujetos a la demanda externa a la unidad productiva”. (Gracia, Yagüez, Lopez-Jurado, & Casanova, 2007),

- Datos necesarios para un PMP
- Previsión de la demanda
- Costes de producción
- Costes de inventario
- Niveles de inventarios
- Plazos de entrega de proveedores
- Tamaños de lote
- Capacidad productiva
- Lead time de producción

En resumen, el PMP trata de un plan de producción a medio plazo en el cual se indica el inicio de la fabricación de productos en cantidades y plazos de entrega para cada uno de los mismos según su demanda, teniendo en cuenta la capacidad de producción de la empresa.

## **Planeación de requerimientos de materiales (MRP)**

Conocido por sus siglas en Inglés MRP (Material Requirements Planning), es una técnica que permite a las empresas estimar la cantidad de materiales que se necesitan para la elaboración de un producto. Este consiste en desintegrar cada una de las materias primas necesarias en función del Plan Maestro de Producción.

El MRP es un sistema de planificación de la producción y gestión de inventarios que responde a las siguientes preguntas: qué, cómo, cuándo y cuánto debe una empresa fabricar o aprovisionar.

Para poder desarrollar un MRP exitoso, se debe de contar con las siguientes entradas de información:

- Plan Maestro de Producción
- Lista de materiales (BOM)
- Inventarios
- Estado de Stocks

### **MRP 1**

Es un sistema de planificación de la producción y de stocks que, teniendo en cuenta la demanda prevista, los stocks actualizados, y los plazos de entrega o de producción; calcula: que, en que cantidad, y en qué momento se debe fabricar y aprovisionar cada artículo para satisfacer la demanda. De esta manera, solo se fabrica lo demandado por el mercado, evitando la sobreproducción. El MRP sigue la misma filosofía fundamental del “Just inTime” (JIT), reducir los stocks intermedios y los despilfarros en el proceso de producción. (Soto Molina, 2012)

### **MRP 2**

El “MRP II” se puede definir como “Manufacturing Resource Planning” que podría traducirse como “Planificación de recursos de producción”. Este sistema es una ampliación del “MRP I” de forma que, además de definir: qué, cuánto, y cuándo se debe producir; también define qué recursos, en que cantidad, y en qué momento serán necesarios para llevar a cabo dicha producción calculada.

Mediante un sistema “MRP II” es posible planificar y controlar la capacidad, definir el plan maestro de producción incluyendo aspectos financieros, aprovechar la información histórica mediante la retroalimentación en bucles cerrados para actualizar la información sobre la que se realizan los cálculos del MRP, y la posibilidad de simular escenarios futuros para, en función de los datos obtenidos, poder tomar decisiones estratégicas de la organización a largo plazo. (Soto Molina, 2012)

### **BOM (Bills Of Materials)**

Se utilizará un BOM para determinar los materiales que se necesitan para realizar los productos que se preparan en esta zona.

Una lista de materiales también conocida como BOM por sus siglas en Inglés Bill of Materials, es una lista de las materias primas, subconjuntos, conjuntos intermedios, subcomponentes, piezas y cantidades de cada una que sean necesarias para la fabricación de un producto final. Una lista de materiales se puede utilizar para la comunicación entre los socios de fabricación, o limitarse a una sola planta de fabricación. Una lista de materiales puede definir productos por cómo están diseñados (ingeniería de la lista materiales), cómo se les ordena (lista venta de materiales), ya que se construyen (fabricación de lista de materiales), o como se mantienen (factura de servicio de los materiales o lista de materiales). Los diferentes tipos de listas de materiales dependen de las necesidades del negocio y el uso para el que están destinados. En las industrias de proceso, la lista de materiales también se conoce como la fórmula, receta, o la lista de ingredientes. (SPC Consulting Group, 2017)

### **Capacidad**

Se necesita conocer la capacidad real y teórica de la llenadora para crear el escenario crítico.

La capacidad de proceso es el grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas deseadas., un proceso es capaz cuando el ancho en la campana de distribución de datos es más angosto que el rango de tolerancia; sin embargo, un proceso puede estar estadísticamente bajo control (sin causas asignables o de variación) pero no ser capaz (su centrado o variabilidad no cumplen las especificaciones).

Es por lo anterior que se hace necesario evaluar la variabilidad y tendencia central de una característica de calidad, para compararla con sus especificaciones de diseño.

Cuando la capacidad de un proceso es alta, se dice que el proceso es capaz, cuando se mantiene estable a lo largo del tiempo, se dice que el proceso está bajo control, cuando no ocurre esto se dice que el proceso no es adecuado para el trabajo o requiere de inmediatas modificaciones. (López, 2017)

La capacidad se divide en tres partes:

### **Capacidad Utilizada**

Se entiende como el espacio, recurso que se esté utilizando en un momento determinado.

### **Capacidad Instalada**

Son todos aquellos recursos productivos que dispone la empresa y que son utilizados para producir, por ejemplo: instalaciones, conocimientos, permisos, licencias, líneas de producción, etc.

### **Capacidad Ociosa**

Es parte de la capacidad instalada que no está siendo utilizada, puede ser incorporada al proceso de producción sin que implique una inversión.

### **Capacidad Teórica**

La capacidad teórica se entiende como aquel proceso o actividad que funciona a su máxima eficiencia donde se ven involucrados recursos humanos y equipos productivos, este proceso productivo no incluye tiempos muertos, interrupciones entendiéndose estas como (operaciones de mantenimiento, averías de máquinas, reducción de la capacidad productiva, bajo inventario, entre otros), es decir cuando el proceso productivo no tiene ningún problema. (Banco, 2017)

### **Capacidad real**

Según José Rosales, en su libro lo define: “Es la que verdaderamente se podría alcanzar con un funcionamiento completamente eficiente. No es usual su logro, aunque se alcanza transitoriamente y en momentos puntuales” (Jose, 1999).

### **Capacidad Necesaria**

Bajo la consulta de un artículo publicado se puede describir este concepto como: “la capacidad que se debe disponer en el Sistema de Producción teniendo en cuenta las condiciones del mercado, el

tiempo de producción y la capacidad de disponible. Determina la capacidad requerida del sistema para cumplir con el plan de producción definido”. (Genaro, 2010)

### **Tecnología Aséptica**

Malmgren (2013) indica que el concepto de tecnología aséptica requiere que todo aquello que forma parte de la cadena de producción, comenzando con el proceso de calentamiento, esté diseñado para lograr la esterilidad comercial. Esto incluye los alimentos, las maquinarias de procesamiento y envasado, y los materiales para el envasado, así como también el ambiente en el que se llevan a cabo las operaciones de llenado y envasado. La esterilización comercial de todo el proceso de producción contribuye a lograr los máximos estándares en seguridad de alimentos.

### **Normas ISO 22000-2005**

Para efecto de realizar el rediseño de propuesto es de suma importancia tomar en cuenta las normas ISO 22000 ya que es un prerrequisito de las Normas FSSC 22000.

ISO 22000 define requisitos específicos de inocuidad de los alimentos para las organizaciones en la cadena alimentaria.

Uno de esos requisitos es que las organizaciones establezcan, implementen y mantengan los programas de prerrequisitos (PPR) para ayudar a controlar los peligros relacionados con la inocuidad de los alimentos. (Bureau Veritas Mexicana, 2009)

### **Estructuras internas y accesorios**

Las paredes y pisos del área de proceso deben ser lavables o limpiables como sea apropiado para los peligros del proceso o producto. Los materiales de construcción deben ser resistentes al sistema de limpieza que se aplique.

\*Las uniones de las paredes con el piso y las esquinas deben estar diseñadas para facilitar la limpieza. Se recomienda que las uniones de las paredes y los pisos sean redondeadas en las áreas de proceso. Los pisos deben ser diseñados para evitar el estancamiento del agua.

\*Los pisos de las áreas de proceso húmedas deben estar sellados y drenados. Los drenajes deben tener trampas y estar cubiertos. Los techos y montenes deben estar diseñados para minimizar la acumulación de suciedad y condensación.

\*Las ventanas que dan al exterior, extractores de techo o ventiladores, cuando existan, deben estar protegidos con mallas contra insectos.

\*Las puertas que dan al exterior deben estar cerradas o con mallas mientras que no estén en uso.

### **Ubicación del equipo**

\*El equipo debe estar diseñado y ubicado de manera que facilite las buenas prácticas de higiene y el monitoreo.

\*El equipo debe estar colocado de manera que permita el acceso para la operación, la limpieza y el mantenimiento

### **Almacenamiento de alimentos, materiales de empaque, ingredientes y químicos no alimenticios**

\*En las instalaciones que se usan para almacenar ingredientes, empaque y productos se debe contar con protección contra el polvo, la condensación, el drenaje, los desechos y otras fuentes de contaminación. (Bureau Veritas Mexicana, 2009)

\*Las áreas de almacenamiento deben estar secas y bien ventiladas. Se debe aplicar monitoreo y control de temperatura y humedad donde se especifique.

\*Las áreas de almacenamiento deben estar diseñadas u organizadas para permitir la segregación de materia prima, productos en proceso y productos terminados.

\*No se deben almacenar materiales y productos sobre el piso además se debe tener un espacio suficiente entre el material y las paredes para permitir que se lleven a cabo las actividades de inspección y control de plagas.

\*El área de almacenamiento debe estar diseñada para permitir el mantenimiento y la limpieza, prevenir la contaminación y minimizar el deterioro.

\*Se debe proveer un área de almacenamiento separada y segura (con cerraduras o con acceso controlado) para los materiales de limpieza, químicos y otras sustancias peligrosas.

\*Se deben documentar en el sistema de gestión de inocuidad de los alimentos las excepciones de productos a granel o materiales agrícolas de cosecha.

## **Iluminación**

\*La iluminación provista (natural o artificial) debe permitir al personal operar de una manera higiénica

\*La intensidad de la luz debe ser apropiada a la naturaleza de la operación.

\*Las lámparas deben estar protegidas para asegurar que no se contaminen los materiales, producto o equipo en caso de rompimiento.

## **Medidas para la prevención de la contaminación cruzada**

### **Requisitos generales**

\*Se debe contar con programas para prevenir, controlar y detectar contaminación. Se deben incluir medidas para prevenir contaminación física, alérgica y microbiológica.

### **Contaminación microbiológica cruzada**

\*Las áreas donde exista potencialmente la contaminación microbiológica cruzada (transmitida por el aire o por patrones de tránsito) deben ser identificadas y se debe tener implementado un plan de segregación (por zonas). Se debe realizar una evaluación de peligros para determinar las fuentes potenciales de contaminación, susceptibilidad del producto y las medidas de control apropiadas (Bureau Veritas Mexicana, 2009) para estas áreas como se indica enseguida:

-Separación de los productos sin procesar de los terminados o listos para consumirse (RTE por sus siglas en inglés ready to eat).

-Segregación estructural – barreras físicas/paredes/edificios separados.

-Control de acceso con requisitos para cambiarse la ropa de trabajo adecuada.

-Patrones de tráfico o segregación de equipos – personas, materiales, equipo y herramientas (incluyendo el uso de herramientas exclusivas para una actividad).

### **Gestión de alérgenos**

\*Se deben declarar los alérgenos presentes en el producto, ya sea por diseño o por contacto potencial cruzado en la fabricación. La declaración debe estar en la etiqueta para productos de consumo o en la etiqueta o la documentación que acompañe a aquellos productos destinados a futuros procesos (Bureau Veritas Mexicana, 2009).

\*Los productos deben estar protegidos de contacto cruzado alérgico no intencional por medio de limpieza y prácticas de cambios de línea o secuencia de estos.

T--razas del producto de la corrida de producción previa la cual no puede ser limpiada adecuadamente de la línea de producción debido a limitaciones técnicas; o

Cuando puede haber contacto, en el proceso normal de fabricación, con productos o ingredientes que son producidos en líneas separadas, o en la misma área o áreas de proceso adyacentes.

El retrabajo que contenga alérgeno(s) debe ser usado solamente:

-En productos que por diseño contengan el (los), mismo(s) alérgenos(s).

-A través de un proceso que demuestre que elimina o destruye el material alérgico.

Los empleados que manipulan alimentos deben recibir entrenamiento específico, concientización sobre alérgicos y prácticas de manufactura asociadas.

### **Contaminación física**

\*Donde se utilice material quebradizo, se deben establecer requisitos de inspección periódica y procedimientos definidos en caso de rompimiento.

\*El material quebradizo, tales como el vidrio y los componentes de plástico duro en el equipo, deben ser evitados donde sea posible. Se deben mantener los registros de rompimientos.

\*Se deben establecer medidas para prevenir, controlar o detectar contaminación potencial basadas en una evaluación de peligros.

### **Almacenamiento**

#### **Requisitos generales**

Los materiales y productos deben ser almacenados en espacios limpios, secos y bien ventilados, protegidos del polvo, condensación, humos, olores y otras fuentes de contaminación.

#### **Requisitos de almacenamiento**

\*Se debe proveer de un control eficaz de la temperatura de almacenamiento, humedad y otras condiciones ambientales, donde lo requiera el producto o las especificaciones de almacenamiento.

\*Se recomienda que donde los productos sean apilados, se consideren medidas para proteger las capas inferiores.

\*Los materiales de desecho y los químicos (productos de limpieza, lubricantes y plaguicidas) se deben almacenar por separado. Se debe tener un área separada u otras formas de segregación de materiales identificados como no conformes.

\*Se deben observar sistemas de rotación de inventarios (FIFO/FEFO).

\*No se deben de utilizar montacargas de gasolina o Diesel en áreas donde se almacenen productos o ingredientes. (Bureau Veritas Mexicana, 2009)

## CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se explica el mecanismo utilizado en la investigación para determinar de qué manera se debe almacenar los datos y como analizarlos, además indica si la herramientas de estudio que se van a emplear, ayudarán de manera factible a solucionar el problema, mediante una serie de pasos por realizar para llegar a la meta, estos pasos se clasifican en: tipo de enfoque, diseño/método de la investigación, muestras, variables o unidades de análisis, técnicas e instrumentos de recolección de datos, método de análisis de datos y un cronograma de actividades, estos elementos han de servir como base para adquirir la información necesaria.

Según plantea Carlos Sabino, referido al marco metodológico.

“En cuanto a los elementos que es necesario operacionalizar pueden dividirse en dos grandes campos que requieren un tratamiento diferenciado por su propia naturaleza: el universo y las variables”. (Sabino,1992)

### **Enfoque**

En el momento que se inicia este capítulo el primer paso es la definición del tipo de enfoque de la investigación que se desea realizar, la selección determinará los pasos por seguir del estudio y el enfoque de este.

Existen tres tipos de enfoques metodológicos: el cuantitativo, el cualitativo y el mixto.

#### **Enfoque cuantitativo**

Sampieri (2014) establece que el enfoque cuantitativo “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p.4).

#### **Enfoque cualitativo**

Sampieri (2014) indica que el enfoque cualitativo “utiliza la recolección de datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (p.7)

#### **Enfoque mixto**

En el libro de Metodología de la Investigación “los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar

inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio” (Sampieri, Mendoza, p.546)

Se considera el enfoque cuantitativo para desarrollar el proyecto en la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas, ya que, encuentra una relación numérica entre las variables del problema de investigación, los datos que se necesitan son cuantificables, se puede analizar y predecir el comportamiento de los productos manufacturados, los números y los datos representan la realidad más abstracta, además se basa en la aplicación de un estímulo para obtener un resultado o respuesta.

### **Alcances**

#### ***Estudio exploratorio***

Selltiz (1980), citado por Arias, Fideas (1999) indica que el estudio exploratorio “es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos” (p.23)

#### ***Estudio descriptivo***

Arias, Fideas (1999) establecen que los estudios descriptivos “miden de forma independiente las variables y aun cuando no se formulen hipótesis, tales variables aparecen enunciadas en los objetivos de investigación” (p.25)

#### ***Estudio Correlacional***

Ary, Jacobs, Razavieh (1989) citado por Arias, Fideas (1999) definen los estudios correlacionales como “un tipo de investigación descriptiva que trata de determinar el grado de relación existente entre las variables” (p.26)

#### ***Estudio explicativo***

Arias, Fideas (1999) indican que el estudio explicativo “se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas, como de los efectos, mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos” (p.26)

El tipo de estudio para este proyecto se determina con el estudio descriptivo y explicativo, ya que, este mide de forma individual cada variable, es decir, cada dato que afecta la situación actual o las

variables que influyen en los objetivos del proyecto y ayuda a explicar por qué ocurre un fenómeno y cuáles condiciones presenta, es por eso que se manejan dos o más variables.

### **Diseño/Método**

Para desarrollar el diseño/método de este proyecto se toma como base el estudio descriptivo y explicativo, con el fin de desarrollar la estrategia adecuada para la solución del problema planteado.

Según (Maestría Tecnología Educativa Unefa,2012) indica que un diseño de investigación “es la estrategia que adopta el investigador, para responder el problema planteado. Se refiere a dónde y cuándo se recopila la información, así como a la amplitud de la información recopilada”.

Existen dos tipos de diseño, los diseños experimentales y los diseños no experimentales.

#### **Diseño experimental**

El artículo de tipos y diseño de la investigación establece que:

“El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y por qué causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a incrementar el cúmulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la acción educativa” Palella, Martins (2010) citado por Arismendi (2013).

Para este estudio de investigación se opta por el diseño experimental, este permite la manipulación de variables independientes y la medición de variables dependientes.

En las variables independientes, se puede indicar los datos tomados en el estudio de tiempo, cálculos para determinar la capacidad de las líneas de producción, análisis de capacidad en espacio de la zona de preparación y cantidad de movimiento o desplazamientos productivos e improductivos y análisis de producto/cantidad.

En las variables dependientes, se establece, la relación de oferta y demanda de cada uno de los productos.

### **Muestra de la Investigación**

El estudio se realizará en la zona de preparación de la empresa de Embotelladora de bebidas no alcohólicas, en esta zona se pesan la materia prima y además se prepara los jugos o concentrados de los diferentes productos.

Para el desarrollo del proyecto se debe hacer una recolección de datos para esto se determina la muestra de investigación que se estará aplicando para los datos proyectados, entrevistas y tomas de tiempo, para la selección de dicha muestra se utilizará la clase probabilística aleatoria simple y la no probabilística por conveniencia.

#### **Clase probabilística aleatoria simple**

López (2004) “este método es uno de los más sencillos de aplicar, se caracteriza porque cada unidad que compone la población tiene la misma posibilidad de ser seleccionado. Este método también se lo conoce como sorteo, rifa o la tómbola”.

Para este se harán visitas aleatorias en diferentes turnos, para este proyecto solamente se considerarán en el primero y segundo turno, además también será de forma aleatoria los procesos para producto diferentes.

#### **Clase no probabilística por conveniencia**

López (2004) “este método. Al igual que en la investigación cuantitativa, consiste en seleccionar los casos que se encuentren disponibles o por comodidad para el investigador”.

Tal y como a palabra lo indica, se estará realizando una muestra por conveniencia, donde se realizará una entrevista al supervisor de zona y a los operadores más antiguos, ya que ellos, conocen mucho mejor la situación actual y la información será más certera.

### **Variables o Unidades de Análisis**

Las variables en la investigación representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto, ya que según su grado de contemplación se puede describir en conceptuales, operacionales, e instrumentales, una vez que se identifica, el siguiente paso es su operacionalización, es decir, es hacerla operativa o por lo menos registrable en la realidad, tal y como se observa en la Tabla 6 de variables o unidades de análisis.

Tabla 6 Variables o Unidades de Análisis

Objetivos	Variables	Conceptual	Operacional	Instrumental
Describir el estado actual de los procesos que se encuentran en la zona de preparación	Procesos	Conjunto de tareas y actividades lógicamente relacionadas, Neira (2009)	Cantidad de litros de preparación / Tiempo de elaboración	Hoja de observación
Identificar la distribución de planta actual de la zona de preparación	Distribución	Ordenación física de los elementos industriales, Muther (1970)	Cantidad de equipos / metros cuadrados disponibles	AutoCAD
Analizar cada uno de los factores que influyen en la distribución actual	Factores	Elemento o causa que actúan junto con otros, Real Academia Española [RAE], (s.f)	Cantidad de ineficiencia de cada factor/ deficiencias totales	Hoja de observación
Desarrollar la metodología Systematic Layout Plant	Metodología Systematic Layout Plant	Procedimiento sistemático multicriterio, Muther (1970)	Total, de metros cuadrados de departamentos / metros cuadrados disponibles	AutoCAD

Objetivos	Variables	Conceptual	Operacional	Instrumental
Proponer tres opciones de rediseño de distribución de planta en la zona de preparación.	Rediseño de distribución de planta	Un plan que dispone elementos de la mejor manera posible para alcanzar un fin específico.	Tiempo total de los procesos actual / Tiempo total de los procesos en propuesta	Registro
Evaluar el beneficio de cada una de las opciones de redistribución de planta en la zona de preparación	Beneficio	el costo de una medida específica es mayor en relación con los beneficios procedentes de la misma, Jácome (2017)	Beneficiación ponderado/ total	Hoja toma de decisión.

Nota. Autora Gerlyn Mauris

### Instrumentos

En la tabla 7 se observan los instrumentos utilizados para medir los indicadores establecidos anteriormente, además, se determinan los recursos que se necesitan para obtener los datos y cuáles son los beneficios o resultados que se esperan.

Tabla 7 Instrumentos

Indicador	Instrumentos	Recursos requeridos	Beneficios esperados
Cantidad de litros de preparación / Tiempo de elaboración	Hoja de observación	Humano	Conocer el proceso actual de las líneas de preparación

Indicador	Instrumentos	Recursos requeridos	Beneficios esperados
Cantidad de equipos / metros cuadrados disponibles	AutoCAD	Informático	Saber el tipo de distribución actual
Cantidad de ineficiencia de cada factor/ deficiencias totales	Hoja de observación	Humano	Clasificar los factores que influyen en la distribución actual
Total, de metros cuadrados de departamentos / metros cuadrados disponibles	AutoCAD	Informático	Saber el espacio en metros cúbicos disponibles.
Tiempo total de los procesos actual / Tiempo total de los procesos en propuesta	Registro	Equipo para toma de tiempos	Conocer los tiempos estándar actuales
Costo de propuesta / monto disponible	Hoja de Presupuesto	Humano	Saber si la propuesta es factible económicamente

Nota. Autora Gerlyn Mauris

### **Proceso para la Recolección de Datos**

Se determina la recolección de datos en este proyecto mediante una forma presencial, primeramente, se realiza un registro del proceso de producción mediante varias visitas durante una jornada de lunes a viernes en diferentes turnos, además se realizará una entrevista con el encargado de la zona de preparación para rectificar los procesos de elaboración.

Seguidamente, se procederá a realizar un levantamiento de requisitos de infraestructura y cumplimiento de las normas de inocuidad, posteriormente se efectuará un estudio analítico para determinar el tiempo estándar e identificar movimientos o desplazamientos productivos e improductivos.

Finalmente, la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas brindará los registros de la proyección de la demanda, capacidades de equipos y cantidad de materia prima que manejan por unidad.

### **Método de Análisis**

El método por desarrollar para la información recolectada es asistido por computadora, este método va relacionado con el enfoque del proyecto, ya que es un enfoque cuantitativo y con el diseño de la investigación (descriptivo y explicativo), a continuación, se indica la estrategia más adecuada para analizar los datos.

Para realizar todo el método de análisis con la información recolectada se utilizará la herramienta de Excel, al utilizar esta herramienta se podrá realizar y visualizar de forma más eficiente los cálculos necesarios del análisis de estos, se comienza con determinar las capacidades de las líneas de producción al utilizar los pronósticos facilitados por la empresa.

Con la información brindada por la empresa se realizará el análisis de producto cantidad, esto ayudará a clasificar qué tipo de distribución es el más adecuado y el análisis de oferta y demanda para establecer en cuál época la demanda es la más alta, además se realizará con esos mismos registros el cálculo de las capacidades de las líneas de producción

Seguidamente, se procede a crear una estrategia de campo con la capacidad real máxima que obtuvo en el análisis de la oferta y demanda, para tener presente cuánta materia prima se necesitaría en la zona de preparación, se hace la misma estrategia, pero con la capacidad teórica, se utiliza el programa de AutoCAD para actualizar el plano actual y tener una visualización macro de la zona.

Con la entrevista que se realizará al encargado de zona, se pretende diagnosticar si los procesos que realizan están estandarizados o no, posteriormente se efectuará un estudio analítico para determinar el tiempo estándar e identificar movimientos o desplazamientos productivos e improductivos, de esta manera se puede reconocer posibles mudas en el proceso de elaboración, luego se procederá a realizar la actualización del plano actual para conocer las medidas reales de la zona de preparación.

### Cronograma

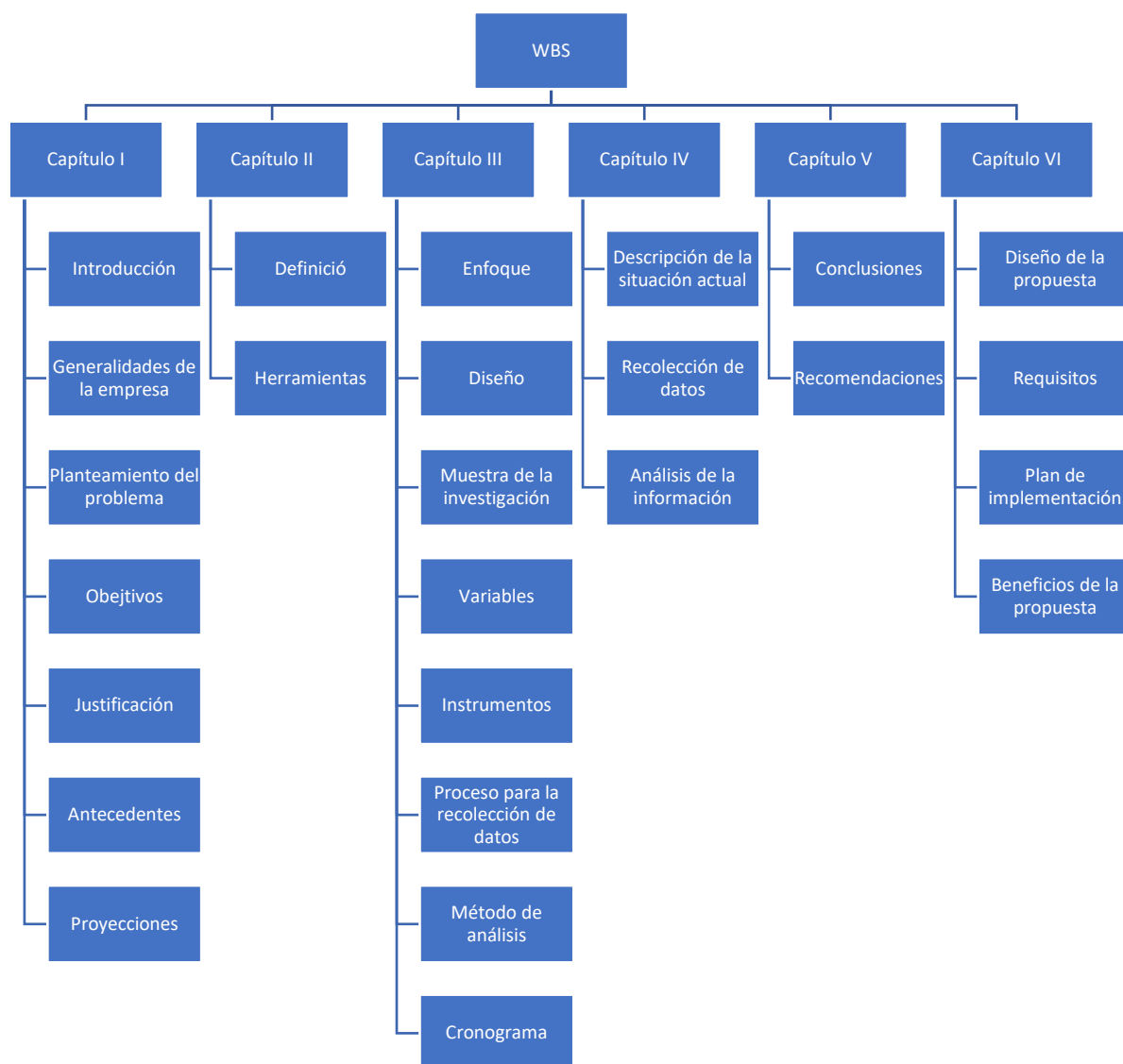
Se determina un cronograma de actividades con el fin de implementar el proyecto a tiempo, al organizar cada una de las actividades por realizar, y establecer fechas para cada una de ellas, y así poder alcanzar todos los objetivos establecido.

Tabla 8 Cronograma

Actividad	Semana 2/2018	Semana 4/2018	Semana 6/2018	Semana 9 / 2019	Semana 19/ 2019
Capítulo I					
Capítulo III					
Capítulo II					
Capítulo IV					
Capítulo V					
Capítulo VI					
Entrega TFG					

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Figura 4 Estructura de descomposición del trabajo



Nota. Autora Gerlyn Mauris

## CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

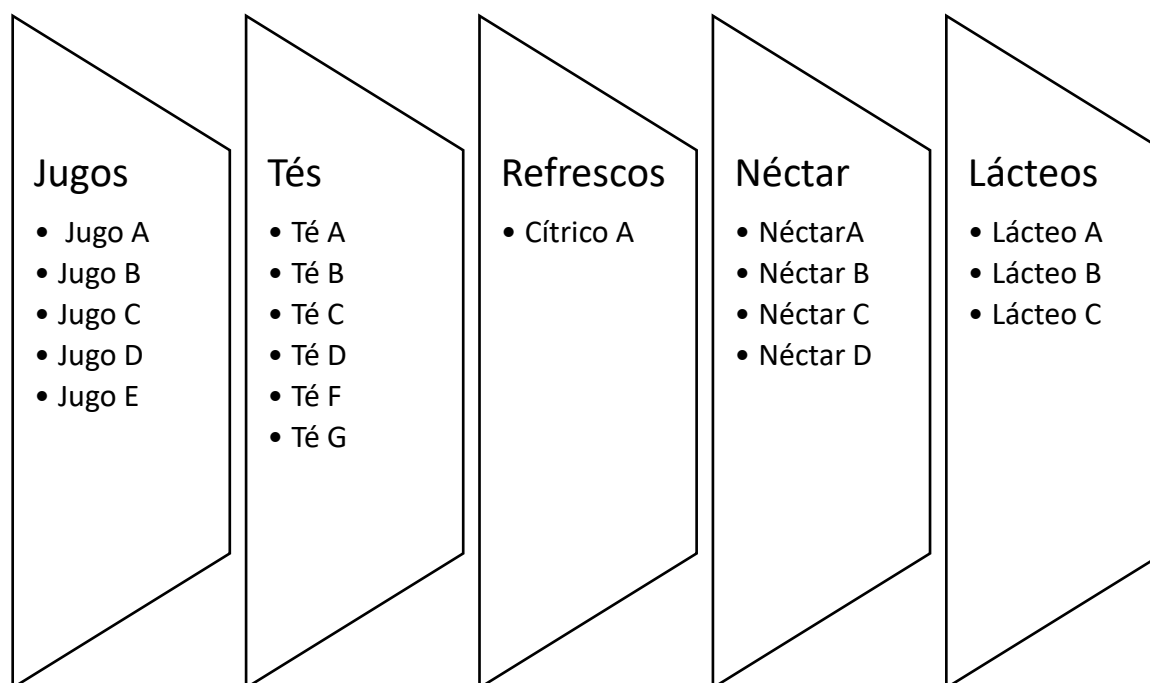
La zona de preparación como su nombre lo indica es el área donde se preparan los refrescos, néctares y lácteos, en ese espacio hay actividades como almacenamiento temporal de materia prima, pesado de materia prima y proceso de preparación del producto.

Actualmente esta zona se encarga de pesar la materia prima para todos los productos, es decir, abastece de materia prima pesada y lista a toda la planta, la cual tiene las líneas 1, 4, 5, 9, 10 y 11, es importante mencionar que la actividad de elaboración del producto en esta zona, solamente es para las líneas de producción 1, 4, 5, 10 y 11, ya que la preparación de línea 9 se da en otra zona de la planta, fuera del alcance del proyecto de investigación.

### Productos

Dado que la empresa realiza diferentes productos en la zona de preparación, se procede a agrupar dichos productos en familias mediante una característica en común que cumpla todos los productos, de esta forma podrá ser más sencillo asimilar la familia de producto por la línea de producción.

Figura 1 Familia de productos



Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Figura 1 Familia de productos, se determina cinco grupos de familias que acaparan los procesos que se realizan en la zona de preparación.

### Líneas de producción

A continuación, en la Tabla 9 Productos, se puede observar los productos que elaboran actualmente en las líneas que se encuentran en la zona de preparación, en esta zona se encuentra línea 2, esta línea no se menciona, ya que, no está siendo utilizada.

Tabla 9 Productos

<b>Zona de Preparación</b>		
<b>Líneas</b>	<b>Productos</b>	<b>Formatos</b>
Línea 1	Tés / Jugos / Refrescos	3 L / 2.5 L / 2 L / 1.75 L
Línea 4	Refrescos	2.5 L / 500 ml / 330 ml / 250 ml
Línea 5	Tés	6 L
Línea 10	Néctar / Lácteos	200 ml
Línea 11	Néctar	330 ml

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Como se puede apreciar en la Tabla 9 Productos, se detalla la familia de producto en cada línea, además se indican los formatos que se trabajan en la misma, ya que, la clasificación de líneas no se da por producto sino por el tipo de formato que utilizan, en la siguiente Tabla 10 Línea 9, se contempla los productos y formatos.

Tabla 10 Línea 9

<b>Líneas</b>	<b>Productos</b>	<b>Formatos</b>
Línea 9	Jugos / té	1 L / 500 ml / 350 ml / 300 ml / 250 ml

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 10 Línea 9, se contempla la línea 9, porque, es importante conocer los tipos de formato que maneja, dado que la zona preparación pesa la materia prima para línea 9 y utiliza espacios como el área de almacenamiento de materias primas y además el área de pesado, al añadir a esto mano de obra.

### **Análisis de los Equipos**

Dentro de la zona de preparación se encuentran diversos equipos como apoyo para la elaboración de los productos, se realiza un análisis con respecto a la utilización de cada uno.

#### **Tanques**

Hay una totalidad de 9 tanques en el área de preparación que son utilizados para mezclar las materias primas de cada producto y de ahí obtener los litros de jugo para dar servicio a las líneas de producción.

Tabla 11 Tanques

<b>Tanques</b>			
Líneas	Tanque 4000 litros	Tanque 16000 litros	Tanque 8000 litros
Línea 1	2		
Línea 2	2		
Línea 4 y 5		3	
Línea 10 y 11			2

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 11 Tanques, indica que hay una totalidad de nueve tanques para mezclar en la zona de preparación, de estos dos son utilizados para línea 1, tres tanques para línea 4 y 5 y dos tanques para línea 10 y 11, se puede observar que se toma en cuenta línea 2, esta línea actualmente no se encuentra en función por ende no se utilizan los dos tanques y esto provoca maquinaria ociosa y desaprovechamiento del espacio.

Figura 2 Tanques de línea 1 y línea 2



Nota: Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas

Figura 3 Tanques de línea 4 y línea 5



Nota: Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas

### **Pasteurizador**

Este equipo cumple una función de esterilizar el producto, es decir, eliminar los microorganismos del producto, en la zona de preparación actualmente existen dos pasteurizadores.

Tabla 12 Pasteurizador

Pasteurizador	
Línea 4 y 5	1
Línea 10 y 11	1

Nota: Gerlyn Mauris

En la Tabla 12 Pasteurizador, indica que para las líneas 4 y 5 comparte un mismo pasteurizador, ubicado junto a los tanques de las líneas y otro pasteurizador para las líneas 10 y 11 que está ubicado en el área de recepción o almacenamiento de materia prima. Es importante mencionar que para línea 1 el pasteurizador queda ubicado en el primer piso completamente aparte de la zona de preparación.

Figura 4 Pasteurizador de línea 4 y línea 5



Nota: Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas

Figura 5 Pasteurizador de línea 10 y línea 11



Nota: Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas

## Pesas de medición

La zona de pesado cuenta con tres pesas que son utilizadas para preparar la receta de la producción, estas pesas son digitales, además tienen un sistema, el cual, permite verificar las recetas y asigna un sticker con información requerida para dar trazabilidad a la materia prima.

Tabla 13 Pesas de medición

<b>Pesas</b>	3
--------------	---

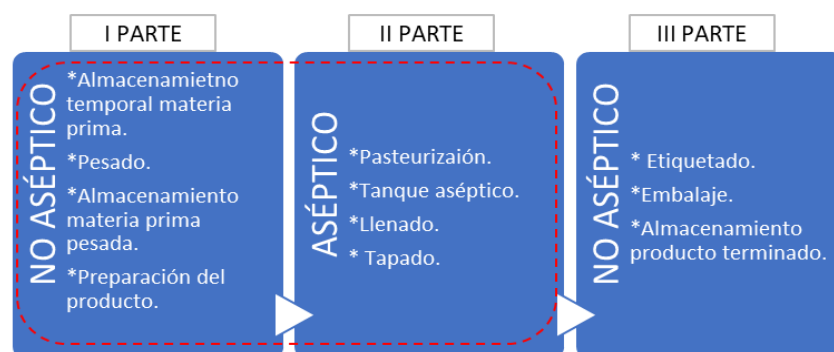
Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 13 Pesas de medición, indica que la zona de pesado cuenta con tres pesas, las cuales, dos están en el área de pesado utilizadas para pesar ingredientes únicamente secos y la otra en el área de preparación y se utiliza para pesar ingredientes húmedos.

## Producción Aséptica y no Aséptica.

Es importante conocer cuáles estaciones o actividades se consideran como un proceso aséptico, ya que, estos términos se contemplarán en los procesos de cada línea de producción. Toda industria de alimentos debe utilizar procesos asépticos, en otras palabras, estéril, el concepto aséptico es todo aquello que forma parte de la cadena de proceso.

Figura 6 Procesos asépticos y no asépticos



Nota. Autora Gerlyn Mauris

Se puede observar en la Figura 6 Procesos asépticos y no asépticos como el proceso se divide en tres partes, comenzando desde el proceso de almacenamiento temporal de materia prima hasta preparación del producto clasificado como No Aséptico y luego empezando el proceso

pasteurización hasta la operación de tapado como Aséptico y de etiquetado hasta almacenamiento de producto terminado como No Aséptico, aunque la primera parte no es un proceso aséptico tiene procedimientos de desinfección, que son considerados como procesos de apoyo.

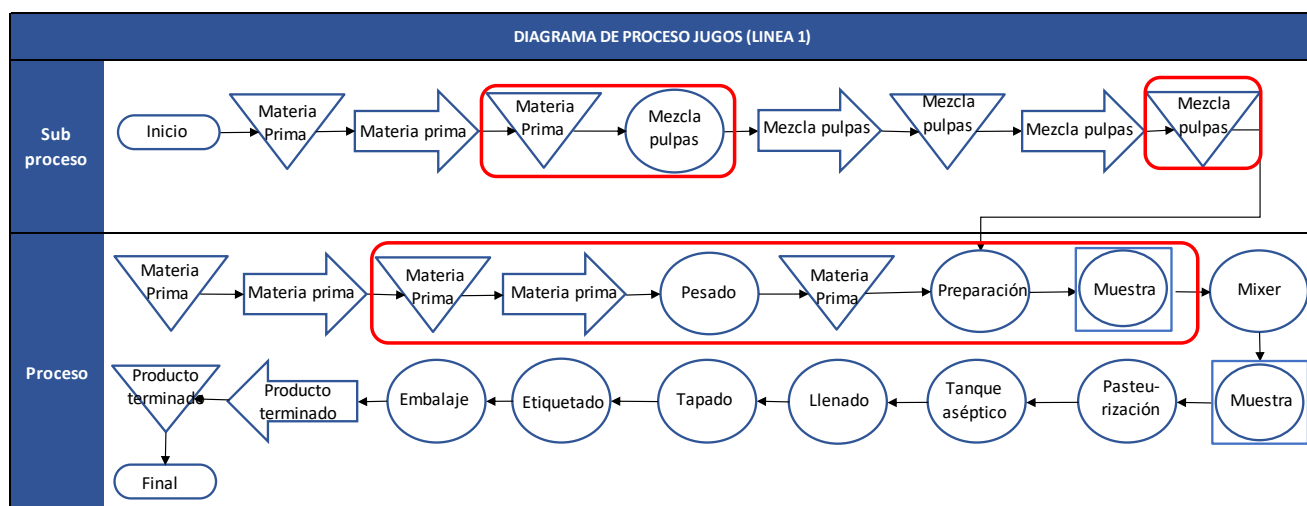
### Diagrama de Procesos

Se presenta los diagramas de procesos de las líneas que se encuentran en la zona de preparación, de forma que se pueda tener una visión más clara de la secuencia de los procesos en esta área, en el diagrama se señala con rojo específicamente los procesos que involucra la zona de preparación.

#### Línea 1

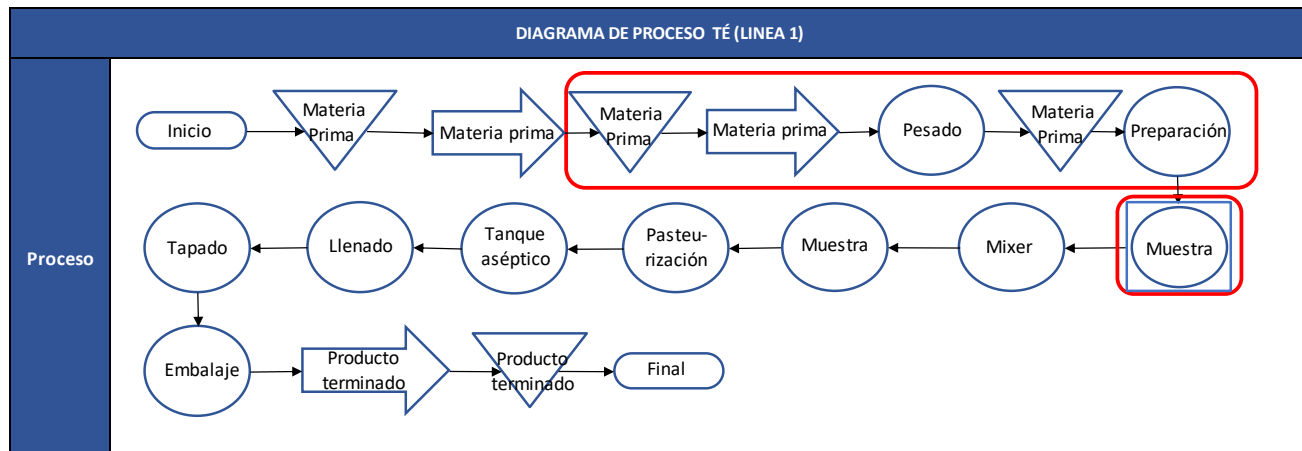
En la zona de preparación de línea 1 se elabora únicamente el concentrado de los jugos y tés, ya que tiene un proceso adicional llamado Mixer fuera de esta zona que encarga de agregar la cantidad restante de agua y jarabe que necesita el concentrado para convertirlo en el producto deseado.

Figura 7 Diagrama de proceso A de línea 1



Nota. Autora Gerlyn Mauris

Figura 8 Diagrama de proceso B de línea 1



Nota. Autora Gerlyn Mauris

En los diagramas anteriores Figura 7 Diagrama de proceso A de línea 1 y Figura 8 Diagrama de proceso B de línea 1, se puede observar que línea 1 actualmente tiene dos procesos, dado que la elaboración de un producto de la familia de jugos lo necesita para su ejecución.

### Proceso A

Corresponde a los productos que dependen de un subproceso para la operación de preparación, ese subproceso es la mezcla de pulpas de frutas que tiene un papel fundamental como materia prima para la elaboración de un producto en específico.

En este sub proceso se inicia con la materia prima en bodega de materiales, donde están almacenados en estañones dentro de la cámara fría, seguidamente, se traslada hasta la zona de preparación, donde llega al área de almacenamiento temporal de materia prima en dicha zona.

Posteriormente, utilizan una bomba pistón incorporan las pulpas al tanque y agregan agua, esto crea un concentrado de pulpas, una vez ya creada la mezcla, se vuelva almacenar en estañones y se regresa a bodegas de materiales a la cámara fría, cuando utilizan esta mezcla, la zona de preparación hace la solicitud a bodega de materiales y trasladan nuevamente la mezcla a la zona de preparación.

### Proceso B

Se basa únicamente en la elaboración de productos que no tengan mezclas de pulpas de frutas en su receta, se omite el subproceso y continúa con el proceso normal.

## **Elaboración de jugos**

Cuando la bebida necesita más de una pulpa se debe realizar el subproceso, es decir, se debe efectuar el proceso A, pero sí la bebida es de una sola pulpa no es necesario y se lleva a cabo el proceso B.

El diagrama de proceso empieza desde el almacenamiento de materia prima en bodega de materiales, esta materia prima se encuentra almacenada ya sea en sacos, cajas, pichingas o estañones, utilizan pallets y montacargas para transporta dicha materia prima, dado que la bodega de materiales se encuentra muy retirada de la zona de preparación, utilizan como medio de transporte un camión estándar.

Una vez que la materia prima está en la zona de preparación, el proceso comienza desde el almacenamiento temporal de materia prima en dicha zona, luego se realiza un traslado mediante una carretilla hidráulica hasta el área de pesado, donde se pesa según la receta únicamente la materia prima seca, en otras palabras, toda la materia prima que tenga contextura de polvo, es importante destacar que las pulpas no se pesan ya que la materia prima viene en estañones y se utilizan por unidad.

Para este proceso, se utiliza un tanque o dos dependiendo del plan de producción, seguidamente, se programa el tanque para la primera carga de agua, para esto se guían con las especificaciones de la receta, después se ingresa los demás ingredientes secos, posteriormente se utiliza una bomba de pistón que transfieren la pulpa hasta el tanque y se termina con la segunda carga de agua.

Cuando se incorpora los ingredientes empieza el proceso de mezcla, una vez que lleve el tiempo estimado de mezcla procede a tomar la muestra para llevar al laboratorio y que verifique si cuenta con todas las propiedades o especificaciones requeridas y así continuar con el proceso de producción.

Posteriormente, el producto pasa al mixer, el cual se encarga de añadir en mismas partes agua, jarabe y el concentrado, en este proceso también se toma otra muestra para verificar la receta, después sigue con el proceso de pasteurización, una vez concluido el producto pasa a un tanque aséptico, el cual, previene que el producto sufra de alguna contaminación externa, a partir de este punto el proceso es aséptico.

El proceso continúa al llenado en botellas PET y luego pasa a tapado, luego pasa al proceso de etiquetado y finalmente pasa al proceso de embalaje para concluir en bodega de producto terminado.

### **Elaboración de té**

Para la elaboración de este producto se debe optar por el proceso B, ya que no depende de un subproceso para la producción.

El proceso empieza desde el almacenamiento de materia prima en bodega de materiales, esta materia prima se encuentra almacenada ya sea en sacos, cajas, pichingas o estañones, utilizan pallets y montacargas para transporta dicha materia prima, dado que la bodega de materiales se encuentra muy retirada de la zona de preparación utilizan como medio de transporte un camión estándar.

Una vez que la materia prima está en la zona de preparación, el proceso comienza desde el almacenamiento temporal de materia prima en dicha zona, luego se realiza un traslado mediante una carretilla hidráulica hasta el área de pesado, en esta área solamente se pesa materia prima seca, es decir, que tiene una textura de polvo o parecido, pero también pesan ingredientes húmedos como los aromas, solamente que es pesado afuera del área de pesado.

Para este proceso se utiliza un tanque o dos dependiendo del plan de producción, seguidamente, se programa el tanque para la primera carga de agua, para esto se guían con las especificaciones de la receta, después se ingresa los demás ingredientes secos y se termina con la segunda carga de agua.

Cuando se incorpora los ingredientes empieza el proceso de mezcla, una vez que lleve el tiempo estimado de mezcla se procede a tomar la muestra para llevar al laboratorio y que verifique si cuenta con todas las propiedades o especificaciones requeridas y así continuar con el proceso de producción.

Posteriormente, el producto pasa al mixer, el cual se encarga de añadir en mismas partes agua, jarabe y el concentrado, en este proceso también se toma otra muestra para verificar la receta, después sigue con el proceso de pasteurización, una vez concluido el producto pasa a un tanque aséptico, el cual, previene que el producto sufra de alguna contaminación externa.

El proceso continúa al llenado en botellas PET y luego pasa a tapado, seguidamente pasa al proceso de etiquetado y finalmente al proceso de embalaje y se traslada para almacenar en bodega de producto terminado.

### **Elaboración de refrescos**

Para la elaboración de este producto se debe optar por el proceso B, ya que no depende de un subproceso para la producción.

El proceso empieza desde el almacenamiento de materia prima en bodega de materiales, esta materia prima se encuentra almacenada ya sea en sacos, cajas, pichingas o estañones, utilizan pallets y montacargas para transportar dicha materia prima, dado que la bodega de materiales se encuentra muy retirada de la zona de preparación utilizan como medio de transporte un camión estándar.

Una vez que la materia prima está en la zona de preparación, el proceso comienza desde el almacenamiento temporal de materia prima en dicha zona, luego se realiza un traslado mediante una carretilla hidráulica hasta el área de pesado, donde se pesa según la receta únicamente la materia prima seca, en otras palabras, toda la materia prima que tenga contextura de polvo.

Para este proceso se utiliza un tanque o dos dependiendo del plan de producción, primeramente, se programa el tanque con la primera carga de agua de acuerdo con las especificaciones de la receta, después se ingresa los ingredientes secos y luego los ingredientes húmedos para esto se utiliza una bomba de pistón que transfieren la materia prima en estañones hasta el tanque, finalizando con la segunda carga de agua.

Cuando se incorpora los ingredientes empieza el proceso de mezcla, una vez que lleve el tiempo estimado de mezcla, se procede a tomar la muestra para ser verificado por el laboratorio y así continuar con el proceso de producción.

Posteriormente, el producto pasa al mixer, el cual se encarga de añadir en mismas partes agua, jarabe y el concentrado, en este proceso también se toma otra muestra para verificar la receta, después sigue con el proceso de pasteurización, una vez concluido el producto pasa a un tanque aséptico, el cual, previene que el producto sufra de alguna contaminación externa.

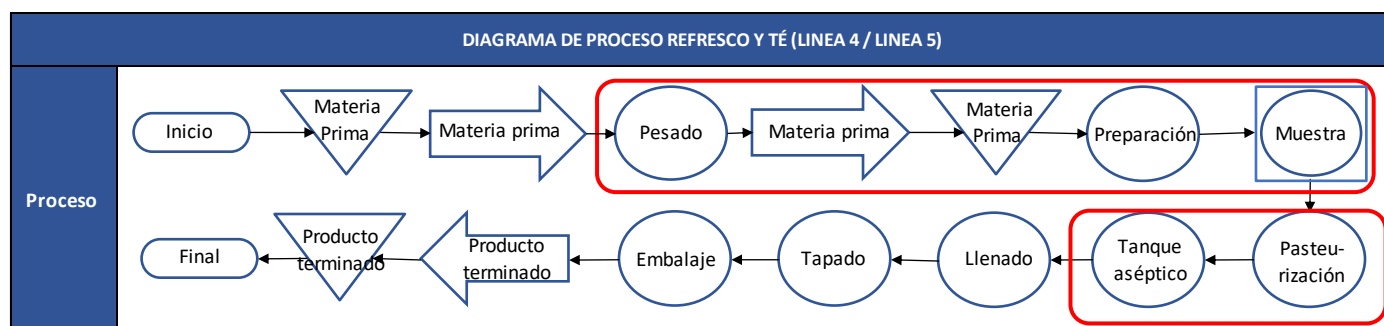
El proceso continúa al llenado en botellas PET y luego pasa a tapado, seguidamente pasa al proceso de etiquetado y finalmente al proceso de embalaje y se traslada para almacenar en bodega de producto terminado.

### Línea 4 y Línea 5

A continuación, se presenta el diagrama de proceso de Línea 4 y 5 para refrescos y té, se señala con rojo los procesos que se encuentran dentro de la zona de preparación, es importante indicar que estos productos comparten solamente los tanques y el pasteurizador, ya que las llenadoras son totalmente independientes, para hacer el cambio de producto se procede hacer una limpieza y desinfección.

Para el proceso de línea 4 y 5 se puede apreciar que no cuenta con la operación del mixer como en línea 1, se omite este proceso dado que en la operación de preparación se agrega todos los ingredientes tanto secos como húmedos en el tanque de mezclas.

Figura 9 Diagrama de proceso de línea 4 y línea 5



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### Elaboración de refrescos línea

Este proceso empieza desde el almacenamiento de materia prima en bodega de materiales, esta materia prima se encuentra almacenada ya sea en sacos, cajas, pichingas o estañones, utilizan pallets y montacargas para transporta dicha materia prima, dado que la bodega de materiales se encuentra muy retirada de la zona de preparación utilizan como medio de transporte un camión estándar.

Una vez que la materia prima está en la zona de preparación, el proceso comienza desde el almacenamiento temporal de materia prima en dicha zona, luego se realiza un traslado mediante

una carretilla hidráulica hasta el área de pesado, donde se pesa según la receta únicamente la materia prima seca, en otras palabras, toda la materia prima que tenga contextura de polvo.

Para este proceso se utiliza un tanque o dos dependiendo del plan de producción, primeramente, se programa el tanque con las especificaciones de la receta para la cantidad de agua y jarabe requerida, automáticamente el tanque tiene una primera carga con dichos ingredientes y posteriormente se ingresa los ingredientes secos, después se ingresa los ingredientes húmedos para esto se utiliza una bomba de pistón que transfieren la materia prima en estañones hasta el tanque.

Cuando se incorpora los ingredientes empieza el proceso de mezcla, una vez que lleve el tiempo estimado de mezcla procede a tomar la muestra para llevar al laboratorio y que verifiquen si cuenta con todas las propiedades o especificaciones requeridas y así continuar con el proceso de producción.

Luego continua con el proceso de pasteurización, una vez concluido el producto pasa a un tanque aséptico, el cual, previene que el producto sufra de alguna contaminación externa, seguidamente pasa al proceso de llenado en botellas y luego pasa a tapado, luego al proceso de etiquetado y finalmente al proceso de embalaje, luego se traslada el producto para ser almacenado en bodega de producto terminado.

### **Elaboración de té línea 5**

Este proceso empieza desde el almacenamiento de materia prima en bodega de materiales, esta materia prima se encuentra almacenada ya sea en sacos, cajas, pichingas o estañones, utilizan pallets y montacargas para transporta dicha materia prima, dado que la bodega de materiales se encuentra muy retirada de la zona de preparación utilizan como medio de transporte un camión estándar.

Para este proceso se utiliza un tanque o dos dependiendo del plan de producción, primeramente, se programa el tanque con las especificaciones de la receta para la cantidad de agua y jarabe requerida, automáticamente el tanque tiene una primera carga con dichos ingredientes y posteriormente se ingresan los ingredientes secos, después se ingresan los ingredientes húmedos.

Cuando se incorporan los ingredientes empieza el proceso de mezcla, una vez que lleve el tiempo estimado de mezcla se procede a tomar la muestra para llevar al laboratorio y que verifiquen si

cuenta con todas las propiedades o especificaciones requeridas y así continuar con el proceso de producción.

Luego continua con el proceso de pasteurización, una vez concluido el producto pasa a un tanque aséptico, el cual, previene que el producto sufra de alguna contaminación externa, seguidamente pasa al proceso de llenado en botellas y luego pasa a tapado, luego al proceso de etiquetado y finalmente al proceso de embalaje, luego se traslada el producto para ser almacenado en bodega de producto terminado.

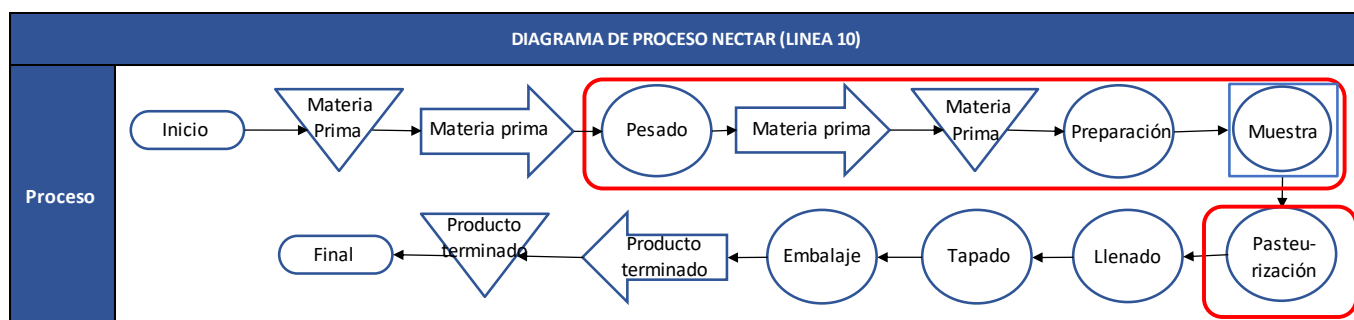
### Línea 10 y Línea 11

El proceso de línea 10 se reduce a comparación de las otras líneas, ya que, no tiene la operación del mixer ni el tanque aséptico, sin embargo, esta línea comparte los tanques y pasteurizador para elaborar productos alérgenos y no alérgenos, para realizar el cambio de producto se debe de tomar las medidas preventivas de inocuidad.

### Línea 10

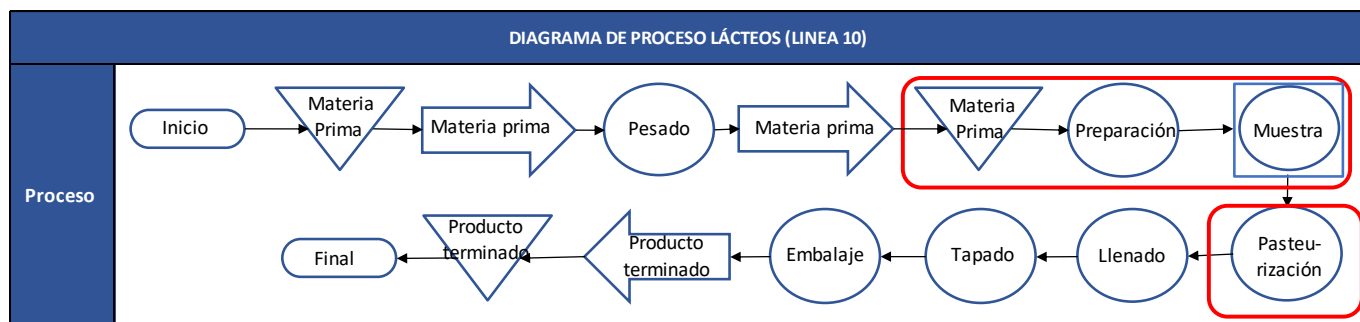
En esta línea se elabora productos lácteos (alérgenos) y néctares (no alérgenos) con un formato de 200 ml, ambos comparten los tanques, pasteurizador y llenadora. A continuación, se presenta el diagrama de procesos de ambos productos.

Figura 10 Diagrama de proceso no alérgenos de línea 10



Nota. Autora Gerlyn Mauris

Figura 11 Diagrama de proceso alérgenos de línea 10



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### *Elaboración de néctar*

Este proceso empieza desde el almacenamiento de materia prima en bodega de materiales, esta materia prima se encuentra almacenada ya sea en sacos, cajas, pichingas o estañones, utilizan pallets y montacargas para transporta dicha materia prima, dado que la bodega de materiales se encuentra muy retirada de la zona de preparación utilizan como medio de transporte un camión estándar.

Una vez que la materia prima está en la zona de preparación, el proceso comienza desde el almacenamiento temporal de materia prima en dicha zona, luego se realiza un traslado mediante una carretilla hidráulica hasta el área de pesado, donde se pesa según la receta únicamente la materia prima seca, en otras palabras, toda la materia prima que tenga contextura de polvo.

Para este proceso, se utilizan los dos tanque, primeramente se programa el tanque 1 con las especificaciones de la receta para la cantidad de agua y jarabe requerida, automáticamente el tanque se llena con la primera carga de agua y luego ingresa el jarabe, después se ingresan los demás ingredientes secos y húmedos, posteriormente se utiliza una bomba de pistón que transfieren la materia prima (Néctar) en estañones hasta el tanque, cuando se incorpora los ingredientes empieza el proceso de mezcla.

Una vez que lleve el tiempo estimado de mezcla procede a tomar la muestra para llevar al laboratorio y que verifique si cuenta con todas las propiedades o especificaciones requeridas, después trasladan el producto al segundo tanque.

Luego continúa con el proceso de pasteurización, una vez concluido pasa al proceso de llenado en tetrapak y luego pasa a sellado, posteriormente pasa al proceso de embalaje y luego se transporta para almacenar el producto en bodega de producto terminado.

### ***Elaboración de lácteos***

Este proceso empieza desde el almacenamiento de materia prima en bodega de materiales, esta materia prima se encuentra almacenada ya sea en sacos, cajas, pichingas o estañones, utilizan pallets y montacargas para transporta dicha materia prima, es importante indicar que el proceso y pesado se realiza actualmente en la zona de línea 9, ya que, cuentan con el espacio acondicionado para pesar este tipo de producto.

Una vez que la materia prima ya está pesada se traslada hasta la zona de preparación, donde modifican toda la zona para almacenar la materia prima, no se utiliza la misma zona de almacenamiento de los productos no alérgenos, es decir, adecuan una zona pequeña cerca de los tanques de línea 10y11 para almacenar.

Para este proceso se utilizan los dos tanques, primeramente, se programa el tanque 1 con las especificaciones de la receta se ingresan los ingredientes secos y húmedos.

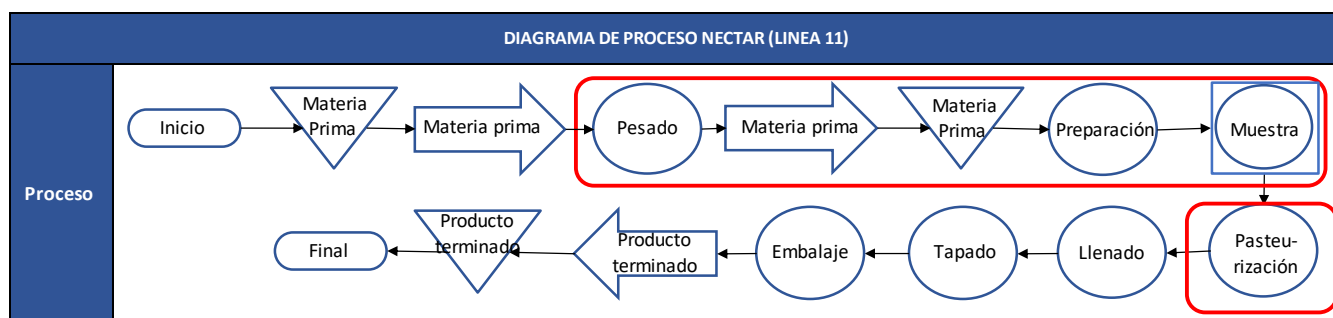
Una vez que lleve el tiempo estimado de mezcla procede a tomar la muestra para llevar al laboratorio y que verifique si cuenta con todas las propiedades o especificaciones requeridas, después trasladan el producto al segundo tanque.

Continúa con el proceso de pasteurización, una vez concluido pasa al proceso de llenado en tetrapak y luego pasa a sellado, posteriormente pasa al proceso de embalaje y luego se transporta para almacenar el producto en bodega de producto terminado.

### **Línea 11**

En esta línea se realiza únicamente Néctares (no alérgenos) ya que tiene un formato 330 ml, aunque utilice otra llenadora independiente a línea 10, aún sigue compartiendo los tanques y pasteurizador con los productos Lácteos (alérgenos), debido a esto se tiene que realizar el proceso preventivo de inocuidad.

Figura 12 Diagrama de proceso de línea 11



Nota.: Autora Gerlyn Mauris

Como se observa en la Figura 12 Diagrama de proceso de línea 11, es el mismo proceso de elaboración que línea 10, solamente que cambia de formato a 330 ml, a continuación, se detalla el proceso.

### *Elaboración de néctar*

Este proceso empieza desde el almacenamiento de materia prima en bodega de materiales, esta materia prima se encuentra almacenada ya sea en sacos, cajas, pichingas o estañones, utilizan pallets y montacargas para transporta dicha materia prima, dado que la bodega de materiales se encuentra muy retirada de la zona de preparación utilizan como medio de transporte un camión estándar.

Una vez que la materia prima está en la zona de preparación, el proceso comienza desde el almacenamiento temporal de materia prima en dicha zona, luego se realiza un traslado mediante una carretilla hidráulica hasta el área de pesado, donde se pesa según la receta únicamente la materia prima seca, en otras palabras, toda la materia prima que tenga contextura de polvo.

Para este proceso se utilizan los dos tanques, primeramente se programa el tanque 1 con las especificaciones de la receta para la cantidad de agua y jarabe requerida, automáticamente el tanque se llena con la primera carga de agua y luego ingresa el jarabe, después se ingresan los demás ingredientes secos y húmedos, posteriormente se utiliza una bomba de pistón que transfieren la materia prima (Néctar) en estañones hasta el tanque, cuando se incorpora los ingredientes empieza el proceso de mezcla.

Una vez que lleve el tiempo estimado de mezcla procede a tomar la muestra para llevar al laboratorio y que verifique si cuenta con todas las propiedades o especificaciones requeridas, después trasladan el producto al segundo tanque.

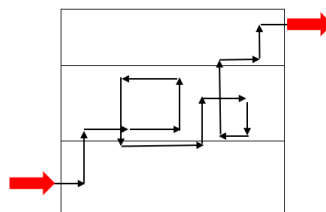
Continúa con el proceso de pasteurización, una vez concluido pasa al proceso de llenado en Tetrapak y luego pasa ha sellado, posteriormente pasa al proceso de embalaje y luego se transporta para almacenar el producto en bodega de producto terminado.

### Flujo o Recorrido

Las líneas de producción 1, 4 y 5 de cada producto elaborado en la zona de preparación, actualmente tienen patrones de flujo vertical, tal y como se observa en la Figura 13 Flujo vertical, diferente costado, es decir, tienen la entrada y salida por diferente nivel y costado, aunque las líneas de producción 10 y 11 también presenta patrones de flujo vertical estas tiene la entrada y salida por diferente nivel pero por el mismo costado, tal y como se observa en el ejemplo de la Figura 14 Flujo vertical, mismo costado.

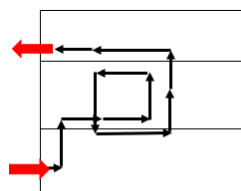
Además presentan un flujo cruzado en todas las líneas, dicho en otro modo, es cuando el flujo de un proceso interfiere con uno o más procesos, se puede notar un flujo no deseado en movimientos de materiales y flujos de producción, en esta caso las tuberías, ver ejemplo de la figura 11 flujo cruzado.

Figura 13 Flujo vertical, diferente costado



Nota. Autora Gerlyn Mauris

Figura 14 Flujo vertical, mismo costado



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### Metodología Systematic Layout Plant

Para el desarrollo de una distribución de planta se tiene diversas posibilidades entre ellas los modelos matemáticos de optimización, estos en mayoría plantea la minimización de recorridos de materiales y existen otros que están enfocados a combinar factores cuantitativos los cuales no están orientados a la optimización sino más bien se orientan basándose a satisfacer más que optimizar.

Entiendo que el problema de redistribución de planta es un problema de diseño, Richard Muther plantea los elementos que se deben considerar para el análisis.

#### Producto o Material

En la zona de preparación se elaboran los productos mencionados en la Figura 1 Familia de productos, por ende, esta zona recibe materia prima que se utiliza para dicha elaboración, es importante conocer las características físicas de la materia prima que entra en la zona, también conocer la unidad de carga y las condiciones de almacenamiento.

#### Características físicas

La presentación de esta materia prima se da en diferentes formas y tamaños, las cuales se puede apreciar en la siguiente Tabla 14 Características físicas de materia prima.

Tabla 14 Características físicas de materia prima

Presentaciones	Peso
Sacos	25 kg
	1,15kg
	22,68 kg
Cajas	25kg
Pichingas	20kg
	1,8 kg
Estañones	229 kg

Presentaciones	Peso
	265 kg

Nota. Autora Gerlyn Mauris

### Unidad de carga

La unidad de carga es como se transporta la materia prima por la zona de preparación, de acuerdo con la Tabla 14 Características físicas de materia prima, la misma se traslada dentro de la zona de preparación en pallets de plástico de 1.00 m x 1.22 m y carretilla hidráulica.

### Condiciones de almacenamiento

Actualmente, por la distribución de equipos y áreas actualmente, se cuenta con bajas condiciones de almacenamiento de materia prima, aunque cumple con las especificaciones citadas por las normas de inocuidad, no tiene una suficiente capacidad de almacenamiento. En la zona de preparación se encuentran los siguientes tipos de almacenamiento:

#### Almacenamiento a piso.

En esta área se colocan la materia prima que viene en cajas, sacos y algunos estañones en el respectivo pallet de plástico, se indica algunos estañones ya que hay tipos de pulpas de frutas que necesitan estar refrigeradas ya que no son asépticas.

Figura 15 Almacenamiento a piso



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### **Cámara fría**

Aquí se almacena las pichingas de aromas y los estañones que no son asépticas, en esta área también se cuenta con racks de almacenamiento.

Figura 16 Cámara fría



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### **Racks de almacenamiento**

Son utilizados únicamente para la materia prima ya pesada, la funcionalidad de contar con este tipo de almacenamiento es la flexibilidad que tiene el rack de adecuarse a la necesidad de producción, se puede considerar una estrategia de control de producto en proceso

Figura 17 Racks



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### **Cantidad o Volumen**

La cantidad o volumen hace referencia a la demanda, esto para tener un estimado de la cantidad de productos que se van a elaborar en la zona de preparación, esto es de suma importancia, ya que, es la base fundamental del análisis de distribución a partir de la relación de actividades, dado que presenta variedad de productos y cantidades se desarrolla el análisis PQ y la clasificación ABC.

#### **Análisis PQ y clasificación ABC**

Para el análisis PQ y clasificación ABC, se toma la proyección de la demanda de los productos que se elaboran en la zona de preparación, la empresa brinda dicha proyección desde el 6 de agosto del 2018 hasta el 29 julio del 2019.

Tabla 15 Demanda proyectada 2018-2019

Demanda del 6/8/2018 al 29/7/2019			
Jugos	11 585 744	Tés	42 479 138
Refrescos	5 915 927		
Néctar	1 900 00	Lácteos	443 658

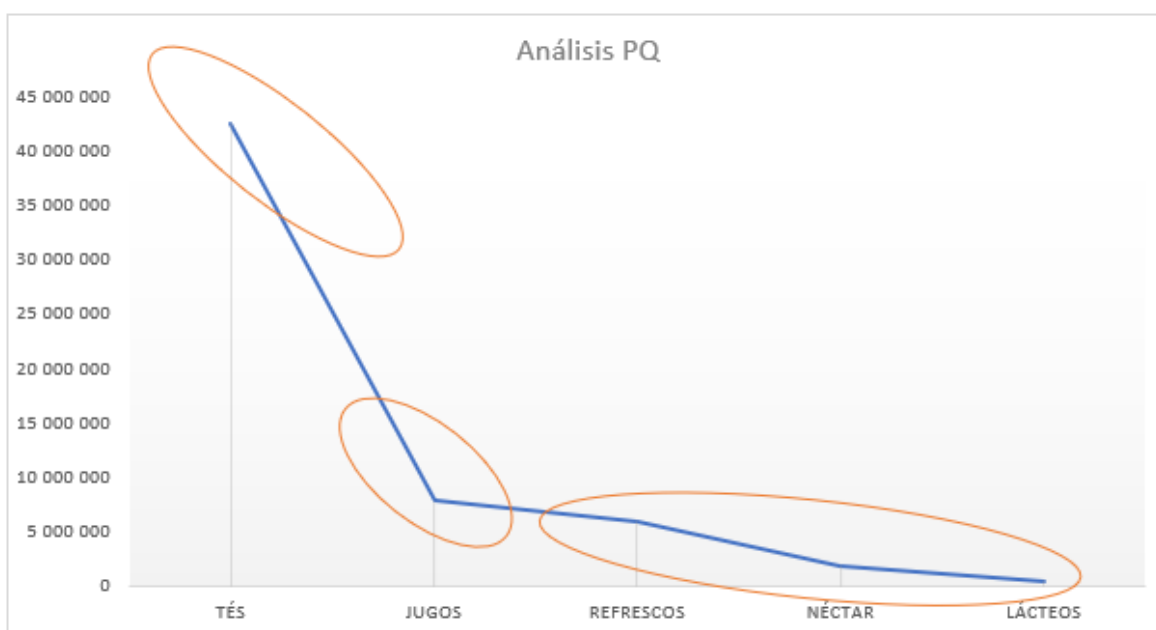
Nota. Autora Gerlyn Mauris

La Tabla 15 Demanda proyectada 2018-2019, es representada por una demanda aproximada de once meses, se obtiene la sumatoria en litros por producto de cada familia, ver anexo 1, con esta información se puede ver ampliamente qué producto está dominando en el próximo periodo de tiempo.

#### **Análisis de producto-cantidad**

El análisis producto–cantidad ayuda a recomendar el tipo de distribución adecuada para cada producto basándose en la demanda proyectada de los once meses y se desarrolla con base en la información de la Tabla 15 Demanda proyectada 2018-2019.

Figura 18 Análisis producto - Cantidad



Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la interpretación de la Figura 18 Análisis producto - Cantidad, sugiere que para la familia de tés se debe tener una distribución por producto o cadena, es decir, el producto recorre la línea de producción de una estación a otra sometido a las operaciones necesarias, este tipo de distribución es la adecuada para la fabricación de grandes cantidades.

Para la familia de jugos se recomienda una distribución combinada, en otras palabras, para este producto se puede optar por una distribución por producto o por posición fija, ya que se adapta fácilmente a una demanda intermitente.

En la familias de refrescos, néctares y lácteos el volumen de producción pronosticada es baja, se recomienda una distribución por posición fija, esto ocasiona que el material base o principal componente del producto final permanezca inmóvil es una posición determinada. De forma que el recurso que sufra los desplazamientos sea el personal.

### **Clasificación ABC**

Dado que la zona de preparación elabora diferentes productos y el análisis de producto – cantidad recomienda diferentes tipos de distribución de planta para cada familia, se procede a realizar una clasificación ABC, para identificar cuáles son las prioridades, no es necesario involucrar todos los productos dentro de los análisis, fundamentalmente la clasificación ABC lo que pretende es

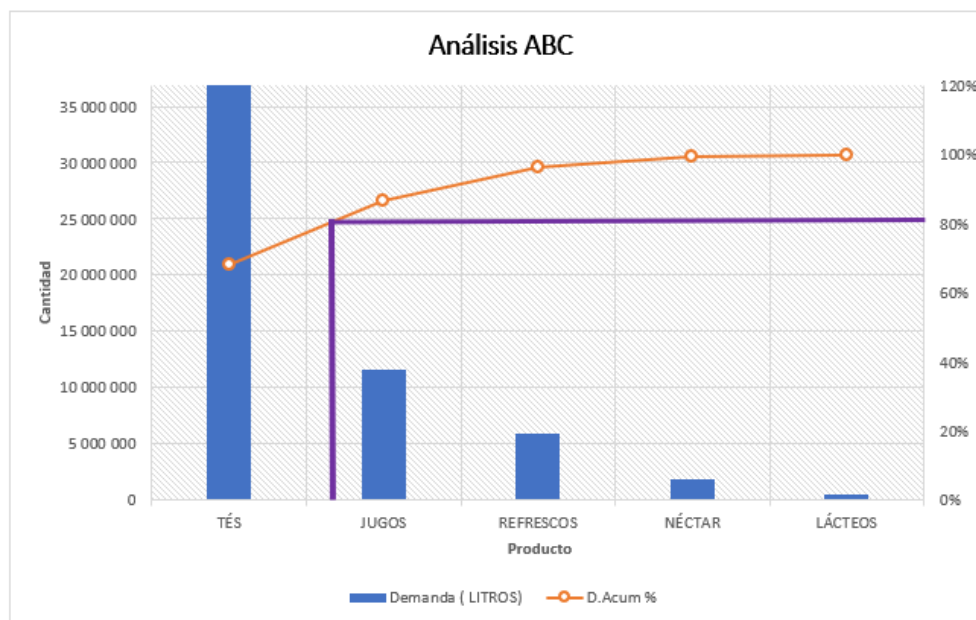
concentrar todos los esfuerzos de análisis y desarrollo de la distribución solo en aquellos productos cuyo volumen es el mayor, ya que, son los que determinan finalmente la mejor forma de distribuir la planta.

Tabla 16 Clasificación ABC

Productos	Demanda (Litros)	Demanda acumulada	Porcentaje	Demanda acumulada %	ABC
Tés	42 479 138	42 791 138	68%	68%	A
Jugos	11 585 744	54 064 883	19%	87%	B
Refrescos	5 915 927	59 980 810	9%	96%	C
Néctar	1 900 000	61 880 810	3%	99%	C
Lácteos	443 658	62 324 468	1%	100%	C
Total	62 324 468		100%		

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Figura 19 Clasificación ABC



Nota. Autora Gerlyn Mauris

Con base en la Figura 19 Clasificación ABC, se puede observar que el producto que llega a cubrir el 80% del volumen de la materia prima que va a circular por la zona de preparación según la demanda proyectada brindada por la empresa es solamente la familias de los té, se puede decir que al concentrar los esfuerzos en diseñar una planta que se oriente atender las necesidades de flujo y transporte de este producto sería suficiente, ya que se está atendiendo más del 80% del flujo.

### Servicios de Apoyo

Estos servicios se refieren a los servicios industriales, todo elemento que no participa directamente en la elaboración del producto o en el procesamiento de los materiales, pero son elementos importantes para considerar dentro de la distribución de la planta o de los espacios de trabajo ya que ofrecen apoyo a las actividades productivas o a los equipos que participan en estas actividades, en la zona de preparación se presenta los siguientes servicios de apoyo:

#### Sistema de limpieza en sitio o sus siglas en Inglés (CIP)

Este servicio de apoyo se presenta únicamente para el inicio y fin del envasado en cada línea de producción, es un sistema que procede hacer el CIP en todos los equipos que forman parte de la línea, a continuación, se presenta la duración del CIP por cada una de las líneas.

Tabla 17 CIP

Líneas	Inicio	Fin
Línea 1	4hrs	2hrs
Línea 4	2hrs	2hrs
Línea 5	3hrs	1hr
Línea 10	4hrs	4hrs
Línea 11	4hrs	4hrs

Nota: Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas

En la Tabla 17 CIP, se establece la duración de CIP en cada línea de producción, este CIP se da cada vez que arranque la línea y cuando termina, teniendo en cuenta que las líneas generalmente terminan los sábados a las 10:00 pm y arrancan los domingos a las 6:00pm.

En el caso de Línea 10 se presenta otro CIP por cambio de productos, es decir, de lácteos-Néctar o Néctar- Lácteos, ya que esta línea es compartida, la duración del CIP cambia dependiendo del Sabor.

-Lácteos a néctar: 12 horas.

-Néctar a lácteos: 4 horas.

También se debe tomar en cuenta para esta línea y la línea 11 se realiza un CIP cada 48 horas, de una duración de 3 horas para néctar y 3 horas para lácteos.

### Sistema de limpieza fuera de lugar por sus siglas en Inglés (COP)

Este procedimiento se da únicamente en el área de refrescos, donde se encuentran los equipos de preparación para línea 4 y 5, el procedimiento de esta limpieza se da en forma manual en las tuberías, al utilizar químicos para dicho proceso, se realiza un diagrama analítico, donde se puede ver los movimientos y la toma de tiempos.

Figura 20 Diagrama analítico COP

ESTUDIO ANALÍTICO						
Nombre de la empresa: Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas						
Zona / Departamento: Zona de preparación						
Proceso: COP Tampico						
Descripción	Tiempo segundos	○	□	⇒	▽	Observaciones
Buscar la herramineta y la carretilla en la zona de pesado para abrir las tapas de los tres tanques	60			●		La herramienta que utilizan es una llave francesa
Desarmar el filtro del sistema de circulación	650	●				Utilizando la llaven realizan el proceso manual
Desarmar el cono de micro ingrediente	840	●				Este proceso de igual forma es manual
Desarmar la válvula 114	420	●				Utilizando la llaven realizan el proceso manual
Se coloca las partes de cada sector en una carretilla llena de químico	300			●		La carretilla es metálica y los químicos que utilizan es enforce LP
Se realiza el lavada profundo de cada pieza	1,800	●				
Se llama a laboratorio para que realicen de asopados a las piezas ya limpias	300			●		Los compañero de laboratorio, llegan hasta la zona de preparación para realizar la inspección, si el resultado sale negativo se pasaría al paso de armar nuevamente, si es positivo se realiza nuevamente el lavado.
Armar el filto	780	●				
Armar el cono de micro ingrediente	960	●				
Armar la válvula	300	●				
<b>Total</b>	<b>6410</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Total</b>

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Se determina en la Figura 20 Diagrama analítico COP, que para el proceso el equipo de filtro para el sistema de circulación, en el cono de micro ingredientes y en la válvula 114, todo este proceso lo realiza un solo operador, donde se presenta siete operaciones con una duración de 5 750 segundos, esto equivale a 96 minutos y se presenta dos desplazamientos de 360 segundos o 6 minutos y una inspección por parte del laboratorio de 300 segundos o 5 minutos, teniendo toda el proceso un tiempo estimado de 2 horas, este proceso lo realizan generalmente los sábados o viernes.

### **Enjuagues**

Los enjuagues se presentan para cambios de formatos y cambios de sabor en las mismas líneas de producción.

Tabla 18 Enjuagues

Líneas	Cambio de formato	Cambio de sabor
Línea 1	6hrs	1hr
Línea 4	1hr	3hrs
Línea 5	-	3hrs
Línea 10	-	90 min
Línea 11	-	90 min

Nota: Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas

En la

Tabla 18 Enjuagues, se puede observar que las líneas 5, 10 y 11 no tienen cambio de formato, ya que solo manejan un único formato, ver Tabla 9 Productos.

### **Estrategia de Campo**

Como requerimiento por parte de la empresa interesada, se realiza una estrategia de campo en la zona de preparación, donde se pretende crear un escenario teórico de producción basado en el cuello de botella, utilizando el formato más grande de cada línea, esto ayudará a generar las condiciones de espacio que permitan y aseguren la aplicación.

## Planeación

La planeación de la producción en un escenario teórico de lo que podría en realidad producir, para esto se debe encontrar el cuello de botella, como parte de la estrategia se utilizará el formato más grande de cada línea de producción y se determinará la capacidad teórica de la misma, de esta forma se establece el plan maestro de producción teórico (PMPT) y requerimiento de materiales teórico (MRP1).

Con base a la Tabla 9 Productos, se procede a indicar el formato asignado para cada línea de producción, tal y como se observa en la siguiente Tabla 19 Formatos.

Tabla 19 Formatos

Líneas	Formatos	Productos
Línea 1	3 l	Refresco
	2,5 l	Tés / Jugos
Línea 4	2, 5 l	Refresco
Línea 5	6 l	Tés
Línea 9	1 l	Tés
Línea 10	200 ml	Lácteos
Línea 11	330 ml	Néctar

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 19 Formatos, se observa que en línea 1 aparte de tomar el formato más grande, se toma en cuenta el formato 2,5 L de té, ya que ese producto es la mayor dominante según la clasificación ABC, de las demás líneas solo se toma un solo formato, una vez ya establecido el tipo de formato por utilizar, se determina en todas las líneas de producción la llenadora como el cuello de botella para calcular la capacidad real y capacidad teórica.

Con base en la Tabla 19 Formatos, se establece la velocidad actual y la velocidad teórica de cada llenadora de las líneas de producción, esta información es brindada por la empresa.

Tabla 20 Velocidad de la llenadora

Líneas	Formato	Velocidad llenadora Teórica (botella/hora)	Velocidad llenadora Real Actual (botella/hora)	Eficiencia	Diferencia entre Velocidad teórica y real (botella/hora)	Diferencia en eficiencia de un 100%
Línea 1	3 L	4 100	2 500	61,0%	1600	39%
	2,5 L	5 000	3 450	56,0%	1550	44%
Línea 4	2,5 L	3 800	2 150	56,6%	1650	43.4%
Línea 5	6 L	2 000	1 325	66,3%	675	33.7%
Línea 9	1L	14 300	5 200	36,4%	9100	63.6%
Línea 10	200 ml	7 500	7 500	-	0	
Línea 11	330 ml	9 000	9 000	-	0	
Promedio					2 082	31.95%

Notas: Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas

En la Tabla 20 Velocidad de la llenadora, se revela que las líneas tienen una diferencia entre la velocidad real y velocidad teórica de 2 082 botella/hora en promedio, esto evidencia que falta un 31.95% en promedio para cumplir el 100% de la capacidad teórica

Para línea 10 y 11 la velocidad de la llenadora se está cumpliendo teóricamente, ya que este equipo solo tiene esa velocidad, se incluye Línea 9, ya que, la zona de preparación pesa la materia prima de esta línea.

Se lleva a cabo un cálculo de capacidad teórico por preparación de todas las estaciones de cada línea, para determinar el cuello de botella en litros por hora.

Tabla 21 Capacidad teórico

Estaciones	Línea 1 (3L)	Línea 1 (2,5L)	Línea 4 (2,5L)	Línea 5 (6L)	Línea 9 (1L)	Línea 10 (200ml)	Línea 11 (300ml)
Tanques (litros)	4 000	4 000	16 000	16 000	-	8 000	8 000
Mixer (litros/hora)	12 300	12 500	-	-	-	-	-
Pasteurizador(litros/hora)	13 888	13 888	1 480	1 980	-	4 020	4 020
Tanque aséptico (litros)	2 500	2 500	16 000	16 000	-	-	-
Tanque llenador (litros)	2 500	2 500	15 000	15 000	-	-	-
Llenador (botellas/ horas)	4 100	5 000	3 800	2 000	14 300	7 500	9 000
Taponador(botellas/horas)	4 100	5 000	3 800	2 000	14 300	7 500	9 000
Etiquetado(botellas/horas)	4 100	5 000	3 800	2 000	14 300	7 500	9 000
Embalaje(botellas/horas)	4 100	5 000	3 800	2 000	14 300	7 500	9 000
Capacidad Teórica (botellas/horas)	4 100	5 000	3 800	2 000	14 300	7 500	9 000
Capacidad Teórica (Litros/horas)	12 300	12 500	9 500	12 000	14 300	1 500	4 020

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Para la interpretación de la Tabla 21 Capacidad teórico, se establece la llenadora como el cuello de botella, dado que la línea se balancea de acuerdo con esta, la velocidad es de botellas/hora y el dato que se necesita debe ser en litros/horas, para esto se debe multiplicar para cada línea las botellas/hora del llenador por el formato, tal y como se explica en el ejemplo:

-Línea 1:  $4100 \text{ (botellas/horas)} \times 3 \text{ Litros} = 12300 \text{ Litros/horas}$

Con este dato se determina cuántos litros necesita para cumplir con la capacidad teórica de línea 1, se debe tener presente que esta línea es la única que prepara concentrados ya que el mixer completa

la receta con jarabe, concentrado y más agua, esto aumenta los litros, en cambio las demás líneas hacen el jugo y pasa del tanque directo al llenador.

La zona de preparación debe tener la capacidad de recibir materia prima y responder con los litros/hora, con la información de la Tabla 21 Capacidad teórico, se puede conocer la cantidad de preparaciones teóricas que necesitan por semana, teniendo presente que el cuello de botella trabaja por hora, las estaciones antes del mismo deben tener un tiempo estándar de 1 hora o 60 minutos para cumplir, además, contemplando el tiempo de operación del llenador de 24/7, se desea encontrar la cantidad de preparaciones según la capacidad teórica de la llenadora.

Tabla 22 Preparaciones (teórico)

Línea	Tiempo estándar (60min)	Cantidad de preparación día	Cantidad de preparación semana	Llenadora Litros/día	Llenadora Litros/semana	Unidades por día	Unidades por semana
Línea 1 (3L)	60	24	168	295 200	2 066 400	98 400	688 800
Línea 1 (2,5L)	60	24	168	300 000	2 100 000	120 000	840 000
Línea 4 (2,5L)	60	24	168	228 000	1 596 000	91 200	638 400
Línea 5 (6L)	60	24	168	288 000	2 016 000	48 000	336 000
Línea 9 (1L)	60	24	168	343 200	2 402 400	343 200	2 402 400
Línea 10 (0.2L)	60	24	168	36 000	252 000	180 000	1 260 000

Línea	Tiempo estándar (60min)	Cantidad de preparación día	Cantidad de preparación semana	Llenadora Litros/día	Llenadora Litros/ semana	Unidades por día	Unidades por semana
Línea 11 (0.33L)	60	24	168	71 280	498 960	216 000	1 512 000

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 22 Preparaciones (teórico), se establece que el llenador puede recibir de línea 1 un total de 24 preparaciones por día, para saber cuántas preparaciones se necesitan por semana se multiplica por los días de operación, en este caso 7 días, esto da como resultado 168 preparaciones por semana, se toma como referencia el formato de 3L de línea 1, si un día equivale a 24 preparaciones, para determinar los litros por día se debe multiplicar por 12 300litros/ hora que recibe la llenadora esto da 295 200 litros/ día, si este resultado se vuelve a multiplicar por las 168 preparaciones por semana, se obtiene que la llenadora recibirá 2 066 400 litros/ semana, se transforma a litros / semana a unidades/semana, se tiene una producción de 688 800 unidades/ semana, esto se aplica para cada una de las líneas y se obtiene las unidades producidas por semana.

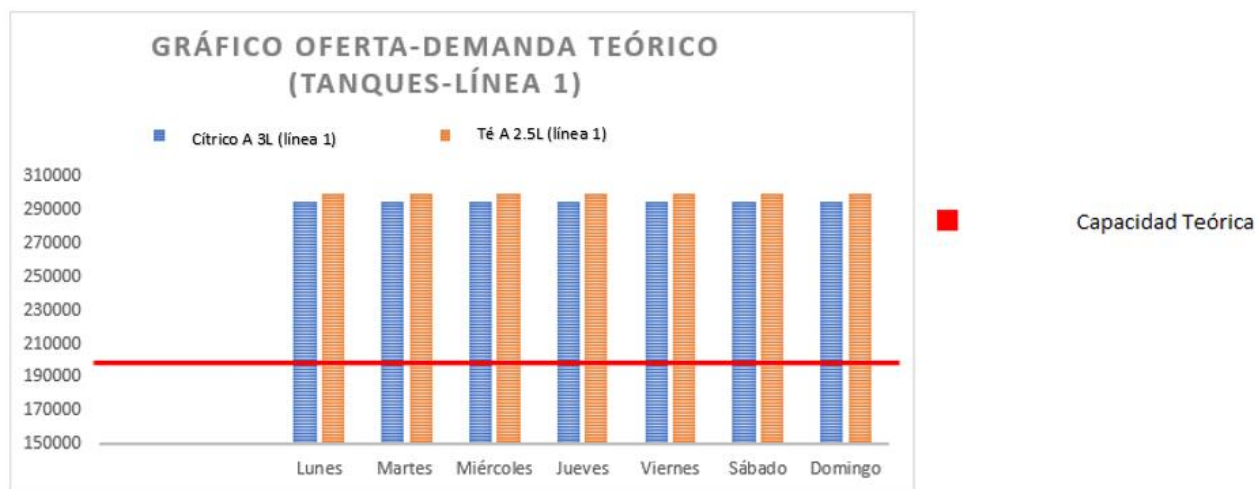
### **Oferta-demanda**

Para realizar los gráficos de oferta- demanda se basa en la capacidad teórica de los tanques que se encuentran en la zona de preparación, ya que, la demanda la impone la llenadora y la oferta es el servicio que puede dar la zona de preparación, como está zona da servicio en litros, es necesario transformar las unidades por día que la llenadora teóricamente puede hacer y pasar dichas unidades a litros.

#### **Línea 1**

Teniendo en cuenta que para línea 1 se necesita elaborar dos tipos de productos, y la demanda teórica por día es de 12 300 litros/hora.

Figura 21 Gráfico oferta-demanda de línea 1 (teórico)



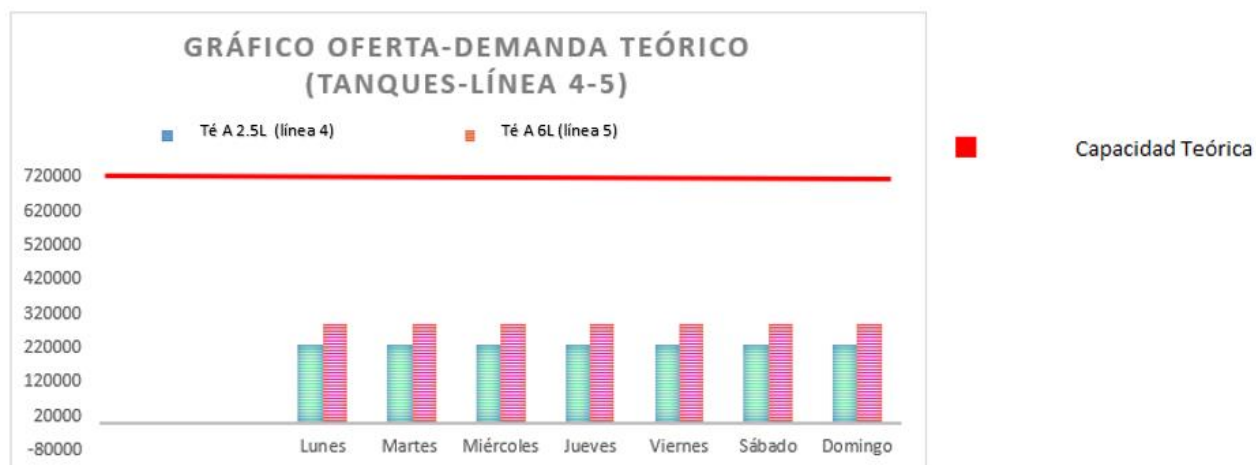
Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Figura 21 Gráfico oferta-demanda de línea 1 (teórico), se tiene en cuenta que línea 1 en la zona de preparación, tiene dos tanques de 4000 litros cada uno, eso quiere decir que tiene a la disposición 8000 litros, ya que, utilizan los dos tanques de forma secuencial, es decir, mientras un tanque tenga una preparación y esté dando servicio a la llenadora, el otro tanque lo utilizan para adelantar la otra preparación y así sucesivamente, esto quiere decir que esta línea tiene una capacidad teórica en tanques de 192 000 litros por cada 24 preparaciones, aun así esta cantidad de litros no sería suficiente, ya que, la llenadora tiene una capacidad de 295 200 litros por cada 24 preparaciones, aquí es donde el proceso del mixer agrega los litros demás en agua, cumpliendo con la capacidad de la llenadora, recordando que línea 1 en la zona preparación no hace el jugo sino un concentrado.

Para efecto de realizar ambos productos en línea 1, es importante tener en cuenta que comparten tanto los tanques de preparación como la llenadora, por este motivo se asigna un 50% de utilización de los equipos, es decir, de la capacidad teórica de la llenadora se elaborará la mitad de cada uno de los productos.

## Línea 4 y línea 5

Figura 22 Gráfico oferta-demanda de línea 4 y línea 5 (teórico)



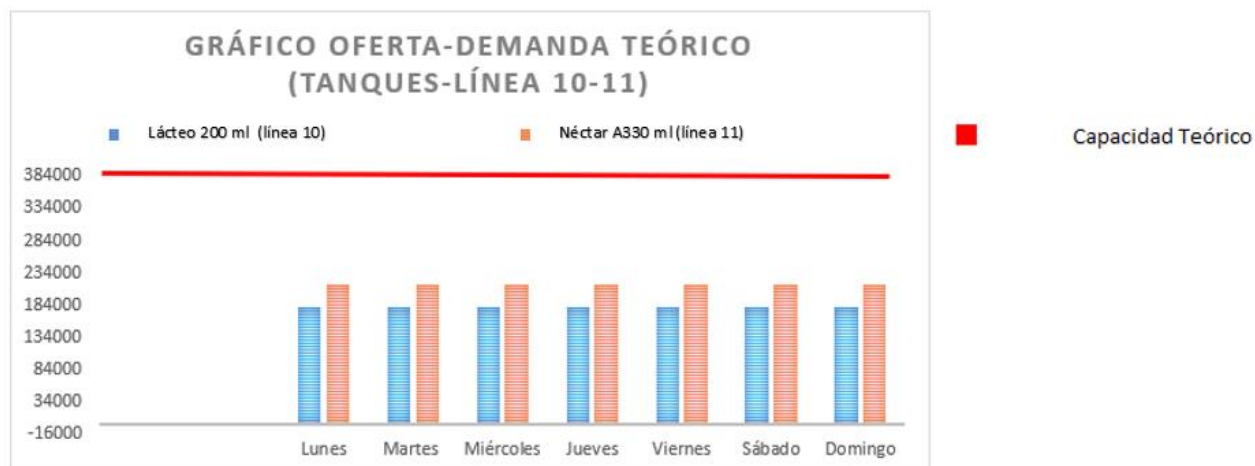
Nota: Gerlyn Mauris

En la Figura 22 Gráfico oferta-demanda de línea 4 y línea 5 (teórico), se tiene que tener en cuenta que las líneas 4 y 5 comparten los tanques de preparación, es decir, los productos que se elaboran tanto para línea 4 como para línea 5, se preparan en los tanques de 16 000 litros, actualmente la zona de preparación cuenta con dos tanques para elaborar los productos, teniendo a disposición de ambas líneas 768 000 litros por cada 24 preparaciones, por ende, tal y como se enseña en el gráfico la zona de preparación tendría la capacidad de cumplir la capacidad teórica de ambas líneas.

Pero dado a que se comparte los tanques a diferentes productos con distintos formatos, es necesario asignar un porcentaje de utilización, porque si es cierto que los tanques cumplen las capacidades, pero con diferentes tiempos de utilización, es por eso que se asigna un 50% a cada producto y se elaboran en distintos días.

## Línea 10 y línea 11

Figura 23 Gráfico oferta-demanda de línea 10 y línea 11 (teórico)



Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Figura 23 Gráfico oferta-demanda de línea 10 y línea 11 (teórico) Se toma en cuenta que ambas líneas comparten los tanques de preparación, en otras palabras, línea 4 prepara su producto en los mismos tanques de línea 11, dichos tanques tiene una capacidad de 8 000 litros, en la zona de preparación existen dos tanques, entonces se puede dar 384 000 litros de servicio para ambas líneas, por ende, se puede cumplir con la demanda de la capacidad teórica de la llenadora, tal y como se observa en el gráfico.

Pero dado a que se comparte los tanques a diferentes productos con distintos formatos, es necesario asignar un porcentaje de utilización, porque si es cierto que los tanques cumplen las capacidades, pero con diferentes tiempos de utilización, por lo que se asigna un 50% a cada producto y se elaboran en distintos días.

### Selección de producto

Para establecer el plan maestro de producción teórico, primero se debe determinar qué producto tiene mayor impacto en la demanda, siempre tomando en cuenta lo indicado en la Tabla 19 Formatos y sin dejar de lado el resultado de la Figura 19 Clasificación ABC, donde la familia de té es la más dominante.

**Línea 1**

Tabla 23 Selección de producto línea 1

Familia	Producto	Formato (litros)	Litros
Tés	Té A	2.5	12,391,163
Tés	Té B	2.5	10,878,407
Tés	Té C	2,5	6,848,940
Refresco	Cítrico A	3	2,837,862

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 23 Selección de producto línea 1, se puede observar que el producto de la familia de té más representativo es el Té A de 2,5 litros, sin embargo, el cítrico A de la familia de refresco tiene el formato más grande de la línea, por ende, se tomará en cuenta ambos productos.

**Línea 4**

Tabla 24 Selección de producto línea 4

Familia	Producto	Formato (litros)	Litros
Refresco	Cítrico A	2,5	2,837,862

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 24 Selección de producto línea 4, solamente contempla de la familia de refresco el cítrico A, ya que, esa línea únicamente maneja esa familia.

**Línea 5**

Tabla 25 Selección de producto línea 5

Familia	Producto	Formato (litros)	Litros
Tés	Té A	6	12,391,163
Tés	Té B	6	10,878,407

Familia	Producto	Formato (litros)	Litros
Tés	Té C	6	6,848,940

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 25 Selección de producto línea 5, se visualiza que el producto dominante en la familia de tés es el Té A con el formato de 6 litros, dado que esta línea actualmente produce para esta familia con ese único formato.

### Línea 9

Tabla 26 Selección de producto línea 9

Familia	Producto	Formato (litros)	Litros
Tés	Té A	1	1,781,630
Tés	Té C	1	933,914
Tés	Té B	1	1,560,384

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 26 Selección de producto línea 9, se observa que el producto con mayor demanda es el Té A del formato de 1 litro.

### Línea 10

Para esta línea, se establece que el producto sea un alérgeno, dado que la empresa no brinda la demanda proyectada de cada producto, sino, el total de todos los productos, se determina que el producto por utilizar para el plan maestro en Lácteo A.

### Línea 11

Tabla 27 Selección de producto línea 11

Familia	Producto	Formato (litros)	Litros
Néctar	Néctar A	0,330	516,800

Nota. Autora Gerlyn Mauris



Plan Maestro de Producción Teórico								
Línea 10								
Presentación	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Lácteo A caja				60 000	180 000	180 000	18 000	600 000
Línea 11								
Presentación	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Néctar A 330ml	216 000	216 000	216 000	108 000				756 000

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 28 Plan maestro de producción teórico, contemplando el porcentaje de asignación de utilización de tanques de un 50% para las líneas 1, 4, 5, 10, 11 y la capacidad teórica de la llenadora, además, el enfoque del análisis de clasificación ABC, teniendo como prioridad el producto que más va circular por la zona de preparación, se detalla todo el plan de producción teórico de una semana.

#### **Requerimiento de materia prima teórico (MRPT1)**

El requerimiento de materiales se realiza con base en el plan de producción teórico, ya que es la cantidad de materia prima que se necesita, para cumplir dicha producción.

Tabla 29 Requerimientos de materia prima teórico

<b>Formato</b>	<b>Cítrico A 3l (Línea 1)</b>	<b>Unidad básica de materia prima</b>	<b>Cantidad de materia prima por día</b>	<b>Cantidad de materia prima por semana</b>	<b>Unidades de materia prima por día</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>	<b>Unidades de materia prima por semana</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>
Estañón	Base	229 kg	2 228,76 kg	15 601,32kg	9,793	10	68,13	69
Sacos	Ácido Ascórbico	25 kg	66,27kg	463,9068kg	2,65	3	18,56	19
Cajas	Base	1,515 kg	14,61kg	102,27 kg	9,65	10	67,52	68
Cajas	Sorbato de Potasio	25 kg	44,87kg	314,0928kg	1,79	2	12,56	13
Cajas	Goma Xanthan	25 kg	80,00kg	559,9944kg	3,20	4	22,40	23
<b>Total</b>			<b>2 434,51 kg</b>	<b>17 041,58kg</b>		<b>29 und</b>		<b>192 und</b>
<b>Formato</b>	<b>Té A (Línea 1)</b>	<b>Unidad básica de materia prima</b>	<b>Cantidad de materia prima por día</b>	<b>Cantidad de materia prima por semana</b>	<b>Unidades de materia prima por día</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>	<b>Unidades de materia prima por semana</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>

Estañón	Concentrado melocotón	265 kg	312, 45kg	2 187,25 kg	1,18	2	8,25	9
Saco	Ácido ascórbico	25 kg	45kg	315kg	1,80	2	12,60	13
Saco	Extracto té	25 kg	192kg	1 344kg	7,68	8	53,76	54
Caja	Extracto de té	25 kg	48kg	336kg	1,92	2	13,44	14
Caja	Té	25 kg	79,95kg	559,65kg	3,20	4	22,39	23
Saco	Ácido cítrico	25 kg	160,95kg	1 126,65kg	6,44	7	45,07	46
Caja	Benzoato de sodio	25 kg	22,05kg	154,35kg	0,88	1	6,17	7
Saco	Sorbato de potasio	25 kg	22,05kg	154,35kg	0,88	1	6,17	7
Caja	Goma xanthan	25 kg	4,5	31,5kg	0,18	1	1,26	2
Saco	Ácido málico	25 kg	42,3kg	296,1kg	1,69	2	11,84	12
Estañón	Antiespumante	200 kg	7,5kg	52,5kg	0,04	1	0,26	1
Caja	azúcar	25 kg	18,15kg	127,05kg	0,73	1	5,08	6
Pichinga	Aroma	20 kg	106,65kg	746,55kg	5,3325	6	37,33	38

<b>Total</b>			<b>1 061,55 kg</b>	<b>7 430,85 kg</b>		<b>38</b>		<b>232</b>
<b>Formato</b>	<b>Cítrico B 2,5L (Línea 4)</b>	<b>Unidad básica de materia prima</b>	<b>Cantidad de materia prima por día</b>	<b>Cantidad de materia prima por semana</b>	<b>Unidades de materia prima por día</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>	<b>Unidades de materia prima por semana</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>
Estañón	Base	229 kg	3 448,613kg	24 140,290kg	15,06	16	105,42	106
Caja	Sorbato de Potasio	25 kg	69,273kg	484,914kg	2,77	3	19,40	20
Caja	Base	25 kg	22,890kg	160,232kg	0,92	1	6,41	7
Caja	Goma Xanthan	25 kg	123,487kg	864,412kg	4,94	5	34,58	35
Saco	Ácido ascórbico	1,15 kg	102,404kg	716,829kg	89,05	90	623,33	624
<b>Total</b>			<b>3 766,66 kg</b>	<b>26 366,67kg</b>		<b>115</b>		<b>792</b>
<b>Formato</b>	<b>Té B 6I (Línea 5)</b>	<b>Unidad básica de materia prima</b>	<b>Cantidad de materia prima por día</b>	<b>Cantidad de materia prima por semana</b>	<b>Unidades de materia prima por día</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>	<b>Unidades de materia prima por semana</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>
Estañón	Concentrado	265 kg	599,904kg	4 199,328kg	2,26	3	15,85	16

Caja	Ácido ascórbico	25 kg	86,4kg	604,8kg	3,46	4	24,19	25
Caja	Extracto té	25 kg	368,64kg	2 580,48kg	14,75	15	103,22	104
Caja	Extracto de té	25 kg	92,16kg	645,12kg	3,69	4	25,80	26
Caja	Té nacional	25 kg	153,504kg	1 074,528kg	6,14	7	42,98	43
Saco	Ácido cítrico	25 kg	309,024kg	2 163,168kg	12,36	13	86,53	87
Caja	Benzoato de sodio	25 kg	49,824kg	348,768kg	1,99	2	13,95	14
Caja	Sorbato de potasio	25 kg	49,824kg	348,768kg	1,99	2	13,95	14
Caja	Goma xanthan	25 kg	8,64kg	60,48kg	0,35	1	2,42	3
Saco	Ácido málico	25 kg	81,216kg	568,512kg	3,25	4	22,74	23
Estañón	Antiespumante	200 kg	14,4kg	100,8kg	0,07	1	0,50	1
Caja	Azúcar	25 kg	34,848kg	243,936kg	1,39	2	9,76	10
Pichinga	Aroma	20 kg	204,768kg	1 433,376kg	10,23	11	71,67	72
<b>Total</b>			<b>2 053, 15kg</b>	<b>14 372,06 kg</b>		<b>69</b>		<b>438</b>

Formato	Té C Litro (Línea 9)	Unidad básica de materia prima	Cantidad de materia prima por día	Cantidad de materia prima por semana	Unidades de materia prima por día	Unidades Redondeadas	Unidades de materia prima por semana	Unidades Redondeadas
Estañón	Concentrado	265 kg	714,500kg	5 001,500kg	2,696	3	18,873	19
Saco	Ácido ascórbico	25 kg	102,960kg	720,720kg	4,118	5	28,82	29
Caja	Extracto Té	25 kg	439,240kg	3 074,680kg	17,570	18	122,987	123
Caja	Extracto Té	25 kg	109,810kg	768,670kg	4,392	5	30,746	31
Caja	Té nacional	25 kg	183,020kg	1 281,140kg	7,321	8	51,245	52
Sacos	Ácido Cítrico	25 kg	368,120kg	2 576,840kg	14,725	15	103,07	104
Caja	Goma Xanthan	25 kg	10,460kg	73,220kg	0,418	1	2,92	3
Saco	Ácido Málico	25 kg	96,650kg	676,550kg	3,866	4	27,06	28
Estañón	Antiespumante	200 kg	17,160kg	120,120kg	0,086	1	0,60	7
Caja	Azúcar	25 kg	41,560kg	290,920kg	1,662	2	11,63	12
Pichinga	Aroma	20 kg	244,02 kg	1 708,14kg	12,201	13	85,40	86

<b>Total</b>			<b>2 327,500kg</b>	<b>16 292,500kg</b>		<b>73</b>		<b>494</b>
<b>Formato</b>	<b>Lácteo A caja (Línea 10)</b>	<b>Unidad básica de materia prima</b>	<b>Cantidad de materia prima por día</b>	<b>Cantidad de materia prima por semana</b>	<b>Unidades de materia prima por día</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>	<b>Unidades de materia prima por semana</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>
Saco	Fosfato	22,68 kg	24,732 kg	173,124kg	1,09	2	7,633	8
Saco	Leche en polvo	25 kg	1 825,884 kg	12 781,188kg	73,04	74	511,248	512
Saco	Leche descremada en polvo	25 kg	814,896 kg	5 704,272kg	32,60	33	228,171	229
Caja	Premezcla	25 kg	2,772 kg	19,404kg	0,11	1	0,776	1
Caja	Azúcar	25 kg	2,088 kg	14,616kg	0,08	1	0,58	1
Saco	Kkk.1	25 kg	2,088 kg	14,616kg	0,08	1	0,58	1
Saco	Estabilizador	22,68kg	55,296 kg	387,072kg	2,44	3	17,06	18
Saco	Sal refinada	25 kg	36,36 kg	254,52kg	1,45	2	10,181	11
Pichinga	Colorante	1,8 kg	9,36 kg	65,52kg	5,2	6	36,40	37
Pichinga	color. amarillo	1,8 kg	2,988 kg	20,916kg	1,66	2	11,62	12

Pichinga	sabor	20 kg	122,616 kg	858,312kg	6,13	7	42,92	43
<b>Total</b>			<b>2 899,08kg</b>	<b>20 293,56kg</b>		<b>132</b>		<b>862</b>
<b>Formato</b>	<b>Néctar A 330ml (Línea 11)</b>	<b>Unidad básica de materia prima</b>	<b>Cantidad de materia prima por día</b>	<b>Cantidad de materia prima por semana</b>	<b>Unidades de materia prima por día</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>	<b>Unidades de materia prima por semana</b>	<b>Unidades Redondeadas</b>
Saco	Goma guar tetra	25 kg	73,347 kg	513,429kg	2,93	3	20,54	21
Caja	Ácido ascórbico	25 kg	20,386kg	142,702kg	0,82	1	5,71	6
Saco	Ácido málico	25 kg	110,769kg	775,383kg	4,43	5	31,02	32
Estañón	Pulpa	238 kg	9 903,002 kg	69 321,011kg	41,61	42	291,26	292
Caja	Azúcar	25 kg	733,542 kg	5 134,797kg	29,34	30	205,39	206
Pichinga	Aroma	20 kg	18,319 kg	128,233kg	0,916	1	6,41	7
<b>Total</b>			<b>10 859,36kg</b>	<b>70 015,55kg</b>		<b>82</b>		<b>564</b>

Nota. Autora Gerlyn Mauris

La información de la Tabla 29 Requerimientos de materia prima teórico, fue suministrada por el encargado de solicitud de materia prima de la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas, el colaborador se guió con el plan de producción teórico y suministra solamente los datos de la cantidad de materia prima que se necesita por día, para cumplir la producción de la semana, posteriormente

un colaborador de la zona de bodega de materiales facilito la información del tipo de formato que tiene cada materia prima y la unidad básica de materia prima, donde se indica los kg por materia prima

En la misma Tabla 29 Requerimientos de materia prima teórico, se puede observar que se señala con azul la materia prima que tiene diferente tipo de almacenamiento temporal, es decir, esta materia prima señalizada se almacena en cámara de refrigeración en la zona de preparación, ya que son productos no asépticos y las demás materias primas se almacenan a temperatura ambiente, es importante clasificarlo para el momento de considerar los metros cuadrados necesarios para el diseño, otra observación es para línea 9, se considera por el hecho de que la zona de preparación pesa la materia prima, se debe tener presente que esta materia prima también circulará por dentro de dicha zona, al final de cada producto se encuentra el total de materia prima en color rojo.

Para obtener la cantidad de materia prima por semana, solamente se multiplica por los siete días que se opera, tal y como se muestra en el siguiente ejemplo para la materia prima Base de Cítrico A 3 L de línea 1.

$$2\ 228,76 \text{ cantidad de materia prima por día} \times 7 \text{ días} \\ = 15\ 601,32 \text{ cantidad de materia prima por semana}$$

Para conocer las unidades que se producirán por día, se toma la cantidad de materia prima por día y se divide por la unidad básica de materia prima e igualmente se aplica para la cantidad de materia prima por semana

$$2\ 228,76 \text{ cantidad de materia prima por día} \div \\ 229 \text{ kg unidad básica de materia prima} = 9,73 \text{ unidades por día.}$$

$$15\ 601,32 \text{ materia prima por semana} \div 229 \text{ kg} = 68,13$$

Ya que son unidades y el resultado es con decimales se redondea para arriba, entonces son 10 unidades de base de la materia prima Base por día y 68 unidades de Base por semana, esto se aplica con toda la materia prima de cada producto.

Esta información es importante para determinar cuanta materia prima estará circulando por la zona de preparación y saber cuántas tarimas estarán entrando en dicha zona, se debe calcular la cantidad de tarimas necesarias para la materia prima, basándose en la información brindada por el colaborador de la zona de bodega de materia prima, ya que, la empresa tiene estandarizado la cantidad de materia prima por tarima.

Tabla 30 Unidades de materia prima por tarima

<b>Formato</b>	<b>Unidades/tarima</b>
Estañones	4
Cajas	40
Sacos	40
Pichingas	20

Nota: Embotelladora de bebidas no alcohólicas

En la Tabla 30 Unidades de materia prima por tarima, se observa las unidades que entran en una tarima, se debe tener presente que para la tarima que lleve cuatro unidades de estañones no puede llevar más materia prima sobre ella, para las cajas, sacos y pichingas se puede juntar dichos formatos y acomodar adecuadamente cada unidad en pilares para aprovechar el máximo campo de cada tarima, tener en cuenta únicamente 40 unidades como máximo por tarima, con ayuda de esta información y la Tabla 29 Requerimientos de materia prima teórico, se continua con el cálculo de pallets, también se estará tomando en cuenta el tipo de almacenamiento de cada materia prima.

Tabla 31 Cantidad de tarimas para almacenamiento en medio ambiente

<b>Almacenamiento temporal (medio ambiente)</b>	<b>Tarimas por día</b>	<b>Tarimas por día en m<sup>2</sup></b>	<b>Tarimas por semana</b>	<b>Tarimas por semana en m<sup>2</sup></b>
Cítrico A3l (Línea 1)	4	4,88	36	43,92
Té A 2,5l (Línea 1)	2	2,44	5	6,1
Cítrico A (Línea 4)	7	8,54	44	53,68
Té A 6l (Línea 5)	2	2,44	9	10,98
Té A 1 Litro (Línea 9)	2	2,44	11	13,42
Lácteo A 200ml caja (Línea 10)	3	3,66	21	26,62
Néctar B 330ml (Línea 11)	12	14,64	81	98,82
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>39,04</b>	<b>207</b>	<b>252,54</b>

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Tabla 32 Cantidad de tarimas para almacenamiento en cámara fría

<b>Almacenamiento temporal (Cámara fría)</b>	<b>Tarimas por día</b>	<b>Tarimas por día en m<sup>2</sup></b>	<b>Tarimas por semana</b>	<b>Tarimas por semana en m<sup>2</sup></b>
Cítrico A 3l (Línea 1)	0	0	0	0
Té A 2,5l (Línea 1)	2	2,44	5	6,1

<b>Almacenamiento temporal (Cámara fría)</b>	<b>Tarimas por día</b>	<b>Tarimas por día en m<sup>2</sup></b>	<b>Tarimas por semana</b>	<b>Tarimas por semana en m<sup>2</sup></b>
Cítrico A (Línea 4)	0	0	0	0
Té A 6l (Línea 5)	4	4,88	8	9,76
Lácteo A200ml caja (Línea 10)	1	1,22	6	7,32
Néctar A 330ml (Línea 11)	1	1,22	1	1,22
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>9,76</b>	<b>20</b>	<b>24,4</b>

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Con la Tabla 31 Cantidad de tarimas para almacenamiento en medio ambiente y la Tabla 32 Cantidad de tarimas para almacenamiento en cámara fría, se obtiene la cantidad en metros cuadrados que se estaría necesitando en las zonas de almacenamiento temporal, tanto para las materias primas que pueden estar en medio ambiente, es decir, en un área abierta de la zona de preparación, como la materia prima que necesita refrigeración y deben estar almacenadas en la cámara fría. Este cálculo permitirá conocer el espacio en metros cuadrado que necesitan ambos escenarios para almacenar.

### **Tiempos**

Actualmente la zona de preparación tiene establecido para el proceso de elaboración un tiempo estándar para cada producto, este tiempo lo establecen con la velocidad de las llenadoras, es decir, si la llenadora tiene un tiempo de ciclo de 60 minutos, la preparación debe durar lo mismo, de esta forma balancean la línea, es importante resaltar que dentro de este tiempo se contemplan 15 minutos asignados como tiempo estándar al laboratorio para que realicen las muestras correspondientes y confirmen la preparación.

La empresa Embotelladora de Bebidas no alcohólicas suministra dicha información, el cual se refleja en la siguiente Tabla 33 Tiempo estándar preparación.

Tabla 33 Tiempo estándar preparación

<b>Producto</b>	<b>Tiempo Estándar min</b>
Té A	60
Cítrico A	60
Lácteo A	120
Néctar A	60

Nota: Embotelladora de Bebidas no alcohólicas

En la Tabla 33 Tiempo , aparece el tiempo que debe cumplir la preparación de cada producto, actualmente en la empresa el operador tiene que presentar un informe con el tiempo de inicio y fin por preparación, este dato es utilizado para sacar promedios de tiempos y de esta formar llevar un control en esta actividad, la empresa únicamente está al tanto de los tiempos de preparación, ya que, los tiempos estándar de pesado de materia prima no los miden.

Para confirmar que efectivamente están cumpliendo dichos tiempos estándar de preparación, se procede a realizar un estudio de tiempos de cada línea de preparación, se utiliza una plantilla para tomar los tiempos, ver apéndice 1, cronómetro y una herramienta de apoyo en Excel para calcular el tiempo estándar, ver apéndice 2, con este material de apoyo se procede a determinar la cantidad de muestras y los tiempos estándar.

Como lo indica la teoría del Estudio de tiempos, se empieza con tomar 10 tiempos de las actividades de pesado de materia prima y preparación del producto, al realizar esta toma de tiempos se considera de forma aleatoria el primero y segundo turno de operación en la zona de preparación, esto aplica para cada familia representada en esta área, es decir, se toma los 10 tiempos de cada actividad para cada familia de productos.

Seguidamente, con los datos de los 10 tiempos se realiza el cálculo del tamaño de la muestra, en otras palabras, los 10 tiempos tomados son la base para determinar mediante la fórmula la cantidad real de tiempos que se tienen que tomar para que los datos sean representativos, a continuación, se presenta todo el proceso para determinar el tiempo estándar para cada familia de productos.

### Familia de Tés

Se procede a tomar una muestra de 10 tiempos por cada actividad (pesado y preparación), dicho de otro modo, es un estudio de tiempo por elemento. Esto se debe hacer para todos los productos que se encuentran en la familia de tés, ver apéndice 2, con estos valores es necesario determinar el promedio y la desviación estándar de la muestra, teniendo presente una confianza de 95% (1,833) y una precisión del 5% (0,05).

### Pesado

A continuación, se puede observar en la siguiente Tabla 34 Muestra de 10 tiempos (pesado- tés), los tiempos obtenidos en la actividad del pesado de materia prima.

Tabla 34 Muestra de 10 tiempos (pesado- tés)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	360
2	341
3	330
4	328
5	322
6	333
7	308
8	350
9	348
10	315
TOTAL	3 335

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 34 Muestra de 10 tiempos (pesado- té), se puede observar la cantidad de ciclos del operario y el tiempo de ciclo con un total de 3 335 segundos (56 minutos) en la actividad de pesado de la materia prima para los productos de la familia de té.

Tabla 35 Promedio y desviación estándar (pesado-tés)

Promedio y desviación estándar de 10 muestras	
Promedio	334 segundos
Desviación estándar	16 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 35 Promedio y desviación estándar (pesado-tés), se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 334 segundos (6 minutos) y la desviación estándar es de 16 segundos (0,26 minutos), con estos datos se procede a realizar el tamaño de la muestra.

### Tamaño de la muestra

En la teoría del Tamaño de la muestra. La fórmula indica que “n” es el tamaño de la muestra, “S” es la desviación estándar, “T alfa” es la confianza determinada, “K” es el error esperado o precisión y “X barra” es el promedio de los datos, todo esto se eleva al cuadrado.

$$N = \left( \frac{T\alpha/2 \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

$$N = \left( \frac{1,88 \times 16s}{0,05 \times 334 s} \right)^2 = 3,24$$

Se obtiene como respuesta que el tamaño de la muestra debe ser de 3 tomas de tiempo, dado que la desviación estándar no es tan amplia, por ende, la muestra de 10 tiempos sirve para realizar los demás cálculos.

### Tiempo normal

Según la teoría de Estudio de tiempos, se procede a calcular el tiempo normal de la actividad del operario pesando la materia prima para la familia de té, para esto es necesario indicar una calificación o valoración de la actividad, dicha calificación es subjetiva pero deber estar en el rango de la escala de calificación, se determina una nota de 0,85.

$$T.N = T_{\bar{x}} \times \text{Calificación}$$

$$T.N = 334 \text{ s} \times 0,85 = 284 \text{ segundos}$$

Se obtiene un tiempo normal de 284 segundos (5 minutos) de la actividad del operario en la operación de pesado de materia prima por preparación para la familia de té.

### **Tiempo estándar**

Para conocer el tiempo estándar primeramente es necesario establecer la tolerancia en el operador durante la actividad de pesado para la familia de té, basándose en la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ver apéndice 3

Una vez ya indicado el porcentaje de cada suplemento se determina que para la familia de té en la actividad de pesado de materia prima el operario tiene una tolerancia de 61%, finalmente se procede a realizar la fórmula del tiempo estándar.

$$T.E = T.N + (\% \text{ TOL} \times T.N)$$

$$T.E = 284 \text{ s} + (61\% \times 284 \text{ s}) = 457,24 \text{ segundos}$$

Se determina que el tiempo estándar para pesar la materia prima de la familia de té es de 457 segundo (8 minutos) por preparación.

### **Preparación**

A continuación, se puede observar en la siguiente Tabla 36 Muestra de 10 tiempos (preparación-té) los tiempos obtenidos en la actividad de preparación.

Tabla 36 Muestra de 10 tiempos (preparación-té)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	3 668
2	3 627
3	4 147
4	3 856

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
5	3 862
6	3 753
7	3 664
8	2 292
9	3 851
10	3 844
TOTAL	36 554

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 36 Muestra de 10 tiempos (preparación-tés), se puede observar la cantidad de ciclos del operario y el tiempo de ciclo con un total de 36 554 segundos (609 minutos) en la actividad de preparación para los productos de la familia de tés.

Tabla 37 Promedio y desviación estándar (preparación-tés)

Promedio y desviación estándar de 10 muestras	
Promedio	3 655segundos
Desviación estándar	501 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 37 Promedio y desviación estándar (preparación-tés), se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 3 655 segundos (61 minutos) y la desviación estándar es de 501 segundos (8 minutos), con estos datos se procede a realizar el tamaño de la muestra.

### Tamaño de la muestra

En la teoría del Tamaño de la muestra. La fórmula indica que “n” es el tamaño de la muestra, “S” es la desviación estándar, “T alfa” es la confianza determinada, “K” es el error esperado o precisión y “X barra” es el promedio de los datos, todo esto se eleva al cuadrado.

$$N = \left( \frac{T\alpha/2 \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

$$N = \left( \frac{1,88 \times 501}{0,05 \times 3655s} \right)^2 = 25,42$$

$$N = 25 - 10 = 15$$

Se obtiene como respuesta que el tamaño de la muestra debe ser de 25 tomas de tiempo, dado que anteriormente ya estaba las 10 tomas de tiempo, el restante que haría falta son 15 tomas de tiempo para completar dichas 25, esto es necesario para que sea significativo.

A continuación, en la Tabla 38 Muestra de 25 tiempos (preparación-tés), se observa la toma de tiempos completa, tal y como lo indica el tamaño de la muestra calculada.

Tabla 38 Muestra de 25 tiempos (preparación-tés)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	3 668
2	3 627
3	4 147
4	3 856
5	3 862
6	3 753
7	3 664
8	2 292

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
9	3 851
10	3 844
11	4 297
12	4 065
13	3 952
14	4 185
15	3 951
16	4 382
17	3 352
18	3 963
19	3 815
20	3 924
21	4 012
22	3 756
23	4 152
24	3 833
25	3 960
TOTAL	96 161

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 38 Muestra de 25 tiempos (preparación-tés), se puede observar que los 15 tiempos faltantes están sombreados, completando una 25 tiempos con un tiempo de ciclo total de 96 161 segundos (1 603 minutos) en la actividad de preparación para los productos de la familia de tés.

Tabla 39 Promedio y desviación estándar de 25 muestras (preparación-tés)

Promedio y desviación estándar de 25 muestras	
Promedio	3 846 segundos
Desviación estándar	393 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 39 Promedio y desviación estándar de 25 muestras (preparación-tés), se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 3 846 segundos ( 64 minutos) y la desviación estándar es de 393 segundos (7 minutos), estos serían los datos significativos para procedes a los demás cálculos.

### **Tiempo normal**

Según la teoría de Estudio de tiempos, se procede a calcular el tiempo normal de la actividad del operario en la preparación del producto para la familia de tés, para esto es necesario indicar una calificación o valoración de la actividad, dicha calificación es subjetiva pero deber estar en el rango de la escala de calificación, se determina una nota de 0,85.

$$T.N = T_{\bar{x}} \times \text{Calificación}$$

$$T.N = 3\,846 \text{ s} \times 0,85 = 3\,269 \text{ segundos}$$

Se obtiene un tiempo normal de 3 269 segundos ( 54 minutos) de la actividad del operario en la preparación del producto en la familia de tés.

### **Tiempo estándar**

Para conocer el tiempo estándar primeramente es necesario establecer la tolerancia en el operador durante la actividad de preparación del producto en la familia de tés, basándose en la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ver apéndice 3

Una vez ya indicado el porcentaje de cada suplemento se determina que para la familia de téis en la actividad de preparación el operario tiene una tolerancia de 35%, finalmente se procede a realizar la fórmula del tiempo estándar.

$$T.E = T.N + (\% \text{ TOL} \times T.N)$$

$$T.E = 3\,269 \text{ s} + (35\% \times 3\,269 \text{ s}) = 4\,413 \text{ segundos}$$

Se determina que el tiempo estándar para pesar la materia prima de la familia de Téis es de 4 413 segundo (74 minutos) por preparación.

### **Familia de Cítricos**

Se procede a tomar una muestra de 10 tiempos por cada actividad (pesado y preparación), dicho de otro modo, es un estudio de tiempo por elemento. Esto se debe hacer para todos los productos que se encuentran en la familia de Cítrico, ver apéndice 2, con estos valores es necesario determinar el promedio y la desviación estándar de la muestra, teniendo presente una confianza de 95% (1,833) y una precisión del 5% (0,05).

### **Pesado**

A continuación, se puede observar en la siguiente Tabla 40 Muestra 10 tiempos (pesado-cítricos) los tiempos obtenidos en la actividad del pesado de materia prima.

Tabla 40 Muestra 10 tiempos (pesado-cítricos)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	258
2	288
3	301
4	270
5	259
6	234

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
7	247
8	253
9	257
10	262
TOTAL	2 627

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 40 Muestra 10 tiempos (pesado-cítricos), se puede observar la cantidad de ciclos del operario y el tiempo de ciclo con un total de 2 627 segundos (44 minutos) en la actividad de pesado de la materia prima para los productos de la familia de Cítricos.

Tabla 41 Promedio y desviación estándar (pesado-cítrico)

Promedio y desviación estándar de 10 muestras	
Promedio	263 segundos
Desviación estándar	20 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla, se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 263 segundos (4 minutos) y la desviación estándar es de 20 segundos ( 0,33 minutos), con estos datos se procede a realizar el tamaño de la muestra.

### Tamaño de la muestra

En la teoría del Tamaño de la muestra. La fórmula indica que “n” es el tamaño de la muestra, “S” es la desviación estándar, “T alfa” es la confianza determinada, “K” es el error esperado o precisión y “X barra” es el promedio de los datos, todo esto se eleva al cuadrado.

$$N = \left( \frac{T\alpha/2 \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

$$N = \left( \frac{1,88 \times 20s}{0,05 \times 263s} \right)^2 = 8,17$$

Se obtiene como respuesta que el tamaño de la muestra debe ser de 8 tomas de tiempo, dado que la desviación estándar no están amplias, por ende, la muestra de 10 tiempos sirve para realizar los demás cálculos.

### **Tiempo normal**

Según la teoría de Estudio de tiempos, se procede a calcular el tiempo normal de la actividad del operario pesando la materia prima para la familia de cítricos, para esto es necesario indicar una calificación o valoración de la actividad, dicha calificación es subjetiva pero deber estar en el rango de la escala de calificación, se determina una nota de 0,85.

$$T.N = T_{\bar{x}} \times \text{Calificación}$$

$$T.N = 263 \text{ s} \times 0,85 = 223,55 \text{ segundos}$$

Se obtiene un tiempo normal de 224 segundos (4 minutos) de la actividad del operario en la operación de pesado de materia prima por preparación para la familia de Cítricos.

### **Tiempo estándar**

Para conocer el tiempo estándar primeramente es necesario establecer la tolerancia en el operador durante la actividad de pesado para la familia de cítricos, basándose en la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ver apéndice 3.

Una vez ya indicado el porcentaje de cada suplemento se determina que para la familia de cítricos en la actividad de pesado de materia prima el operario tiene una tolerancia de 40%, finalmente se procede a realizar la fórmula del tiempo estándar.

$$T.E = T.N + (\% \text{ TOL} \times T.N)$$

$$T.E = 224 \text{ s} + (40\% \times 224 \text{ s}) = 313,6 \text{ segundos}$$

Se determina que el tiempo estándar para pesar la materia prima de la familia de Cítricos es de 314 segundo (6 minutos) por preparación.

## Preparación

A continuación, se puede observar en la siguiente Tabla 42 Muestra de 10 tiempos (preparación-cítricos), los tiempos obtenidos en la actividad de preparación.

Tabla 42 Muestra de 10 tiempos (preparación-cítricos)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	3 602
2	3 560
3	4 236
4	3 600
5	3 789
6	3 932
7	4 156
8	4 481
9	3 689
10	4 563
TOTAL	39 608

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 42 Muestra de 10 tiempos (preparación-cítricos), se puede observar la cantidad de ciclos del operario y el tiempo de ciclo con un total de 39 608 segundos (660 minutos) en la actividad de preparación para los productos de la familia de Cítricos.

Tabla 43 Promedio y desviación estándar (preparación-cítricos)

Promedio y desviación estándar de 10 muestras	
Promedio	3 960 segundos
Desviación estándar	375 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla, se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 3 960 segundos (66 minutos) y la desviación estándar es de 375 segundos (6 minutos), con estos datos se procede a realizar el tamaño de la muestra.

### Tamaño de la muestra

En la teoría del Tamaño de la muestra. La fórmula indica que “n” es el tamaño de la muestra, “S” es la desviación estándar, “T alfa” es la confianza determinada, “K” es el error esperado o precisión y “X barra” es el promedio de los datos, todo esto se eleva al cuadrado.

$$N = \left( \frac{T\alpha/2 \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

$$N = \left( \frac{1,88 \times 375s}{0,05 \times 3960s} \right)^2 = 12,67$$

$$N = 13 - 10 = 3$$

Se obtiene como respuesta que el tamaño de la muestra debe ser de 13 tomas de tiempo, dado que anteriormente ya estaban las 10 tomas de tiempo, el restante que haría falta son 3 tomas de tiempo para completar dichas 13, esto es necesario para que sea significativo.

A continuación, en la Tabla 44 Muestra de 13 tiempos (preparación-cítrico), se observa la toma de tiempos completa, tal y como lo indica el tamaño de la muestra calculada.

Tabla 44 Muestra de 13 tiempos (preparación-cítrico)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	3 602

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
2	3 560
3	4 236
4	3 600
5	3 789
6	3 932
7	4 156
8	4 481
9	3 689
10	4 563
11	3 961
12	3 984
13	3 889
TOTAL	51 443

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 44 Muestra de 13 tiempos (preparación-cítrico), se puede observar que los 3 tiempos faltantes están sombreados, completando una 13 tiempos con un tiempo de ciclo total de 51 443 segundos (857 minutos) en la actividad de preparación para los productos de la familia de Cítricos.

Tabla 45 Promedio y desviación estándar de 13 muestras (preparación-cítricos)

Promedio y desviación estándar de 13 muestras	
Promedio	3 915 segundos

Promedio y desviación estándar de 13 muestras	
Desviación estándar	326 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la se puede observar que los 3 tiempos faltantes están sombreados, completando una 13 tiempos con un tiempo de ciclo total de 51 443 segundos (857 minutos) en la actividad de preparación para los productos de la familia de Cítricos.

Tabla 45 Promedio y desviación estándar de 13 muestras (preparación-cítricos), se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 3 915 segundos (65 minutos) y la desviación estándar es de 326 segundos (5 minutos), estos serían los datos significativos para proceder a los demás cálculos.

### **Tiempo normal**

Según la teoría de Estudio de tiempos, se procede a calcular el tiempo normal de la actividad del operario en la preparación del producto para la familia de cítricos, para esto es necesario indicar una calificación o valoración de la actividad, dicha calificación es subjetiva pero deber estar en el rango de la escala de calificación, se determina una nota de 0,85.

$$T.N = T_{\bar{x}} \times \text{Calificación}$$

$$T.N = 3\,915 \text{ s} \times 0,85 = 3\,328 \text{ segundos}$$

Se obtiene un tiempo normal de 3 328 segundos ( 55 minutos) de la actividad del operario en la preparación del producto en la familia de cítricos.

### **Tiempo estándar**

Para conocer el tiempo estándar primeramente es necesario establecer la tolerancia en el operador durante la actividad de preparación del producto en la familia de cítricos, basándose en la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ver apéndice 3.

Una vez ya indicado el porcentaje de cada suplemento se determina que para la familia de cítricos en la actividad de preparación el operario tiene una tolerancia de 22%, finalmente se procede a realizar la fórmula del tiempo estándar.

$$T.E = T.N + (\% \text{ TOL} \times T.N)$$

$$T.E = 3\,328\text{ s} + (22\% \times 3\,328\text{ s}) = 4\,060\text{ segundos}$$

Se determina que el tiempo estándar para pesar la materia prima de la familia de Cítricos es de 4060 segundo (68 minutos) por preparación.

### Familia de Néctar

Se procede a tomar una muestra de 10 tiempos por cada actividad (pesado y preparación), dicho de otro modo, es un estudio de tiempo por elemento. Esto se debe hacer para todos los productos que se encuentran en la familia de Néctar, ver apéndice 3, con estos valores es necesario determinar el promedio y la desviación estándar de la muestra, teniendo presente una confianza de 95% (1,833) y una precisión del 5% (0,05).

### Pesado

A continuación, se puede observar en la siguiente Tabla 46 Muestra 10 tiempos (pesado-néctar), los tiempos obtenidos en la actividad del pesado de materia prima.

Tabla 46 Muestra 10 tiempos (pesado-néctar)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	141
2	130
3	139
4	143
5	155
6	160
7	133
8	146
9	151

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
10	155
TOTAL	1 453

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 46 Muestra 10 tiempos (pesado-néctar), se puede observar la cantidad de ciclos del operario y el tiempo de ciclo con un total de 1 453 segundos (24 minutos) en la actividad de pesado de la materia prima para los productos de la familia de néctar-

Tabla 47 Promedio y desviación estándar(pesado-néctar)

Promedio y desviación estándar	
Promedio	145 segundos
Desviación estándar	10 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 47 Promedio y desviación estándar(pesado-néctar), se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 145 segundos (2 minutos) y la desviación estándar es de 10 segundos ( 0,16 minutos), con estos datos se procede a realizar el tamaño de la muestra.

### Tamaño de la muestra.

En la teoría del Tamaño de la muestra. La fórmula indica que “n” es el tamaño de la muestra, “S” es la desviación estándar, “T alfa” es la confianza determinada, “K” es el error esperado o precisión y “X barra” es el promedio de los datos, todo esto se eleva al cuadrado.

$$N = \left( \frac{T\alpha/2 \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

$$N = \left( \frac{1,88 \times 10s}{0,05 \times 145s} \right)^2 = 6,72$$

Se obtiene como respuesta que el tamaño de la muestra debe ser de 7 tomas de tiempo, dado que la desviación estándar no es tan amplias, por ende, la muestra de 10 tiempos sirve para realizar los demás cálculos.

### **Tiempo normal**

Según la teoría de Estudio de tiempos, se procede a calcular el tiempo normal de la actividad del operario pesando la materia prima para la familia de Néctar, para esto es necesario indicar una calificación o valoración de la actividad, dicha calificación es subjetiva pero deber estar en el rango de la escala de calificación, se determina una nota de 0,85.

$$T.N = T_{\bar{x}} \times \text{Calificación}$$

$$T.N = 145 \text{ s} \times 0,85 = 123,25 \text{ segundos}$$

Se obtiene un tiempo normal de 123 segundos (2 minutos) de la actividad del operario en la operación de pesado de materia prima por preparación para la familia de néctar.

### **Tiempo estándar**

Para conocer el tiempo estándar primeramente es necesario establecer la tolerancia en el operador durante la actividad de pesado para la familia de cítricos, basándose en la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ver apéndice 3.

Una vez ya indicado el porcentaje de cada suplemento se determina que para la familia de néctar en la actividad de pesado de materia prima el operario tiene una tolerancia de 49%, finalmente se procede a realizar la fórmula del tiempo estándar.

$$T.E = T.N + (\% \text{ TOL} \times T.N)$$

$$T.E = 123 \text{ s} + (49\% \times 123 \text{ s}) = 183,27 \text{ segundos}$$

Se determina que el tiempo estándar para pesar la materia prima de la familia de néctar es de 183 segundo (3 minutos) por preparación.

### **Preparación**

A continuación, se puede observar en la siguiente tabla Tabla 48 Muestra de 10 tiempos (preparación-néctar), los tiempos obtenidos en la actividad de preparación.

Tabla 48 Muestra de 10 tiempos (preparación-néctar)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	4 821
2	4 321
3	3 673
4	4 743
5	4 264
6	4 355
7	4 392
8	3 623
9	4 456
10	3 516
TOTAL	42 170

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 48 Muestra de 10 tiempos (preparación-néctar), se puede observar la cantidad de ciclos del operario y el tiempo de ciclo con un total de 42 170 segundos (703 minutos) en la actividad de preparación para los productos de la familia de néctar.

Tabla 49 Promedio y desviación estándar (preparación-néctar)

Promedio y desviación estándar de 10 muestras	
Promedio	4 217 segundos
Desviación estándar	460 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 49 Promedio y desviación estándar (preparación-néctar), se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 4 217 segundos (70 minutos) y la desviación estándar es de 460 segundos (8 minutos), con estos datos se procede a realizar el tamaño de la muestra.

### Tamaño de la muestra

En la teoría del Tamaño de la muestra. La fórmula indica que “n” es el tamaño de la muestra, “S” es la desviación estándar, “T alfa” es la confianza determinada, “K” es el error esperado o precisión y “X barra” es el promedio de los datos, todo esto se eleva al cuadrado.

$$N = \left( \frac{T\alpha/2 \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

$$N = \left( \frac{1,88 \times 460s}{0,05 \times 4217s} \right)^2 = 16,8$$

$$N = 17 - 10 = 7$$

Se obtiene como respuesta que el tamaño de la muestra debe ser de 17 tomas de tiempo, dado que anteriormente ya estaban las 10 tomas de tiempo, el restante que haría falta son 7 tomas de tiempo para completar dichas 17, esto es necesario para que sea significativo.

A continuación, en la Tabla 50 Muestra de 17 tiempos (preparación-néctar), se observa la toma de tiempos completa, tal y como lo indica el tamaño de la muestra calculada.

Tabla 50 Muestra de 17 tiempos (preparación-néctar)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	4 821
2	4 321
3	3 673
4	4 743
5	4 264

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
6	4 355
7	4 392
8	3 623
9	4 456
10	3 516
11	4 152
12	4 512
13	3 823
14	4 765
15	4 032
16	3 964
17	4 156
TOTAL	71 574

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla, se puede observar que los 7 tiempos faltantes están sombreados, completando unos 17 tiempos con un tiempo de ciclo total de 71 574 segundos (1 192 minutos) en la actividad de preparación para los productos de la familia de néctar.

Tabla 51 Promedio y desviación estándar de 17 muestras (preparación-néctar)

Promedio y desviación estándar de 17 muestras	
Promedio	4 210 segundos

Desviación estándar	399 segundos
---------------------	--------------

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 51 Promedio y desviación estándar de 17 muestras (preparación-néctar), se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 4 210 segundos (70 minutos) y la desviación estándar es de 399 segundos (7 minutos), estos serían los datos significativos para proceder a los demás cálculos.

### **Tiempo normal**

Según la teoría de Estudio de tiempos, se procede a calcular el tiempo normal de la actividad del operario en la preparación del producto para la familia de néctar, para esto es necesario indicar una calificación o valoración de la actividad, dicha calificación es subjetiva pero deber estar en el rango de la escala de calificación, se determina una nota de 0,85.

$$T.N = T_{\bar{x}} \times \text{Calificación}$$

$$T.N = 4\,210 \text{ s} \times 0,85 = 3\,578,5 \text{ segundos}$$

Se obtiene un tiempo normal de 3 579 segundos ( 60 minutos) de la actividad del operario en la preparación del producto en la familia de néctar.

### **Tiempo estándar**

Para conocer el tiempo estándar primeramente es necesario establecer la tolerancia en el operador durante la actividad de preparación del producto en la familia de néctar, basándose en la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ver apéndice 3.

Una vez ya indicado el porcentaje de cada suplemento se determina que para la familia de néctar en la actividad de preparación el operario tiene una tolerancia de 48%, finalmente se procede a realizar la fórmula del tiempo estándar.

$$T.E = T.N + (\% \text{ TOL} \times T.N)$$

$$T.E = 3\,579 \text{ s} + (48\% \times 3\,579 \text{ s}) = 5\,236 \text{ segundos}$$

Se determina que el tiempo estándar para pesar la materia prima de la familia de néctar es de 5236 segundo (87 minutos) por preparación.

### Familia de Lácteos

Se procede a tomar una muestra de 10 tiempos por cada actividad (pesado y preparación), dicho de otro modo, es un estudio de tiempo por elemento. Esto se debe hacer para todos los productos que se encuentran en la familia de Lácteos, ver apéndice 2, con estos valores es necesario determinar el promedio y la desviación estándar de la muestra, teniendo presente una confianza de 95% (1,833) y una precisión del 5% (0,05).

### Pesado

A continuación, se puede observar en la siguiente Tabla, los tiempos obtenidos en la actividad del pesado de materia prima.

Tabla 52 Muestra 10 tiempos (pesado-lácteos)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	452
2	389
3	433
4	394
5	401
6	398
7	388
8	423
9	445
10	431
TOTAL	4 154

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 52 Muestra 10 tiempos (pesado-lácteos), se puede observar la cantidad de ciclos del operario y el tiempo de ciclo con un total de 4 154 segundos (69 minutos) en la actividad de pesado de la materia prima para los productos de la familia de Lácteos.

Tabla 53 Promedio y desviación estándar (pesado-lácteos)

Promedio y desviación estándar de 10 muestras	
Promedio	415 segundos
Desviación estándar	24 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 53 Promedio y desviación estándar (pesado-lácteos), se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 415 segundos (7 minutos) y la desviación estándar es de 24 segundos ( 0,4 minutos), con estos datos se procede a realizar el tamaño de la muestra.

### Tamaño de la muestra

En la teoría del Tamaño de la muestra. La fórmula indica que “n” es el tamaño de la muestra, “S” es la desviación estándar, “T alfa” es la confianza determinada, “K” es el error esperado o precisión y “X barra” es el promedio de los datos, todo esto se eleva al cuadrado.

$$N = \left( \frac{T\alpha/2 \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

$$N = \left( \frac{1,88 \times 24s}{0,05 \times 415s} \right)^2 = 4,72$$

Se obtiene como respuesta que el tamaño de la muestra debe ser de 5 tomas de tiempo, dado que la desviación estándar no es tan amplia, por ende, la muestra de 10 tiempos sirve para realizar los demás cálculos.

### Tiempo normal

Según la teoría de Estudio de tiempos, se procede a calcular el tiempo normal de la actividad del operario pesando la materia prima para la familia de lácteos, para esto es necesario indicar una calificación o valoración de la actividad, dicha calificación es subjetiva pero deber estar en el rango de la escala de calificación, se determina una nota de 0,85.

$$T.N = T_{\bar{x}} \times \text{Calificación}$$

$$T.N = 415 \text{ s} \times 0,85 = 352,75 \text{ segundos}$$

Se obtiene un tiempo normal de 353 segundos (6 minutos) de la actividad del operario en la operación de pesado de materia prima por preparación para la familia de lácteos.

### **Tiempo estándar**

Para conocer el tiempo estándar primeramente es necesario establecer la tolerancia en el operador durante la actividad de pesado para la familia de lácteos, basándose en la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ver apéndice 3.

Una vez ya indicado el porcentaje de cada suplemento se determina que para la familia de Lácteos en la actividad de pesado de materia prima el operario tiene una tolerancia de 31%, finalmente se procede a realizar la fórmula del tiempo estándar.

$$T.E = T.N + (\% \text{ TOL} \times T.N)$$

$$T.E = 353 \text{ s} + (31\% \times 353 \text{ s}) = 462,43 \text{ segundos}$$

Se determina que el tiempo estándar para pesar la materia prima de la familia de lácteos es de 462 segundo (8 minutos) por preparación.

### **Preparación**

A continuación, se puede observar en la siguiente Tabla 54 Muestra de 10 tiempos (preparación-lácteos), los tiempos obtenidos en la actividad de preparación.

Tabla 54 Muestra de 10 tiempos (preparación-lácteos)

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
1	7 200
2	7 069
3	6 780

Número de Ciclo	Tiempos en segundos
4	7 210
5	6 032
6	7 115
7	6 981
8	6 782
9	6 975
10	7 012
TOTAL	69 156

Nota. Autora Gerlyn Mauris.

En la Tabla 54 Muestra de 10 tiempos (preparación-lácteos), se puede observar la cantidad de ciclos del operario y el tiempo de ciclo con un total de 69 156 segundos (1 153 minutos) en la actividad de preparación para los productos de la familia de Lácteos.

Tabla 55 Promedio y desviación estándar (preparación-lácteos)

Promedio	6 916 segundos
Desviación estándar	344 segundos

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 55 Promedio y desviación estándar (preparación-lácteos), se observa que el promedio de esta actividad por preparación es de 6 916 segundos (115 minutos) y la desviación estándar es de 344 segundos (6 minutos), con estos datos se procede a realizar el tamaño de la muestra.

### Tamaño de la muestra

En la teoría del Tamaño de la muestra. La fórmula indica que “n” es el tamaño de la muestra, “S” es la desviación estándar, “T alfa” es la confianza determinada, “K” es el error esperado o precisión y “X barra” es el promedio de los datos, todo esto se eleva al cuadrado.

$$N = \left( \frac{T\alpha/2 \times S}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

$$N = \left( \frac{1,88 \times 344 \text{ s}}{0,05 \times 6\,916\text{s}} \right)^2 = 3,49$$

Se obtiene como respuesta que el tamaño de la muestra debe ser de 4 tomas de tiempo, dado que la desviación estándar no es tan amplia, por ende, la muestra de 10 tiempos sirve para realizar los demás cálculos.

### Tiempo normal

Según la teoría de Estudio de tiempos, se procede a calcular el tiempo normal de la actividad del operario en la preparación del producto para la familia de Lácteos, para esto es necesario indicar una calificación o valoración de la actividad, dicha calificación es subjetiva pero deber estar en el rango de la escala de calificación, se determina una nota de 0,85.

$$T.N = T_{\bar{X}} \times \text{Calificación}$$

$$T.N = 6\,916\text{s} \times 0,85 = 5\,878,6 \text{ segundos}$$

Se obtiene un tiempo normal de 5 879 segundos ( 98 minutos) de la actividad del operario en la preparación del producto en la familia de lácteos..

### Tiempo estándar

Para conocer el tiempo estándar primeramente es necesario establecer la tolerancia en el operador durante la actividad de preparación del producto en la familia de lácteos, basándose en la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ver apéndice 3.

Una vez ya indicado el porcentaje de cada suplemento se determina que para la familia de lácteos en la actividad de preparación el operario tiene una tolerancia de 40%, finalmente se procede a realizar la fórmula del tiempo estándar.

$$T.E = T.N + (\% \text{ TOL} \times T.N)$$

$$T.E = 5\,879 \text{ s} + (40\% \times 3\,579 \text{ s}) = 7\,310 \text{ segundos}$$

Se determina que el tiempo estándar para pesar la materia prima de la familia de Lácteos es de 7310 segundo (121 minutos) por preparación.

Con los tiempos estándar ya medidos mediante el estudio de tiempos, se procede a realizar una comparación con los tiempos estándar que la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas tiene establecidos.

Tabla 56 Tiempo teórico preparación vs tiempo estándar real preparación

Productos	Tiempo estándar en preparación (Embotelladora de bebidas no alcohólicas)	Tiempo estándar preparación (estudio de tiempos)
Tés A	60 min	74 min
Cítricos A	60 min	68 min
Néctar A	60 min	87 min
Lácteos A	120 min	121 min

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 56 Tiempo teórico preparación vs tiempo estándar real preparación, se descubre que actualmente los tiempos estándar no son iguales a los establecidos por la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas, durante todo el proceso de toma de tiempos se puede observar esa variación que presenta el tiempo estándar se presenta no por las actividades dentro de la zona de preparación, sino, por el tiempo que el laboratorio dura en analizar las muestras, sobre todo cuando estas muestras se manda a horas de almuerzo.

También se establece los tiempos estándar para la actividad de pesado de cada una de las familias involucradas en la zona de preparación, ya que, la empresa no cuenta con tiempos establecidos para esta operación.

Tabla 57 Tiempo estándar pesado

Productos	Tiempo estándar pesado (estudio de tiempos)
Tés A	8 min
Cítricos A	6 min
Néctar A	3 min
Lácteos A	8 min

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 57 Tiempo estándar pesado, se establece un tiempo estándar por preparación, ya que, no son las misma cantidades de preparaciones por día, éstas siempre varían según el plan maestro de producción por semana, conociendo el tiempo estándar de pesado de materia prima para una preparación, se puede conocer para las cantidades de preparaciones necesarias por semana o día.

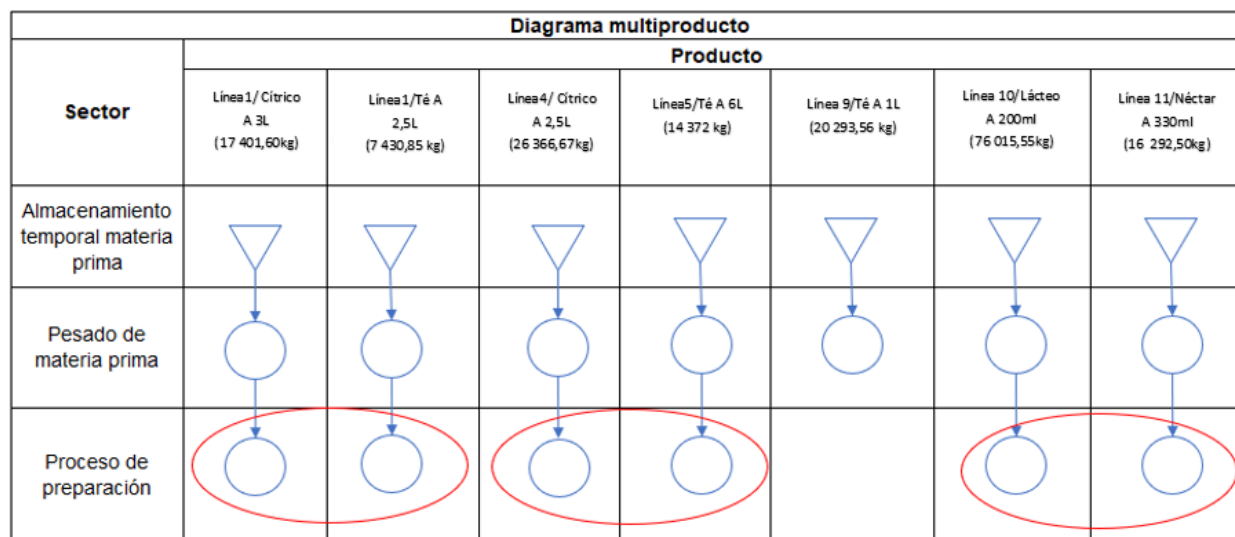
### **Flujo de Materiales**

Para conocer el flujo de materiales, se puede utilizar la herramienta de diagrama multi producto y la matriz de origen destino, esto ayudará a reconocer por donde específicamente está circulando la materia prima y cuánto está fluyendo, se considerará los kilogramos de una semana, basándose en el plan de producción.

### **Diagrama multiproducto**

Antes de realizar el diagrama multi producto del escenario crítico, es importante tener en cuenta que algunas líneas comparten tanques, a excepción de la línea 10 y 11 que los comparten, aunque los procesos son iguales, existe algunas estaciones que son compartidas por todas las líneas, para este diagrama multi producto, se tomará las actividades para la materia prima hasta el proceso de elaboración

Figura 24 Diagrama multiproducto



Nota. Autora Gerlyn Mauris

La Figura 24 Diagrama multiproducto, representa solamente las operaciones y almacenamiento temporal de materia prima que se presenta en la zona de preparación, al considerar que a partir del almacenamiento temporal hasta llegar al proceso de preparación la materia prima circula en unidades y ya propiamente el proceso de preparación convierte esas unidades en litros de jugo, que estarán circulando por medio de ductos.

Los círculos en rojo son aquellos productos que comparten el mismo sector para el proceso de elaboración, es decir para el producto Cítrico A 3L y Té A 2,5 L utilizan los tanques de línea 1, los productos Cítrico A 2,5L y Té A 6L utilizan los mismos tanques de preparación para línea 4 y 5, los productos Lácteo A 200ml y Néctar A 330ml utilizan los tanques de preparación para las líneas 10 y 11, las demás estaciones son compartidas por todas las líneas.

En el caso de línea 9, solamente el almacenamiento temporal y proceso de pesado se presenta en la zona de preparación, las demás operaciones se dan en otra parte de la planta de producción fuera del alcance del proyecto.

### Matriz origen destino

Con la matriz origen destino se desarrollará el análisis de flujos, esta matriz de doble entrada, describe los movimientos de las materias primas, al utilizar el diagrama multi producto para identificar las actividades o estaciones por donde fluirán, se analizará por día y semana según la

Tabla 29 Requerimientos de materia prima teórico, la cantidad en kilogramos de las materias primas que necesitan refrigeración y se estarían almacenando en la cámara fría y para las materias primas que pueden estar en el almacenamiento temporal en medio ambiente dentro de la zona de preparación, para esto se tomará en cuenta los volúmenes totales.

Tabla 58 Matriz origen destino materia prima por día (cámara fría)

	Almacenamiento temporal materia prima	Pesado de materia prima	Proceso de elaboración
Almacenamiento temporal materia prima		2 335,575 kg	
Pesado de materia prima			1 377,055kg

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En Tabla 58 Matriz origen destino materia prima por día (cámara fría) se puede observar que por día fluiría aproximadamente 2 335,575 kg de materia prima desde la estación de almacenamiento temporal (cámara fría) hasta el área de pesado de materia prima y de pesado de materia prima a proceso de elaboración 1 377, 055 kg, la reducción de materia prima en la última estación se presenta, ya que, el proceso de elaboración de línea 9, es fuera de la zona de preparación, es decir, de la zona de preparación salen 958,52 kg de materia prima pesada.

Tabla 59 Matriz origen destino materia prima por semana (Cámara fría)

	Almacenamiento temporal materia prima	Pesado de materia prima	Proceso de elaboración
Almacenamiento temporal materia prima		17 928,932 kg	
Pesado de materia prima			11 219,292 kg

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En Tabla 59 Matriz origen destino materia prima por semana (Cámara fría) se visualiza un aumento en el flujo de materia prima de 15 593,357 kg, es decir, de la estación de almacenamiento temporal materia prima (cámara fría) hasta el área de pesado de materia prima, fluirán 17 928,932 kg por semana y del pesado al proceso de elaboración 11 219,292 kg de materia prima, se desplaza 6 709,64 kg a línea 9.

Tabla 60 Matriz origen destino materia prima por día (Almacenamiento temporal medio ambiente)

	Almacenamiento temporal materia prima	Pesado de materia prima	Proceso de elaboración
Almacenamiento temporal materia prima		23 066,255 kg	
Pesado de materia prima			21 697,275 kg

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 60 Matriz origen destino materia prima por día (Almacenamiento temporal medio ambiente) se observa el flujo de materia prima del almacenamiento temporal materia prima hasta pesado de materia prima de 23 066,255kg y de pesado a elaboración 21 697,275kg, salen de la zona de preparación para línea 9 1 368,98 kg.

Tabla 61 Matriz origen destino materia prima por semana (Almacenamiento temporal en medio ambiente)

	Almacenamiento temporal materia prima	Pesado de materia prima	Proceso de elaboración
Almacenamiento temporal materia prima		159 883,880 kg	
Pesado de materia prima			150 301,020 kg

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Finalmente en la Tabla 61 Matriz origen destino materia prima por semana (Almacenamiento temporal en medio ambiente) se visualiza 159 883,880kg de materia prima desde el almacenamiento hasta el pesado y un flujo de 150 301, 020 kg de materia prima de pesado hasta el proceso de elaboración, salen de la zona preparación 9 582,86 kg de materia prima para línea 9.

Esta información es relevante en el momento de diseñar los layouts de la propuesta, ya que, es importante proyectar una idea de la cantidad de material prima en movimiento.

### **Determinación de Espacios**

La zona de preparación cuenta con diferentes tipos de equipos necesarios para realizar las actividades, es importante conocer las características físicas, la superficie estática, superficie Gravitacional y la superficie de evolución, con esta información se podrá obtener la capacidad instalada de la zona de producción.

Se utiliza tres tipos de superficie para determinar el espacio correspondiente por equipo:

\*Superficie estática (SE): es el espacio físico que ocupa los equipos y puestos de trabajos.

\*Superficie de gravitación (SG): es el área que necesita los operarios para desarrollar las actividades.

\*Superficie de evolución (SV): es el espacio para los recorridos de materiales.

Tabla 62 Determinación de espacios

<b>Líneas</b>	<b>Superficie estática</b>	<b>Superficie Gravitacional</b>	<b>Superficie Evolución</b>	<b>Superficie Total</b>
Línea 1 (Tanques)	42,00 m <sup>2</sup>	84,00 m <sup>2</sup>	6,30 m <sup>2</sup>	132,30 m <sup>2</sup>
Líneas 4-5 (Tanques)	29,24 m <sup>2</sup>	29,24 m <sup>2</sup>	2,92 m <sup>2</sup>	61,41 m <sup>2</sup>
Líneas 4-5 (Pasteurizador)	11,03 m <sup>2</sup>	11,03 m <sup>2</sup>	1,10 m <sup>2</sup>	23,17 m <sup>2</sup>
Líneas 4-5 (Control panel)	0,73 m <sup>2</sup>	0,73 m <sup>2</sup>	0,07 m <sup>2</sup>	1,54 m <sup>2</sup>

<b>Líneas</b>	<b>Superficie estática</b>	<b>Superficie Gravitacional</b>	<b>Superficie Evolución</b>	<b>Superficie Total</b>
Líneas 4-5 (cono micro ingredientes)	8,67 m <sup>2</sup>	17,34 m <sup>2</sup>	1,30 m <sup>2</sup>	27,31 m <sup>2</sup>
Líneas 10-11 (Tanques)	23,68 m <sup>2</sup>	23,68 m <sup>2</sup>	2,37 m <sup>2</sup>	49,72 m <sup>2</sup>
Líneas 10-11 (Cono micro ingredientes)	10,43 m <sup>2</sup>	10,43 m <sup>2</sup>	1,04 m <sup>2</sup>	21,90 m <sup>2</sup>
Líneas 10-11 (Intercambiador)	6,43 m <sup>2</sup>	6,43 m <sup>2</sup>	0,64 m <sup>2</sup>	13,51 m <sup>2</sup>
Líneas 10-11 (Pasteurizador / tubular)	6,90 m <sup>2</sup>	6,90 m <sup>2</sup>	0,69 m <sup>2</sup>	14,49 m <sup>2</sup>
Líneas 10-11 (Pasteurizador / homogeneizador)	6,00 m <sup>2</sup>	6,00 m <sup>2</sup>	0,60 m <sup>2</sup>	12,61 m <sup>2</sup>
Líneas 10-11 (Pasteurizador / Desairado)	2,57 m <sup>2</sup>	2,57 m <sup>2</sup>	0,26 m <sup>2</sup>	5,39 m <sup>2</sup>
Líneas 10-11 (Pasteurizador / tanque de balanza)	6,55 m <sup>2</sup>	6,55 m <sup>2</sup>	0,65 m <sup>2</sup>	13,75 m <sup>2</sup>

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 62 Determinación de espacios, se encuentra el área en metros cúbicos, que requiere cada equipo que se encuentra la zona de preparación, se toma en cuenta el nuevo pasteurizador que se va a incorporar para línea 11.

## **Áreas**

### **Almacenamiento temporal de materia prima**

Esta área también se puede considerar como una recepción de materia prima ya que cuenta con la facilidad de una entrada por medio de un ascensor, es importante mencionar que cuenta con un mezanine, el cual, no está siendo utilizado.

### **Cámara fría**

El área cuenta con tres racks de almacenamiento, generalmente esta cámara es utilizada para el almacenamiento de materia prima que lo requiera.

### **Sector de pesado**

En este espacio se alistan las recetas para producción, tiene un área asignada a dos pesas, para pesar la cantidad de materia prima que necesitan en la elaboración de cada proceso, cuentan con un rak para colocar los sobrantes de materia prima de ingredientes secos.

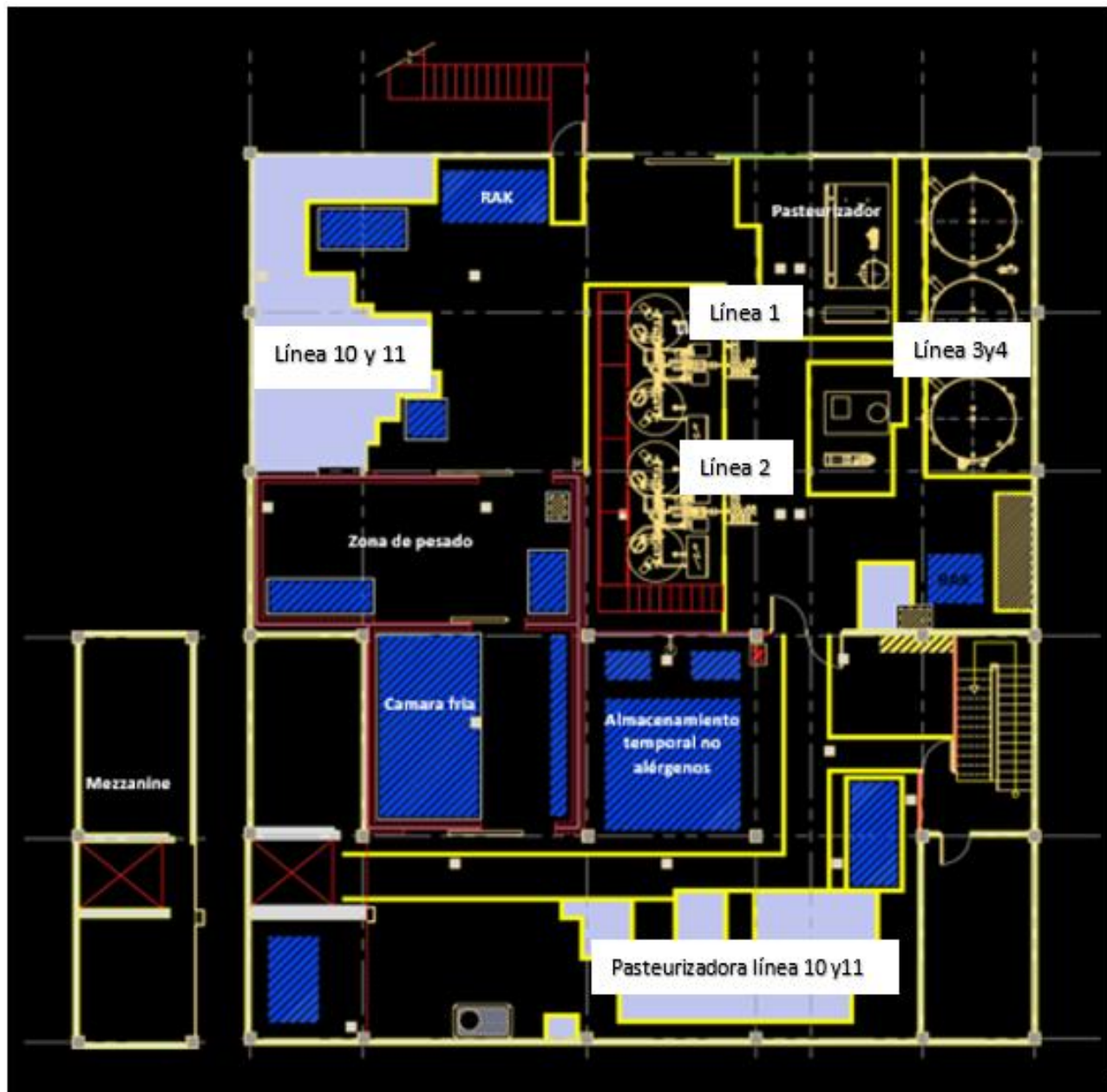
### **Almacenamiento temporal de materia prima pesada**

Estas zonas demarcadas están ubicadas a la par de cada línea de producción, el espacio designado es para un Rak, la función de este almacenamiento es mantener un orden con la materia prima pesada para la producción, cabe indicar que sí el Rak se llena proceden a utilizar pallets de plástico para colocar la materia prima pesada.

### **Distribución Actual de la Planta**

En la siguiente Figura 25 Planta actual, se observa la distribución de equipos y áreas dentro de la zona de preparación, el plano tiene una escala de 1:50.

Figura 25 Planta actual



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### Diagrama de relaciones

Para realizar el diagrama de relaciones, primeramente, se debe establecer los motivos y las proximidades, ya que, son fundamentales para la construcción del diagrama.

Tabla 63 Proximidad

	<b>Proximidad</b>
<b>A</b>	Absolutamente Necesario
<b>E</b>	Especialmente Importante
<b>I</b>	Importante
<b>O</b>	Ordinario
<b>U</b>	Sin Importancia
<b>X</b>	No deseable

Nota. Autora Gerlyn Mauris

La proximidad ayuda a identificar las áreas que deben de estar lo más cerca posible, como las áreas que no pueden tener ningún contacto, estas proximidades se colocan directamente en el diagrama de relaciones.

Según la regla del dedo que establece el porcentaje para la designación de la cantidad de relaciones según importancia de la siguiente manera, es decir, cada una de las proximidades tiene un porcentaje específico.

Tabla 64 Regla del dedo

<b>Proximidad</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Cantidad</b>
A/X	5%	4
E	10%	8
I	15%	12
O	20%	16
U	50%	39

Nota: Gerlyn Mauris

En la Tabla 64 Regla del dedo, se indica el porcentaje para cada proximidad y la cantidad que deben haber dentro del diagrama de relaciones, junto con la regla del dedo y la Tabla 63 Proximidad, se determinan los motivos.

En la Tabla 65 Motivos se utiliza para justificar el por qué tiene esa proximidad dentro del diagrama, a continuación, se presenta los motivos establecidos.

Tabla 65 Motivos

Código	Motivos
1	Flujo de material
2	Contacto frecuente
3	Contaminación
4	Flujo del proceso

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Una vez ya establecido los motivos, se procede identificar las ocho áreas que aportan directamente en los procesos de cada familia, las cuales son;

-Almacenamiento temporal de materia prima de no alérgenos

-Cámara fría.

-Zona de pesado para productos no alérgenos.

-Los tanques de línea 1.

-Los tanques de línea 4 y 5.

-Los tanques de línea 10 y 11.

-Pasteurizador de línea 4, 5,10 y 11.

-Los almacenamientos de producto en proceso (RAK).

La empresa Embotelladora de Bebidas no alcohólicas requiere de nuevas áreas en la zona de preparación, para evitar pérdida de tiempo, contaminación cruzada y fatiga en los operarios, a

continuación se presenta la Tabla 66 Requerimientos de áreas con los requerimientos tanto para los producto alérgenos como los no alérgenos.

Tabla 66 Requerimientos de áreas

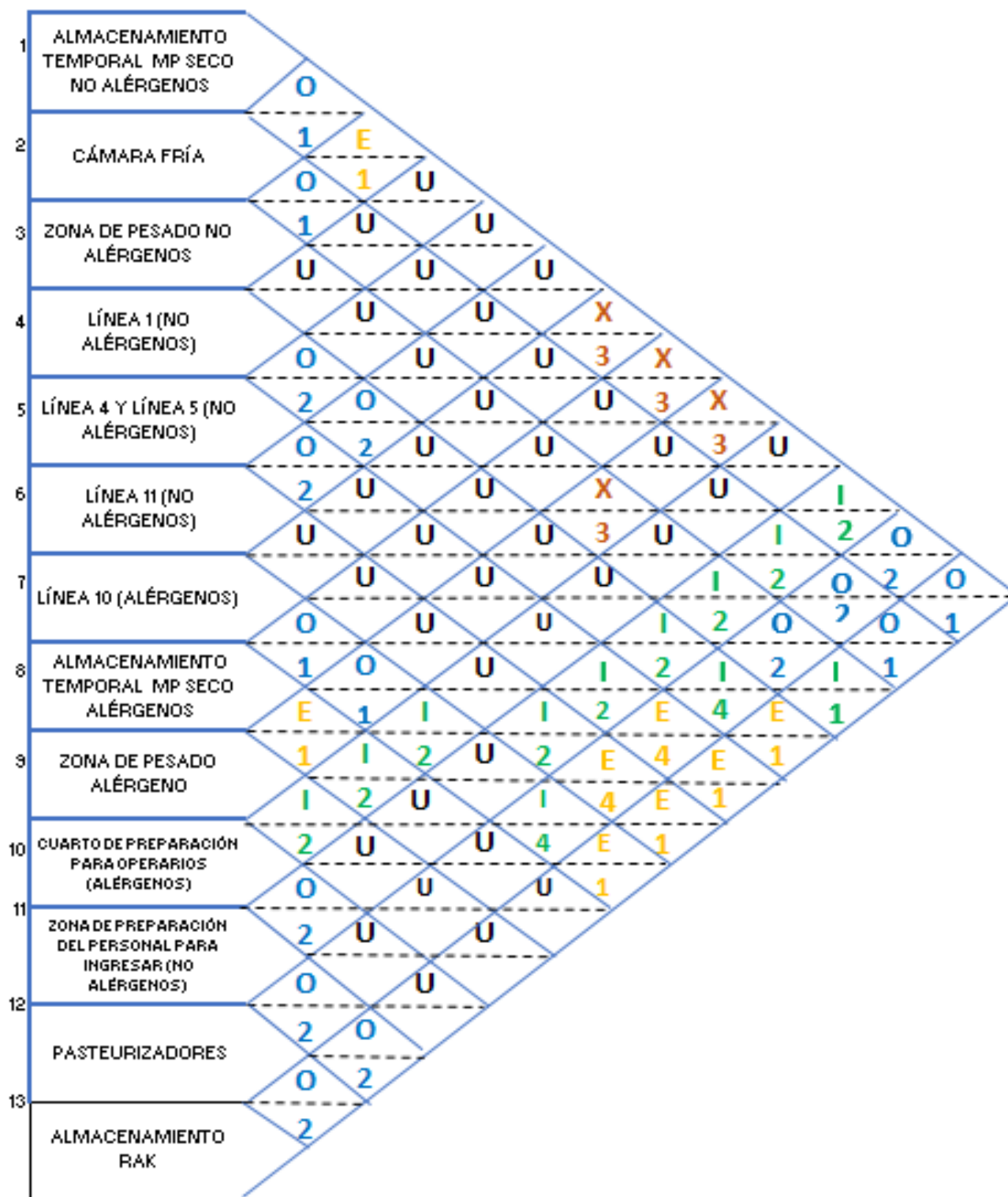
Productos alérgenos	Productos no alérgenos
Alérgenos en zona aislada.	No alérgenos en zona aislada
Tanques de línea 10 solo para alérgenos.	Área de mini laboratorio
Almacenamiento temporal para materia prima de alérgenos.	Almacenamiento temporal para materia prima de no alérgenos.
Cuarto de preparación para operarios.	Zona de pesado para no alérgenos
Zona de pesado para alérgenos	Almacenamiento de producto en proceso (raks)
Almacenamiento de producto en proceso (raks)	

Nota. Autora Gerlyn Mauris

La Tabla 66 Requerimientos de áreas, es utilizada como guía para satisfacer las necesidades de la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas y se tomarán en cuenta en el momento de construir el diagrama de relaciones, de esta forma contemplar dichas áreas y reflejarlas en los tres diseños del S.L.P.

A continuación, se procede a establecer el diagrama de relaciones con apoyo de la Tabla 63 Proximidad, Tabla 64 Regla del dedo y la Tabla 65 Motivos, con estos datos se identificará de forma correcta las áreas que deban permanecer más cerca y las que no puede tener contacto alguno.

Figura 26 Diagrama de relaciones



Nota. Autora Gerlyn Mauris

Para la interpretación del diagrama de relaciones se establece que son especialmente importantes las siguientes áreas:

- El almacenamiento temporal de materia prima debe estar cerca de la zona de pesado, para evitar que la materia prima recorra distancias innecesarias, dado que actualmente se encuentran muy separadas, además algunas veces cuando el operario está pesando la materia prima y olvida alguna materia prima o hace falta, debe devolverse y traerla, ya que la distancia y el recorrido es incómodo genera mudas en el proceso.
- En la zona de preparación de alérgenos, como requerimiento es crear una zona de pesado para materia prima para dicho producto, esta área debe de tener lo más cerca posible la zona de almacenamiento temporal de la materia prima, es importante que se encuentre aislado a los productos que no son alérgenos.
- Para todas las líneas es importante que haya un almacenamiento para el producto en proceso, para esto se utiliza los raks como un método Kanban.
- Para las líneas de 11 y de 10 es especialmente importante que el pasteurizador se encuentre cerca, actualmente solo existe uno para estas líneas en la zona de preparación, se requerirá de otro pasteurizador para el proceso de néctar y se utilizará el pasteurizador actual para el proceso de lácteos.

Seguidamente se ubica las relaciones que se consideran importantes:

- Es importante que todas las zonas de los productos no alérgenos este cerca del cuarto de preparación para que el operario ingrese a toda la zona de preparación.
- La zona de pesado debe estar ubicado en un punto estratégico, donde esté cerca del almacenamiento de producto en proceso, dado que una vez se pese la materia prima pasa directamente a los raks para después continuar hacia los tanques, no necesariamente se debe utilizar racks también se puede utilizar las tarimas.

Para las relaciones que son ordinarias o consideradas como normales son:

- Almacenamiento temporal de materia prima puede cercar de la cámara fría.
- No presentaría ningún problema si la cámara fría, estuviera cerca o no de la zona de pesado de materia prima de productos no alérgenos.

- No es totalmente necesario que las líneas de productos no alérgenos estén cerca, ya que los procesos para cada producto no interactúan entre sí, en el momento de preparar.
- Los tanques para la línea de productos alérgenos necesariamente no tiene que estar cerca de la zona de pesado, ya que esa zona de podría clasificar como un sector húmedo y la parte de pesado como sector de secos.

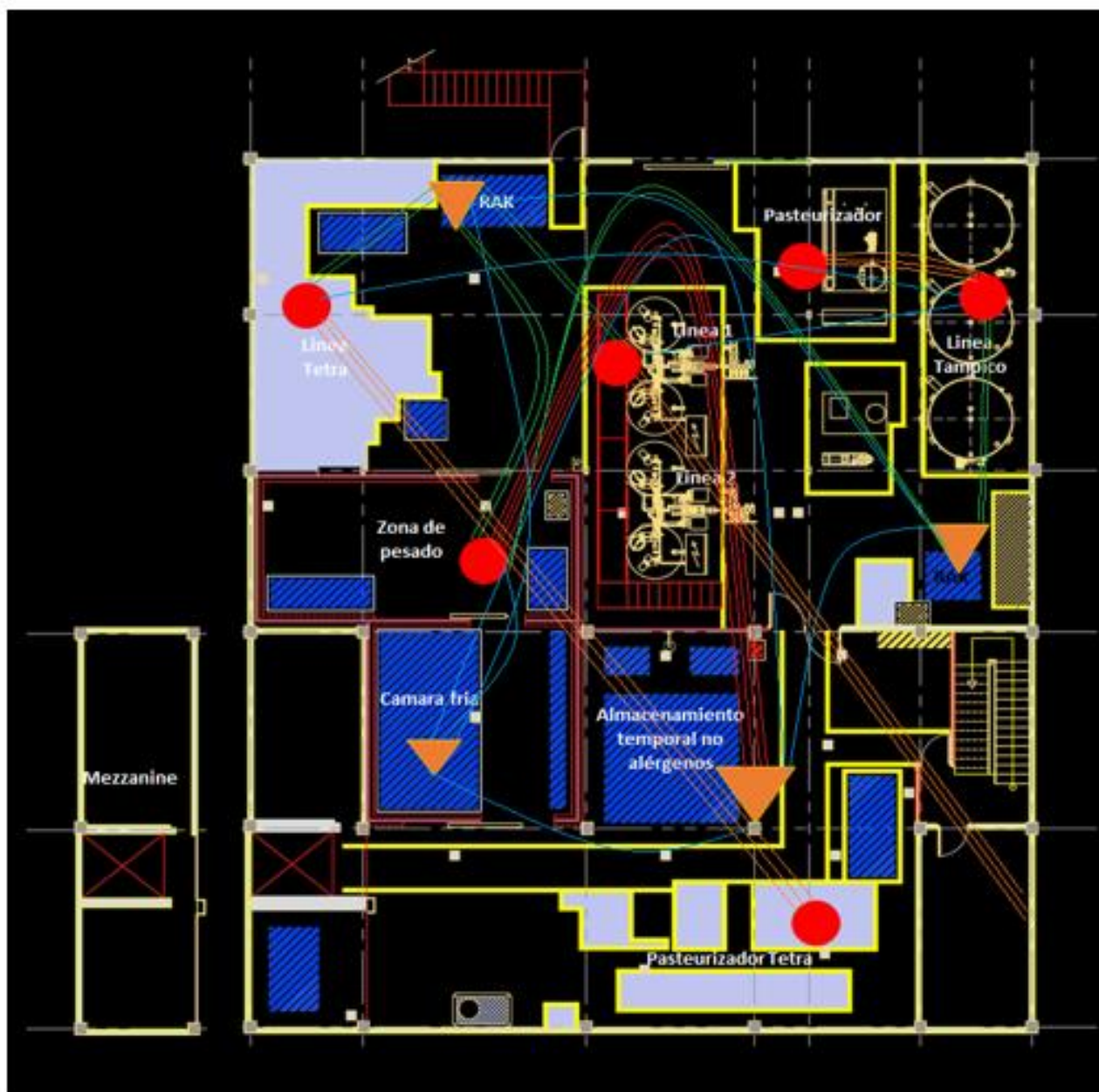
Se presenta varias áreas que es mejor que no se relacionen entre sí:

- Para el cumplimiento de las normas de inocuidad, por ninguno motivo debe presentarse contaminación cruzada con los productos alérgenos y no alérgenos, por lo que es importante que las áreas de almacenamiento temporal de materia prima, ni la línea 1 se debe de relacionar con la zona de pesado de alérgenos, aunque en el diagrama solo exprese esas áreas, lo importante es que ninguna área que involucre productos alérgenos este en contacto con la zona de productos no alérgenos.

### **Diagrama de recorridos**

Con el diagrama de recorridos, se puede visualizar de forma más sencilla el diagrama de relaciones y es de ayuda para realizar los diseños de redistribución de planta, ya que, se tomará en cuenta las áreas que necesitan estar más cercanas a otras, se puede observar que los recorridos de almacenamiento temporal hasta la zona de pesado es bastante larga e incómoda, además de tener que pasar con una perra hidráulica por toda el área de elaboración, esto representa una muda de transporte y también se identifica que los tanques de línea 10 y 11, están muy separados del pasteurizador.

Figura 27 Diagrama de recorridos



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### Requerimiento para elaborar la propuesta

Con base a las normas de inocuidad se levanta los requisitos que deben considerarse para realizar los diseños de redistribución, además se toman en cuenta otros requisitos solicitados por el encargado de la zona de preparación.

Tabla 67 Requerimiento de inocuidad y estructura

Número de requerimiento	Tipo	Descripción de alto nivel	Solicitante	Cargo
1	Estructura	Mantener las dimensiones actuales de la zona de pesado (aunque se puede reducir un poco) considerando las balanzas y el Rak, además considerar extractor de polvos	Erick Rodríguez	Coordinador de Producción
2	Estructura	Zona exclusiva para el pesado de alérgenos (las dimensiones pueden ser pequeñas). Hay que considerar que si el incremento en volumen de alérgenos crece el área debería tener un tamaño mayor	Erick Rodríguez	Coordinador de Producción
3	Estructura	Considerar espacio que hay en el área seca Preparación a la par del elevador, se podría aprovechar para colocar aquí algún equipo.	Erick Rodríguez	Coordinador de Producción
4	Estructura	valorar agrandar el segundo piso utilizando el espacio encima de línea 4	Erick Rodríguez	Coordinador de Producción
5	Estructura	Valorar espacios que pudiéramos tener entre el área de tetra y área de gasificados para colocar el Flex de tetra.	Erick Rodríguez	Coordinador de Producción
6	Estructura	Valorar espacio de los tanques de línea 2 ya que casi no se utilizan. (solo para mezclas)	Erick Rodríguez	Coordinador de Producción
7	Estructura	Trasladar los productos de línea 4 a línea 9.	Erick Rodríguez	Coordinador de Producción

Número de requerimiento	Tipo	Descripción de alto nivel	Solicitante	Cargo
8	Inocuidad	garantizar zona aislada (de las áreas libres de alérgeno, de piso a techo y de pared a pared) para pesado y adición de ingredientes	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
9	Inocuidad	equipos exclusivos para alérgenos (tanques, mezclador, tuberías, etc)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
10	Inocuidad	utensilios de limpieza y de pesado exclusivos para alérgenos y que se almacenen dentro de la zona aislada (dentro de esta también hay que buscarles un punto que no vayan a ser contaminantes del ambiente o producto)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
11	Inocuidad	racks exclusivos para sobrantes de ingredientes alérgenos (zona aislada)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
12	Inocuidad	inyección/extracción independiente y hacia el exterior de planta (que no conecte con la inyección de otras áreas porque puede succionar el alérgeno)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
13	Inocuidad	lavamanos no manual y exclusivo para la zona de alérgenos (con todos los implementos: letrero, jabón, papel, alcohol)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad

<b>Número de requerimiento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción de alto nivel</b>	<b>Solicitante</b>	<b>Cargo</b>
14	Inocuidad	pila para el lavado de utensilios de limpieza y palas (diferente a la de lavado de manos)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
15	Inocuidad	pila para el lavado de manos	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
16	Inocuidad	todas las pilas deben desaguar en el drenaje que conecte a PTAR y no sobre el piso	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
17	Inocuidad	balanzas y mesa de trabajo exclusivas	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
18	Inocuidad	lavado de calzado o cubre-zapatos, espacio para hacer el cambio de uniforme antes de salir de la zona de alérgenos (donde colgar y donde botar gabacha, cofia, cubre-barba, cubre-zapatos)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
19	Inocuidad	tener ruta de tránsito con alérgenos que no se cruce con otras zonas o materiales libres de alérgenos	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
20	Inocuidad	transitar los alérgenos en algún tipo de cápsula o forro que en caso de	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de

Número de requerimiento	Tipo	Descripción de alto nivel	Solicitante	Cargo
		daños en el embalaje puedan quedar contenidos sin derramarse		Calidad e Inocuidad
21	Inocuidad	curvaturas sanitarias entre piso-pared, pared-pared, techo-pared para facilitar la limpieza, drenajes exclusivos y desniveles que guíen el agua hacia ellos permitiendo el drenado completo para evitar agua estancada	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
22	Inocuidad	acabados sanitarios en la infraestructura para minimizar acumulación de polvos con alérgenos y facilitar la limpieza	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
23	Inocuidad	colores claros (preferiblemente blancos), iluminación adecuada para garantizar una buena limpieza e inspección (asegurar que las sombras no sean un impedimento)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
24	Inocuidad	cobertores anti-quebraduras en las luces o luces led con COA que indique anti-quebraduras	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
25	Inocuidad	puertas que cierren herméticamente (sin luz en ninguno de los 4 costados)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
26	Inocuidad	puertas y portones que no permanezcan abiertas (brazo hidráulico)	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad

<b>Número de requerimiento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción de alto nivel</b>	<b>Solicitante</b>	<b>Cargo</b>
27	Inocuidad	manguera exclusiva para la zona de alérgenos	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
28	Inocuidad	todos los drenajes deben tener protección para evitar el ingreso de objetos al mismo o la salida de plagas y malos olores	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
29	Inocuidad	pisos sin grietas, techo sin grietas, paredes sin grietas	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
30	Inocuidad	facilidad de acceso para las limpiezas de equipos e infraestructura	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
31	Inocuidad	Caja o mueble (de material no poroso, no madera) para guardar los implementos de higiene (gabacha, cobertores, cofia).	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad
32	Inocuidad	personal exclusivo dedicándose a las labores de alérgenos	Helena Barrera	Jefe Sistema Gestión de Calidad e Inocuidad

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 67 Requerimiento de inocuidad y estructura, se puede observar los requerimientos que se debe tener presente en el momento de realizar las tres propuestas de distribución de la zona de preparación.

## CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- El proceso de elaboración de lácteos ocasiona modificaciones físicas temporales en la zona de producción, esto tiene como consecuencia que el proceso de elaboración no sea el más apropiado, ya que los espacios asignados para el almacenamiento de materia prima de lácteos son muy reducidos y no deja el espacio adecuado para el tránsito del operario.
- La entrada de la materia prima de lácteos fluye por las mismas áreas de los productos que no son alérgenos, aunque el producto va forrado con plástico, esto no garantiza un 100% de protección y podría darse una contaminación cruzada.
- El tiempo que CIP se utiliza para el cambio de producto en línea 10 es de 4 horas a 12 horas, dependiendo del cambio, aunque es un proceso manual, no deja de afectar la utilización de los tanques, es decir, ese tiempo podría ser efectivo para producción.
- Para la estrategia de campo, la zona de producción no tiene actualmente la capacidad de metros cuadrados para recibir la materia prima, dado a que la distribución actual no es la más adecuada.
- La separación de los sectores húmedos y secos, actualmente no cumplen, ya que, los equipos que se consideran como un proceso húmedo, se encuentran en sectores clasificados como secos.
- Es importante tener cerca los químicos de limpieza y herramientas para realizar el COP.
- La zona de preparación cuenta con tiempos estándar, donde los procesos de elaboración duran 60 minutos, pero según el estudio de tiempos hay un aumento aproximadamente de 10 min por producto.
- La distribución actual que tiene la planta provoca que el operario y la materia prima hace grandes recorridos, provocando que se presenten mudas en el proceso.

### **Recomendaciones**

- Realizar un estudio de cargas de trabajo, ya que, en la zona de preparación se puede observar que no existe una distribución de actividades adecuada y algunas veces la sobre carga de toda una producción cae en un solo operario.
- Estandarizar y documentar los procedimientos que se generan dentro de la zona de preparación, dado que los operarios trabajadores antiguos, no utilizan ninguna guía para realizar las actividades sino que se basan en experiencia, esto muchas veces provoca mudas dentro del proceso de elaboración.
- Para el transporte de materia prima de productos alérgenos dentro de la zona considerar en utilizar un forro de protección resistente para evitar cualquier accidente y alguna contaminación cruzada.
- Establecer tiempos estándar en el laboratorio de análisis de muestras, para evitar demoras en preparación.

## **CAPÍTULO VI PROPUESTA**

La presente propuesta que se concluyó para la empresa Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas está sujeto al modelo SLP ( Systematic Layout Plannig) para esto se confeccionó una propuesta de diseño para una redistribución de planta, con el objetivo de mejorar el movimiento de materia prima, mano de obra y evitar contaminación cruzada de los productos, se tomó en cuenta las solicitudes de la empresa con respecto a crear una estrategia de campo para un escenario crítico en producción y los requerimientos por parte del jefe de sistema de gestión de calidad e inocuidad y el coordinador de producción.

Con los datos obtenidos del diagnóstico actual de la distribución de planta en la zona de preparación , se analizará las posibles soluciones y se seleccionará el diseño que cumpla con las solicitudes de la empresa.

### **Análisis de Soluciones de Diseños**

Las posibles soluciones de diseño para la redistribución de planta tiene como objetivo crear alternativas que suplan las necesidades de la empresa. Sin embargo, aunque estas soluciones estén fundamentadas en llevar una secuencia lógica, es decir, una distribución en cadena para disminuir el recorrido de materiales, evitar la contaminación cruzada y mejorar el flujo de cada proceso, es importante analizar los cambios físicos para optar por la mejor alternativa.

#### **Solución A**

En la solución A se busca en primera estancia separar los productos alérgenos con los productos no alérgenos y con base en eso reubicar las demás áreas según la Figura 26 Diagrama de relaciones, se procede a detallar las modificaciones en el área de alérgenos y seguidamente el área que comprende los productos no alérgenos.

#### **Área de alérgenos**

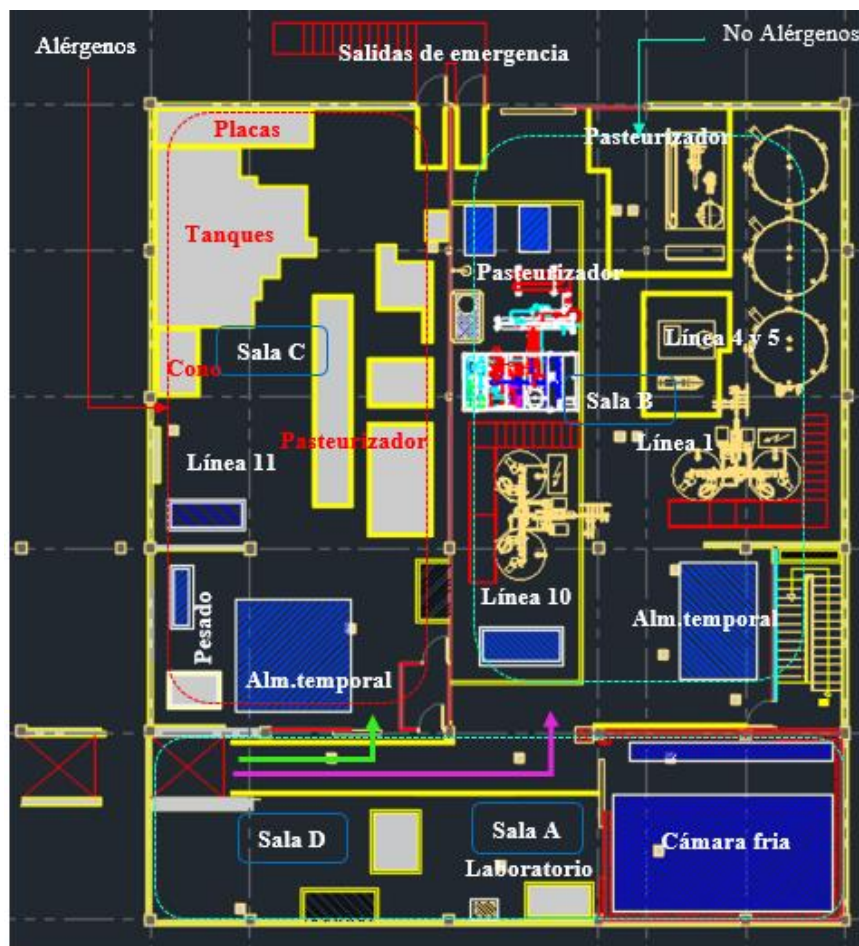
Esta área se puede identificar en el plano con un círculo rojo, en esta zona se encuentra los tanques, placas de enfriamiento, cono de micro ingredientes y pasteurizador para línea 10, además se crea el área de pesado para materia prima y el almacenamiento temporal de la misma, la materia prima tiene una entrada independiente al operario, ya que, el colaborador ingresaría por la entrada del cuarto de preparación, esta zona también cuenta con su propia salida de emergencia.

### Área de no alérgenos

Esta área se identifica con dentro del círculo celeste, esta zona de productos no alérgenos se encuentran los tanques de línea 11 con su respectivo pasteurizador, tanques de línea 4 y 5 con el pasteurizador y los tanques de línea 1, se reubica la cámara fría al aumentar su capacidad de 31,524 m<sup>2</sup> a 41,048 m<sup>2</sup> y se asigna una pequeña área para un mini laboratorio, esta zona cuenta con su propia salida de emergencia, es importante indicar, que la zona de pesado de los productos no alérgenos estaría reubicado en otra área de pesado en el primer piso.

Aunque ambas áreas se encuentre totalmente aisladas dentro de la zona de preparación, lo único que deben compartir es el ingreso de la materia prima por el ascensor, ya que, esta es la única vía que existe, se puede observar en la siguiente figura con flecha verde (alérgenos) y flecha morada (no alérgenos) el ingreso de la materia prima a sus áreas correspondientes.

Figura 28 Solución A



Nota. Autora Gerlyn Mauris

## **Solución B**

Al igual que la solución A, lo principal es separar los procesos para elaborar productos alérgenos y productos no alérgenos, para evitar la contaminación cruzada, como resultado es necesario crear dos áreas independientes dentro de la zona de preparación, se procede a detallar las modificaciones establecidas en esta solución para cada una de las áreas.

### **Área de alérgenos**

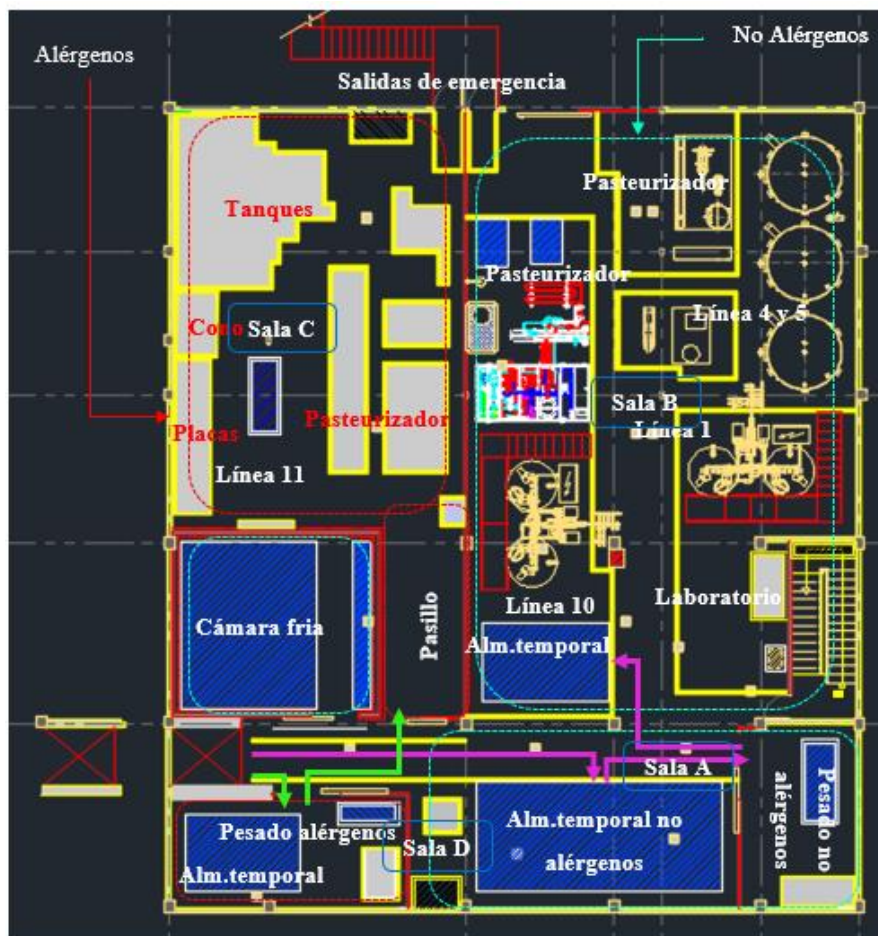
Esta área se puede identificar en el plano con un círculo rojo, en esta zona se encuentra los tanques, placas de enfriamiento, cono de micro ingredientes y pasteurizador para línea 10, además se crea una cabina solo para el área de pesado de materia prima y el almacenamiento temporal de la misma, el ingreso al área de elaboración de productos alérgenos es mediante un pasillo aquí transita tanto operario como materia prima, se considera que esta zona debe contar con propia salida de emergencia.

### **Área de no alérgenos**

Esta área se identifica con dentro del círculo celeste, esta zona de productos no alérgenos se encuentran los tanques de línea 11 con su respectivo pasteurizador, tanques de línea 4 y 5 con el pasteurizador y los tanques de línea 1, la cámara fría mantiene su misma capacidad pero se desplaza a la izquierda, se crea un cabina para el área de pesado de materia prima para productos no alérgenos y áreas de almacenamiento, también se asigna una pequeña área para un mini laboratorio y se considera que cuente con su propia salida de emergencia.

En esta solución las áreas de elaboración están completamente aisladas, pero las áreas de pesado se encuentran en cabinas a poca distancia del área de elaboración, siguen compartiendo el ascensor como ingreso de materia prima, ya que, es la única vía de entrada a la zona de preparación, se puede observar en la siguiente figura con flecha verde (alérgenos) y flecha morada (no alérgenos) el ingreso de la materia prima a sus áreas correspondientes.

Figura 29 Solución B



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### Solución C

En la solución C, se busca separar los procesos para elaborar productos alérgicos y productos no alérgicos y evitar la contaminación cruzada, esto lleva a crear dos áreas independientes dentro de la zona de preparación, se procede a detallar las modificaciones establecidas en esta solución para cada una de las áreas.

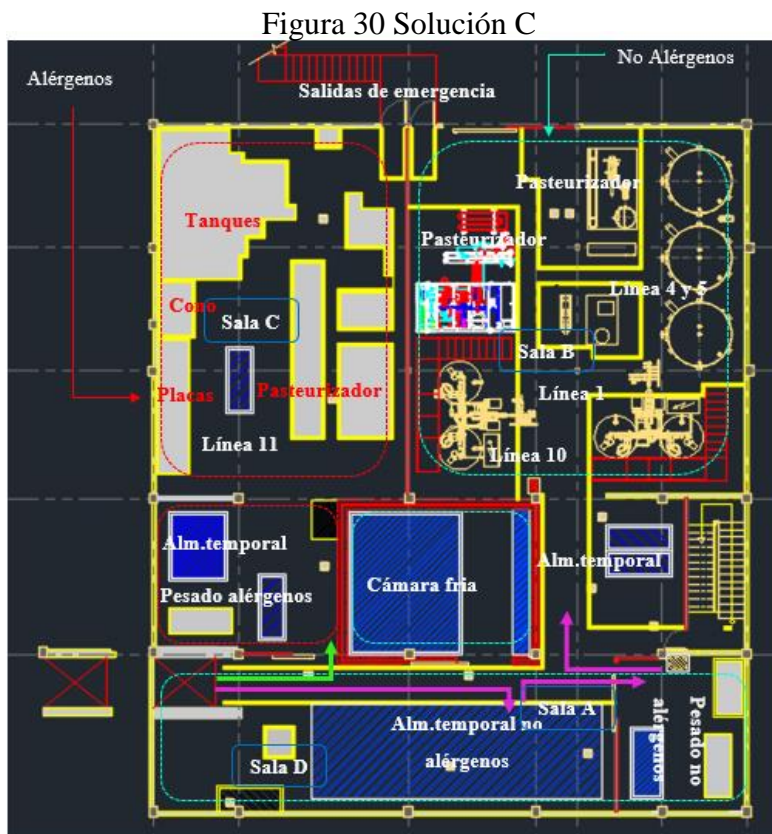
#### Área de alérgenos.

Esta área se puede identificar en el plano con un círculo rojo, en esta zona se encuentran los tanques, placas de enfriamiento, cono de micro ingredientes y pasteurizador para línea 10, además se crea el área de pesado para materia prima y el almacenamiento temporal de la misma, se considera para esta zona su propia salida de emergencia.

### Área de no alérgenos

Esta área se identifica con dentro del círculo celeste, esta zona de productos no alérgenos se encuentran los tanques de línea 11 con su respectivo pasteurizador, tanques de línea 4 y 5 con el pasteurizador y los tanques de línea 1, la cámara fría mantiene su misma capacidad pero se desplaza a la derecha, se crea un cabina para el área de pesado de materia prima para productos no alérgenos y áreas de almacenamiento, también se asigna una pequeña área para un mini laboratorio y se considera que cuente con su propia salida de emergencia.

Para esta solución, el área de alérgenos está completamente aislada del área de no alérgenos, tiene el área de pesado y almacenamiento temporal para materia prima de productos alérgenos, en el caso del área de no alérgenos aún mantiene todas las líneas pero el espacio se reduce mucho y limita esa zona hacer flexible en caso de ingresar otra línea, mientras que en la parte de pesado de no alérgenos tiene todo el espacio para recibir materia prima, se puede observar en la siguiente figura con flecha verde (alérgenos) y flecha morada (no alérgenos) el ingreso de la materia prima a sus áreas correspondientes.



Nota. Autora Gerlyn Mauris

Una vez ya obtenido el análisis de cada posible solución, se procede a desglosar los trabajos necesarios que deben realizarse para hacer posible cada solución, en estos trabajos se tiene que contemplar los requerimientos establecidos en la Tabla 67 Requerimiento de inocuidad y estructura.

Los trabajos establecidos para las tres soluciones son iguales, ya que, se deben trabajar las mismas áreas, a continuación, se presenta el desglose de cada uno:

### **Cielorraso**

Dado que solo las salas B,C y la zona de pesado cuenta con cielorraso de tablilla plástica en la planta actual, se valora el uso de la misma en las salas D y A, esto permitirá a que toda el área sea apta para producción y la convierte en una zona flexible para futuros cambios.

### **Cámara fría**

En las tres soluciones se puede observar que la cámara fría se desplaza, por ende, es necesario determinar el costo del mismo, tanto el movimiento estructural como el sistema interno de enfriamiento, además, de todo el cableado eléctrico incluyendo lámparas e interruptores.

### **Equipo**

Los equipos de línea 10 y 11 se reubican en diferentes posiciones en las tres soluciones, es necesario contemplar tanto el movimiento de los equipos, la parte eléctrica de los mismos y la programación.

### **Estructural**

En cada solución se remueve el mezzanine por completo, esto porque no tiene ningún uso que le agregue valor a los procesos y segundo se necesita de ese espacio para realizar los movimientos de áreas requeridos, es por esto, que en la cotización estructural se contempla el trabajo civil.

### **Panel eléctrico**

El panel eléctrico de la zona de preparación es el corazón para el funcionamiento de toda esta zona, actualmente se encuentra ubicado dentro de la misma, ya que, en las tres soluciones requiere de abrir toda la sala, es decir, hacer una sola sala con A, B y D, es necesario el movimiento del thermo panel que esta como divisor y ubicar el panel eléctrico afuera de la zona de preparación.

### **Thermopanel**

Cada solución cuenta con nuevas salas o divisiones, para esto se utilizará el thermopanel, es importante aclarar que actualmente esta zona ya cuenta con paredes de thermopanel que se estarán reutilizando para el diseño elegido como propuesta, en caso de necesitar más se cotiza como material nuevo.

### **Sistema de inyección y extracción**

Este sistema es de suma importancia porque ayudará a evitar la contaminación cruzada por movimientos de aire, estos sistemas se utilizarán en el área de alérgenos y en el área de no alérgenos.

### **Drenajes**

Los drenajes se establecerán tanto en el área de alérgenos y no alérgenos, estos no pueden tener contacto entre sí, es decir, los drenajes para el área de alérgenos estarán completamente aparte de los drenajes de no alérgenos, para evitar alguna contaminación cruzada por ese medio.

### **Pintura**

La pintura es considerada para las tres soluciones, ya sea para paredes o bien para la marcación de equipos, pasillos y zonas de almacenamientos.

### **Reparación de pisos**

Se utiliza para reparaciones de grietas o imperfecciones de los suelos en caso que se presente en alguna de las tres soluciones.

Una vez determinado el puntos por trabajar para las posibles soluciones, se procede a establecer fechas de visita con los proveedores a la zona de preparación, de modo que puedan ver exactamente lo que se está buscando con las tres soluciones.

### **Cotizaciones**

Ya establecido los trabajos por realizar para las tres soluciones, se procede a realizar las cotizaciones correspondientes de cada una, para tener una visión más amplia en el momento de evaluar la solución de la propuesta, ya que, los factores que influyen en la toma de esta decisión son los beneficios y la inversión, ver apéndice 4, apéndice 5.

Tabla 68 Cotizaciones

Proveedores	Solución A	Solución B	Solución C
Cielorraso			
Proveedor A1	\$15.419	\$11.408	\$11.408
Proveedor B1	\$9.616	\$9.616	\$9.616
Cámara Fría			
Proveedor C1	\$30.658	\$27.224	\$27.559
Proveedor D1	\$25.880	\$239.450	\$19.605
Equipos			
Proveedor A2	\$49.000	\$49.000	\$49.000
Estructural			
Proveedor A1	\$20.155	\$5.534	\$5.524
Panel eléctrico			
Proveedor B2	\$16.561	\$16.561	\$16.561
Proveedor C2	\$28.350	\$28.350	\$28.350
Thermopanel			
Proveedor C1	\$30.993	\$35.181	\$31.998
Sistema de inyección y extracción			
Proveedor A2	\$45.000	\$45.000	\$45.000
Drenajes			
Proveedor C1	\$10.000	\$10.000	\$10.000

Proveedores	Solución A	Solución B	Solución C
Pintura			
Proveedor D1	\$5.000	\$5.000	\$5.000
Reparación de pisos			
Proveedor B2	\$15.000	\$15.000	\$15.000

Nota. Autora Gerlyn Mauris

Con la Tabla 68 Cotizaciones, se determinan las diferentes ofertas por los proveedores para los trabajos en cada solución, se procede a agrupar los precios más económicos.

Tabla 69 Inversión

Trabajos	Solución A	Solución B	Solución C
Cielorraso	\$9.616	\$9.616	\$9.616
Cámara fría	\$30.658	\$27.224	\$27.559
Equipo	\$49.000	\$49.000	\$49.000
Estructural	\$20.155	\$5.534	\$5.526
Panel eléctrico	\$16.561	\$16.561	\$16.561
Thermopanel	\$30.993	\$35.181	\$31.998
Sist, inyección y extracción	\$45.000	\$45.000	\$45.000
Drenajes	\$10.000	\$10.000	\$10.000
Pintura	\$5.000	\$5.000	\$5.000
Reparación de pisos.	\$15.000	\$15.000	\$15.000

Trabajos	Solución A	Solución B	Solución C
<b>TOTAL</b>	<b>\$231.984</b>	<b>\$218.116</b>	<b>\$215.260</b>

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 69 Inversión, se puede observar que la solución con mayor inversión es la A, ya que, la diferencia con las otras soluciones el movimiento total de la cámara fría y el trabajo estructural eleva la inversión, en el caso de la solución B tiene el precio moderado y la solución C es el diseño de menor inversión, esta información ayudará en el momento de elegir la solución o diseño para la propuesta.

### **Elección de la Solución para la Propuesta**

En este punto del proceso se tiene tres posibles soluciones, algunos de los cuales puede ser satisfactorio. Sin embargo, la mejor opción resultará de confrontarlos, de modo que se aprovechen las situaciones más positivas de cada una de ellas, para esto se crea una evaluación tomando los criterios más relevantes e inversiones y poder medir si las soluciones cumplen, no cumplen en su totalidad o no cumplen con dichos criterios, de esta forma confrontar y elegir la solución más favorable para la zona de preparación y posteriormente se someterá al planteamiento detallado de la solución elegida.

Tabla 70 Evaluación de soluciones

Criterios relevantes	Solución A (\$231.984)	Solución B (\$218.116)	Solución C (\$215.260)
Capacidad de brindar servicio en litros de jugo en un escenario crítico de las líneas de producción.	Cumple	Cumple	Cumple
Evitar contaminación cruzada entre los productos alérgenos y no alérgenos.	Cumple	Cumple	Cumple
Tener las áreas de almacenamiento temporal, pesado y elaboración tanto de alérgenos como no alérgenos dentro de la zona de preparación.	No cumple	Cumple	Cumple

Criterios relevantes	Solución A (\$231.984)	Solución B (\$218.116)	Solución C (\$215.260)
Cumplimiento de los requerimientos solicitados por la empresa.	Cumple	No cumple en su totalidad	No cumple en su totalidad
Distribución flexible para demandas futuras.	Cumple	Cumple	No cumple
Distribución en cadena para productos alérgenos	Cumple	Cumple	Cumple
Distribución en cadena para productos no alérgenos	Cumple	Cumple	Cumple
Aprovechamiento de espacio cúbico	No cumple en su totalidad	Cumple	No cumple en su totalidad

Nota. Autora Gerlyn Mauris

En la Tabla 70 Evaluación de soluciones, se presenta la cantidad de criterios cumplidos, los que no cumplen en su totalidad y los criterios que definitivamente no cumplen en las soluciones posibles, con esta información y la inversión de cada solución, se procede a elegir el diseño más favorable.

### **Selección de diseño**

Para tomar la decisión se realiza una reunión con las personas y encargados involucrados en la zona de preparación de la empresa Embotelladora de bebidas no alcohólicas, se procede a realizar una dinámica donde se utiliza como una tabla aspectos para analizar y por medio de un consenso asignar una nota a cada uno de dichos aspectos, de manera que la solución que tenga la nota más alta se considera como el diseño más favorable para la la empresa, ver apéndice 3.

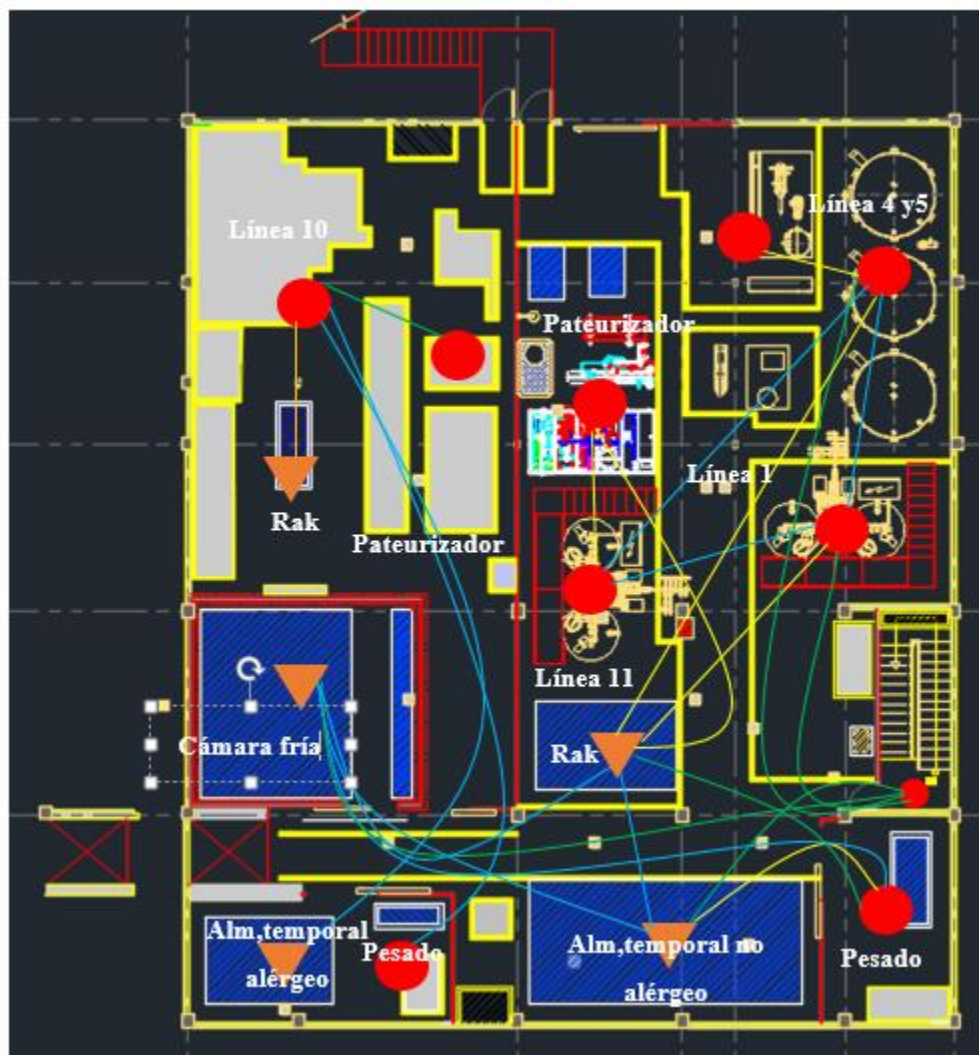
Una vez realizada la dinamica la solución que cumple con los aspectos es el diseño B, ya que, obtiene una nota de 96, determinando que este diseño es el más conveniente para la zona de preparación.

La empresa Embotelladora de bebidas alcohólicas indica que por temas de confidencialidad no se procede a realizar la evaluación económica, es por esto que únicamente se procede a indicar los beneficios que esta solución B le estará dando a la empresa.

Por otro lado, ya que se conoce la solución elegida como propuesta, se someterá a un plan detallado para un panorama más completo de la solución B, se realizará el diagrama de relaciones y los beneficios que brindará.

### Diagrama de recorridos solución B

Figura 31 Diagrama de recorridos solución B



Nota. Autora Gerlyn Mauris

### Beneficios del solución B

A continuación, se presenta los beneficios que suman y restan en la distribución de planta para la zona de preparación en la empresa Embotelladora de Bebidas no Alcohólicas, tal y como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 71 Beneficios Solución B

<p>▲ Flujo y manejo de materiales.</p>	<p>▼ Distancias por recorrer en el proceso</p>
<p>▲ Satisfacción del personal.</p>	<p>▼ Riesgo de contaminación cruzada entre producto alérgenos y no alérgenos.</p>
<p>▲ Capacidad de servicio a las líneas de producción a un 100%.</p>	<p>▼ Reduce la congestión y el área de suelo ocupado.</p>
<p>▲ Uso más efectivo de la maquinaria, mano de obra y servicios.</p>	<p>▼ Disminuye la cantidad de material en proceso.</p>
<p>▲ Seguridad laboral.</p>	<p>▼ La diversidad de tareas asignadas a los trabajadores reduce la insatisfacción y desmotivación.</p>
<p>▲ Supervisión y control de las actividades.</p>	<p>▼ Riesgos y deterioros del material.</p>
<p>▲ Aumento de la producción.</p>	<p>▼ Reduce riesgos de accidentes de trabajo, eliminando lugares inseguros, pasos peligrosos y materiales en los pasillos.</p>
<p>▲ Flexibilidad para cambios en los productos y en el volumen de demanda.</p>	
<p>▲ Se adapta a una gran variedad de productos</p>	

Nota. Autora Gerlyn Mauris

## REFERENCIAS

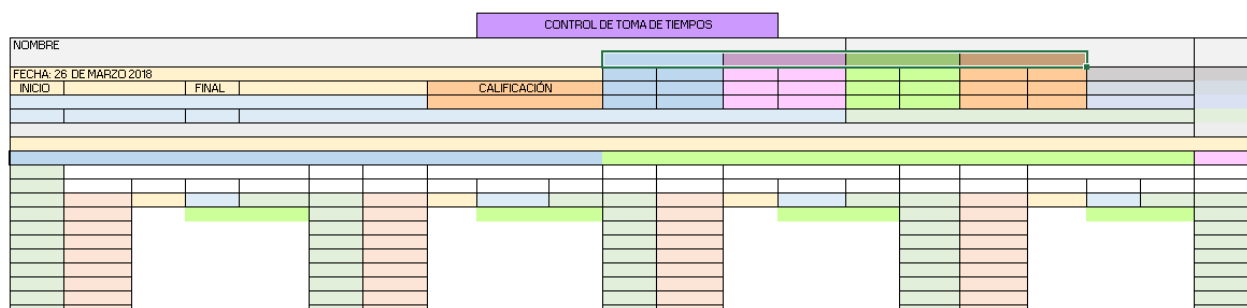
### Trabajos citados

- Agustin, J. (2012). *MEJORA DE METODOS Y TIEMPOS DE FABRICACION*. España: Marcombo, Ediciones Técnicas.
- Aroca, D. (s.f). *Análisis de métodos y tiempos. Cómo realizarlo paso a paso*. Obtenido de LeanManufacturing10: <https://leanmanufacturing10.com/analisis-metodos-tiempos>
- Banco, R. (17 de 01 de 2017). *meetlogistics*. Recuperado el 13 de 05 de 2017, de <https://meetlogistics.com/productividad/capacidad-de-planta/>
- Becerra, D. (2006). Propuesta de Redistribución de Planta para la Empresa Industria Alimenticia Trigo y Miel LTDA. *repository*, 8.
- Bureau Veritas Mexicana. (2009). *Programa de prerrequisitos para la inocuidad de los alimentos*. Mexico: especificación técnica.
- Chase, R. (2009). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.
- Domínguez, J. (1995). *Investigación en servicios en el ámbito de la dirección*. España: McGraw-Hill.
- Genaro, P. C. (Domingo de agosto de 2010). Sistema de Produccion I. *Planeacion de la Capacidad*, pág. 1.
- Gracia, M., Yagüez, M., Lopez-Jurado, P., & Casanova, M. (2007). *Guía práctica de economía de la empresa II: áreas de gestión y producción*. España: Universitat Barcelona.
- Heinzer, J., & Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones, Decisiones estratégicas*. España: PEARSON EDUCACIÓN.
- Jose, R. O. (1999). *Ekementos de Micro Economia*. San Jose, Costa Rica: UNED.
- López, B. S. (2017). *Ingeniería Industrial*. Recuperado el 13 de 05 de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/capacidad-de-proceso/>

- Malmgren, B. (2 de Agosto de 2013). *Industria Alimenticia*. Obtenido de Industria Alimenticia: <https://www.industriaalimenticia.com/articles/86728-tecnologas-para-el-procesamiento-aseptico>
- Muther, R. (1961). *Systematic Layout Planning*. EEUU: Industrial Education Institute.
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial Metodos*,. Mexico: Mc Graw Hill.
- Núñez, A. (2014). *Dirección de operaciones, Decisiones tácticas y estratégicas*. España: UOC.
- Rivera, J. (2018). Propuesta de Diseño de Planta de la Empresa Dulcemía Gourmet para Aumentar la Capacidad Instalada. *bitstream* , 5.
- Soto Molina, C. A. (Marzo de 2012). *Gestion de la Cadena de Suministros*. Obtenido de Cadena de Suministros: <http://cadenadesuministrosotomolina.blogspot.com/2012/03/mrp-i-y-mrp-ii.html>
- SPC Consulting Group*. (2017). Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/bom/>
- Tellez, J. (2009). Implementación de un Sistema de Gestión de Inocuidad en una Empresa de Alimentos en polvo. *BIB*, 9.
- Universidad Autónoma de México. (2013). *Diagramas de Procedimientos*. México: Universidad Autónoma de México.



## Apéndice 2



## Apéndice 3

<b>Evaluación</b>			
Cada aspecto tiene se califica del 1 al 10, la solución con la nota más alta será considerada como el diseño más favorable			
	<b>Solución A</b>	<b>Solución B</b>	<b>Solución C</b>
Separación de productos alérgenos con productos no alérgenos	10	10	10
Cumplimiento con los requerimientos solicitados de inocuidad	10	8	6
Cumplimiento con los requerimientos solicitados de estructura	10	10	5
Área de pesado de productos no alérgenos	0	10	10
Área de pesado de productos alérgenos	10	10	10
Zona de almacenamiento de materia prima para alérgenos	10	10	10
Zona de almacenamiento de materia prima para no alérgenos	0	10	10
Integración de nuevos equipos	10	10	10
Utilización de equipos	10	10	10
Inversión económica	6	8	9
<b>NOTA</b>	<b>76</b>	<b>96</b>	<b>90</b>