



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN  
DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE YOGUR EN LA EMPRESA  
“PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A**

---

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

**ÁREA:** Industrial y manufactura

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, materiales y producción

**AUTOR:** Cristian Javier Orozco Vasquez

**TUTOR:** Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

**Ambato - Ecuador.**

**septiembre – 2022**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE YOGUR EN LA EMPRESA PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A”, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por Cristian Javier Orozco Vasquez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022.

-----  
Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE YOGUR EN LA EMPRESA "PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022.



Cristian Javier Orozco Vasquez

C.C. 0503490492

AUTOR

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Cristian Javier Orozco Vasquez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Titulación, titulado ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE YOGUR EN LA EMPRESA “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022.

-----  
Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Freddy Lema, Mg

PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. Israel Naranjo, Mg

PROFESOR CALIFIADOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022.



Cristian Javier Orozco Vasquez

C.C. 0503490492

AUTOR

## **DEDICATORIA**

*En primer lugar, este logro se lo dedico a Dios por haberme dado la vida, sabiduría y valor en los momentos más difíciles de mi vida para continuar y no rendirme.*

*A mis padres quienes han sido el pilar fundamental para llegar hasta donde estoy.*

*A mi madre Mariana por el apoyo incondicional que me ha brindado, sin importar los momentos buenos y malos, ahí a estado para guiarme.*

*A mi tía Mariana Cañaveral por ser como mi segunda madre, porque con su infinito amor y bondad ahí ha estado para mí y para toda mi familia dándonos su apoyo.*

*A mi hermano Jhony quien ha sido mi inspiración para llegar a mi meta y a ser el mejor ejemplo para él.*

*A mi prima Joselyn por enseñarme que para brillar no hay que llegar a ser grandes personas, basta con una risa o sonrisa tu mundo toma color y armonía.*

*“Ustedes son a quienes dedico y dedicare todos los logros de mi vida”.*

***Cristian Javier Orozco Vasquez***

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por haberme regalado el don de la vida para seguir cumpliendo día a día mis metas planteadas y poder ayudar a mi familia.*

*A mis padres y a mi tía Mariana por estar conmigo en los buenos y sobre todo en los malos momentos brindándome su apoyo incondicional.*

*Al Sr. Luis Casa la por haberme abierto las puertas de la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A.”, brindándome su confianza para desarrollar mi tesis sin ningún inconveniente.*

*A mi tutor Ing. Christian Ortiz, por haberme guiado el proceso de elaboración de mi tesis.*

*A todos mis amigos que me ayudaron, me apoyaron y fueron parte en el transcurso de mi carrera universitaria.*

*Por último, a la FISEI por darme la oportunidad de formarme tanto profesionalmente y como persona, con excelentes docentes.*

***Cristian Javier Orozco Vasquez***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
RESUMEN EJECUTIVO .....	XVIII
ABSTRACT .....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I- MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
1.1. Tema de investigación.....	3
1.2. Antecedentes investigativos.....	3
1.2.1 Contextualización del problema.....	4
1.2.2 Fundamentación teórica .....	6
1.3. Objetivos.....	28
1.3.1 Objetivo general .....	28
1.3.2 Objetivos específicos.....	28

<b>CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA</b> .....	29
2.1. Materiales .....	29
2.2. Métodos .....	30
2.2.1 Modalidad básica de investigación.....	30
2.2.2 Población y muestra .....	31
2.2.3 Recolección de información.....	31
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos .....	32
<b>CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	33
3.1. Análisis y discusión de los resultados .....	33
3.1.1 Reseña histórica.....	33
3.1.2 Estructura organizacional.....	35
3.1.3 Línea de productos .....	36
3.1.4 Determinación del producto de mayor demanda de la línea de producción de la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A.” a través de un análisis de ventas y gráfico ABC. ....	38
3.1.5 Descripción de procesos para el producto de mayor demanda .....	48
3.1.6 Recursos usados para la producción de Yogur de 4 litros Poma Fresa. ....	57
3.1.7 Descripción de equipos y maquinas utilizadas para la producción de Yogur de 4 litros Poma sabor a Fresa .....	58
3.1.8 Análisis de operaciones para la elaboración del Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa .....	59
3.1.9 Diagrama del flujo para el proceso elaboración del Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa .....	59
3.1.10 Diagrama sinóptico para el proceso de elaboración Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa .....	59

3.1.11 Diagrama de recorrido actual .....	59
3.1.12 Diagrama bimanual .....	65
3.1.13 Cursogramas analíticos para el proceso elaboración del Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa.....	73
3.1.14 Encuesta para obtener información acerca del sistema de trabajo y estudio de tiempos.....	81
3.1.15 Estudio de tiempos .....	90
3.1.16 Selección del operario .....	90
3.1.17 Número de observaciones .....	90
3.1.18 Descripción y codificación de las actividades o elementos .....	91
3.1.19 Cálculo del índice de desempeño .....	95
3.1.20 Suplementos .....	96
3.1.21 Cálculo de tiempo normal .....	96
3.1.22 Cálculo del tiempo estándar .....	96
3.1.23 Propuesta de mejora .....	112
3.1.24 Selección de una distribución de planta .....	113
3.1.25 Cálculo de requerimiento de superficie.....	114
3.1.26 Análisis SLP en las instalaciones .....	119
3.1.27 Diagrama de recorrido propuesto.....	127
3.1.28 Cursogramas analíticos propuestos .....	127
3.1.29 Simulación del proceso actual.....	128
3.1.30 Cálculo de máquinas necesarias para el proceso.....	132
3.1.31 Simulación del proceso propuesto.....	134
<b>CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>140</b>
4.1. Conclusiones.....	140

4.2. Recomendaciones .....	141
MATERIALES DE REFERENCIA.....	142
ANEXOS.....	147
Anexo 1. Mejoras del diagrama bimanual. ....	147
Anexo 2. Cursogramas analíticos propuestos .....	154
Anexo 3. Tablas de características de las máquinas por áreas.....	162
Anexo 4. Distribución propuesta. ....	164
Anexo 5. Encuesta.....	165
Anexo 6. Ponderación de factores para cada área.....	167

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Símbolos para la elaboración de diagramas según OIT .	8
<b>Tabla 2.</b> Valoración del ritmo de trabajo según OIT	14
<b>Tabla 3.</b> Numero de ciclos de observaciones recomendado por la General Electric.	16
<b>Tabla 4.</b> Movimientos eficientes que son realizados por el trabajador	21
<b>Tabla 5.</b> Movimientos ineficientes que son realizados por el trabajador.	22
<b>Tabla 6.</b> Interpretación de los valores de proximidad.	27
<b>Tabla 7.</b> Materiales empleados en la investigación.	29
<b>Tabla 8.</b> Datos generales de la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A”	35
<b>Tabla 9.</b> Línea de productos.	36
<b>Tabla 10.</b> Históricos de ventas.	38
<b>Tabla 11.</b> Inversión y porcentaje de consumo de cada producto.	40
<b>Tabla 12.</b> Porcentaje de consumo acumulado.	41
<b>Tabla 13.</b> Resultados de la metodología ABC.	43
<b>Tabla 14.</b> Resumen de zonas.	45
<b>Tabla 15.</b> Descripción del proceso control de calidad de materia prima.	49
<b>Tabla 16.</b> Descripción del proceso de descarga de materia prima.	50
<b>Tabla 17.</b> Descripción del proceso de homogenización	51
<b>Tabla 18.</b> Descripción del proceso de fermentación láctica.	52
<b>Tabla 19.</b> Descripción del proceso de batido.	54
<b>Tabla 20.</b> Descripción del proceso de envasado.	55
<b>Tabla 21.</b> Descripción del proceso de fechado.	56
<b>Tabla 22.</b> Descripción del proceso de almacenado.	57
<b>Tabla 23.</b> Descripción de equipos y maquinarias.	58

<b>Tabla 24.</b> Diagrama bimanual para el área de preparación. ....	65
<b>Tabla 25.</b> Diagrama bimanual para el área de fermentación. ....	67
<b>Tabla 26.</b> Diagrama bimanual para el área de dosificado. ....	69
<b>Tabla 27.</b> Diagrama bimanual para el área de almacenado. ....	71
<b>Tabla 28.</b> Resumen diagrama bimanual y planteamiento de mejora de cada área	72
<b>Tabla 29.</b> Cursograma analítico del proceso control de calidad de materia prim	73
<b>Tabla 30.</b> Cursograma analítico del proceso de descarga de materia prima.....	74
<b>Tabla 31.</b> Cursograma analítico del proceso de homogenización. ....	75
<b>Tabla 32.</b> Cursograma analítico del proceso de fermentación láctica. ....	76
<b>Tabla 33.</b> Cursograma analítico del proceso de batido.....	77
<b>Tabla 34.</b> Cursograma analítico del proceso de envasado. ....	78
<b>Tabla 35.</b> Cursograma analítico del proceso de fechado. ....	79
<b>Tabla 36.</b> Cursograma analítico del proceso de almacenado.....	80
<b>Tabla 37.</b> Resumen de cursogramas analíticos actuales. ....	80
<b>Tabla 38.</b> Distribución de frecuencia pregunta 1.....	81
<b>Tabla 39.</b> Distribución de frecuencia pregunta 2.....	82
<b>Tabla 40.</b> Distribución de frecuencia pregunta 3.....	84
<b>Tabla 41.</b> Distribución de frecuencia pregunta 4.....	85
<b>Tabla 42.</b> Distribución de frecuencia pregunta 5.....	86
<b>Tabla 43.</b> Distribución de frecuencia pregunta 6.....	87
<b>Tabla 44.</b> Distribución de frecuencia pregunta 7.....	88
<b>Tabla 45.</b> Distribución de frecuencia pregunta 8.....	89
<b>Tabla 46.</b> General Electric Company para número de observaciones.....	90
<b>Tabla 47.</b> Cálculo el número de observaciones empresa Nutrición y Vida S.A. .	91
<b>Tabla 48.</b> Codificación de actividades para el área de preparación. ....	92

<b>Tabla 49.</b> Codificación de actividades para el área de fermentación. ....	93
<b>Tabla 50.</b> Codificación de actividades para el área de dosificado y almacenado. ....	94
<b>Tabla 51.</b> Resultados índices de desempeño por área. ....	96
<b>Tabla 52.</b> Cálculo de suplementos para el área de preparación.....	97
<b>Tabla 53.</b> Cálculo de tiempo estándar, proceso control de calidad de materia prima.....	98
<b>Tabla 54.</b> Cálculo de tiempo estándar, proceso de descarga de materia prima. ...	99
<b>Tabla 55.</b> Cálculo de tiempo estándar, proceso de homogenización.....	100
<b>Tabla 56.</b> Cálculo de suplementos para el área de fermentación. ....	101
<b>Tabla 57.</b> Cálculo de tiempo estándar, proceso de fermentación láctica.....	102
<b>Tabla 58.</b> Cálculo de suplementos para el área de dosificado. ....	104
<b>Tabla 59.</b> Cálculo de tiempo estándar, proceso de batido. ....	105
<b>Tabla 60.</b> Cálculo de tiempo estándar, proceso de envasado. ....	106
<b>Tabla 61.</b> Cálculo de tiempo estándar, proceso de fechado. ....	107
<b>Tabla 62.</b> Cálculo de suplementos para el área de almacenado. ....	108
<b>Tabla 63.</b> Cálculo de tiempo estándar, proceso de almacenado. ....	109
<b>Tabla 64.</b> Cuadro de resumen del tiempo estándar (Ts) total de cada proceso. .	110
<b>Tabla 65.</b> Capacidad de producción estándar y real, situación actual. ....	112
<b>Tabla 66.</b> Características de la distribución y su relación con la empresa. ....	113
<b>Tabla 67.</b> Características de las máquinas por áreas. ....	114
<b>Tabla 68.</b> Cálculo del valor de K.....	116
<b>Tabla 69.</b> Resumen de la aplicación del método de Guerchet.....	118
<b>Tabla 70.</b> Comparación de superficies. ....	119
<b>Tabla 71.</b> Áreas de la empresa.....	120
<b>Tabla 72.</b> Razones de calificación.....	120

<b>Tabla 73.</b> Matriz de importancia de cercanía entre áreas. ....	121
<b>Tabla 74.</b> Pares de proximidad. ....	122
<b>Tabla 75.</b> Código de valorización de líneas por cercanía. ....	122
<b>Tabla 76.</b> Representación de las áreas de trabajo. ....	123
<b>Tabla 77.</b> Resumen de cursogramas analíticos propuestos. ....	128
<b>Tabla 78.</b> Datos históricos para el cálculo de la demanda. ....	133
<b>Tabla 79.</b> Cálculo de número de máquinas. ....	134
<b>Tabla 80.</b> Comparación de tiempo y distancia de método actual vs propuesto..	138
<b>Tabla 81.</b> Capacidad de producción de la distribución actual. ....	138
<b>Tabla 82.</b> Capacidad de producción de la distribución propuesta. ....	139
<b>Tabla 83.</b> Comparación de costos de la distribución actual vs propuesta. ....	139

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1.</b> Ejemplo diagrama de flujo de proceso . . . . .	9
<b>Figura 2.</b> Diagrama de recorrido . . . . .	10
<b>Figura 3.</b> Diagrama de recorrido . . . . .	10
<b>Figura 4.</b> Diagrama analítico. . . . .	11
<b>Figura 5.</b> Valoración de desempeño método Westinghouse . . . . .	17
<b>Figura 6.</b> Suplementos según OIT . . . . .	18
<b>Figura 7.</b> Tipos de superficie para el método de Guerchet . . . . .	26
<b>Figura 8.</b> Ejemplo simulación en FlexSim . . . . .	27
<b>Figura 9:</b> Logotipo de la empresa. . . . .	33
<b>Figura 10.</b> Organigrama de la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A” . . . . .	35
<b>Figura 11.</b> Grafico ABC con porcentaje por zonas. . . . .	45
<b>Figura 12.</b> Gráfico ABC para establecer el producto de mayor demanda con su respectivo consumo acumulado. . . . .	47
<b>Figura 13.</b> Producto de mayor demanda Yogur en poma de 4 lt sabor a fresa. . . . .	48
<b>Figura 14.</b> Diagrama de flujo del proceso de elaboración del Yogur de poma sabor a fresa. . . . .	60
<b>Figura 15.</b> Cursograma sinóptico del proceso de elaboración del Yogur de 4 litros sabor a fresa. . . . .	61
<b>Figura 16.</b> Diagrama de recorrido actual de la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A”. . . . .	64
<b>Figura 17.</b> Análisis porcentual pregunta 1. . . . .	82
<b>Figura 18.</b> Análisis porcentual pregunta 2. . . . .	83
<b>Figura 19.</b> Análisis porcentual pregunta 3. . . . .	84

<b>Figura 20.</b> Análisis porcentual pregunta 4. ....	85
<b>Figura 21.</b> Análisis porcentual pregunta 5. ....	86
<b>Figura 22.</b> Análisis porcentual pregunta 6. ....	87
<b>Figura 23.</b> Análisis porcentual pregunta 7. ....	88
<b>Figura 24.</b> Análisis porcentual pregunta 8. ....	89
<b>Figura 25.</b> Tiempo estándar empleado en cada proceso.....	110
<b>Figura 26.</b> Caras de operación de la fechadora. ....	115
<b>Figura 27.</b> Disposición física actual. ....	125
<b>Figura 28.</b> Disposición física propuesta. ....	126
<b>Figura 29.</b> Parámetros configurados para software Flexsim. ....	129
<b>Figura 30.</b> Modelo actual de la planta. ....	130
<b>Figura 31.</b> Diseño interior de la planta. ....	130
<b>Figura 32.</b> Configuración de los elementos. ....	131
<b>Figura 33.</b> Configuración de trayectorias. ....	132
<b>Figura 34.</b> Gráfico de la demanda del producto estrella. ....	133
<b>Figura 35.</b> Modelo propuesto de la planta. ....	135
<b>Figura 36.</b> Elementos y trayectorias propuestas. ....	136
<b>Figura 37.</b> Indicador WIP actual vs propuesto. ....	137
<b>Figura 38.</b> Indicador barra de estado para el método actual.....	137
<b>Figura 39.</b> Indicador barra de estado propuesto para el método propuesto.....	137

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación surge con la necesidad de mejorar el proceso de elaboración de yogur, por ello, el objetivo general se basa en realizar un estudio de tiempos y movimientos para la optimización del proceso de producción del producto de mayor demanda en la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A”, se empleó la metodología ABC para determinar el producto estrella.

El producto de mayor demanda dentro de la línea de producción es el Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa, con el estudio de tiempos se identificó que el proceso que retarda la línea de producción es fermentación láctica el cual limita la capacidad de producción de la empresa a 99 unidades diarias, para el estudio de movimientos se aplicó el diagrama bimanual el cual redujo un total de 11 movimientos no eficientes. Además, se realizó una propuesta de mejora la cual trata de una redistribución de planta aplicando el método SLP, también se calculó el número de máquinas necesarias para cada área con finalidad de aumentar la capacidad de producción, se utilizó la herramienta FlexSim para simular la situación actual y propuesta.

Finalmente, como resultados de la redistribución de planta se obtiene una reducción de 559.48 a 342.75 metros disminuyendo un 38.75% en distancia recorrida, además se obtuvo una mejora de 0.60% en tiempo de proceso desde 1544.47 hasta 1535.87 minutos, posteriormente se determinó que se necesita una máquina más en el área de fermentación, al simular dichos resultados se obtuvo una producción de 3500 unidades/mes, comparando la producción actual vs la mejora representa un aumento de 1280 unidades que corresponden a un incremento del 57,66% en la producción y un crecimiento en valor monetario equivalente a \$3456,00.

Palabras clave: Producción, tiempos, movimientos, distribución de plata, FlexSim.

## ABSTRACT

This research project arises with the need to improve the process of making yogurt, the general objective is based in realize a study of times and movements for the optimization of the production process of the product with the highest demand in the company "Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A", the ABC methodology was used to determine the star product.

The product with the highest demand in the production line is the yogurt in bottle of 4-liter Strawberry flavor, with the time study it was identified that the process that slows down the production line is lactic fermentation, which limits the company's production capacity to 99 units per day; for the movement study, the bimanual diagram was applied, which reduced a total of 11 non-efficient movements. In addition, an improvement proposal was made which deals with a plant redistribution applying the SLP method, also the number of machines needed for each area was calculated in order to increase production capacity, the FlexSim tool was used to simulate the current and proposed situation.

Finally, the results of the plant redistribution show a reduction from 559.48 to 342.75 meters was obtained, decreasing 38.75% in distance traveled, also an improvement of 0.60% was obtained in process time from 1544.47 to 1535.87 minutes. 87 minutes, subsequently it was determined that one more machine is needed in the fermentation area, by simulating these results a production of 3500 units/month was obtained, comparing the current production vs. the improvement represents an increase of 1280 units which corresponds to an increase of 57.66% in production and a growth in monetary value equivalent to \$3456.00.

Keywords: Production, timing, movements, silver distribution, FlexSim.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la competitividad de las industrias de derivados de la leche mantiene un mercado exigente, el cual demanda mayor eficiencia y eficiencia en la ejecución de los procesos para garantizar un producto de calidad en un menor tiempo y así satisfacer la demanda del mercado [1]. Por tal motivo es de gran importancia establecer estudios de métodos, tanto de tiempos y movimientos dentro de la organización para optimizar el uso de los recursos y el tiempo de ejecución del proceso productivo [2].

La presente investigación se establece de acuerdo con la necesidad de optimizar la línea de producción de yogur en la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A”, ya que en la misma se realizan las operaciones de manera empírica; generando diversos inconvenientes en la capacidad de producción y disponibilidad de los recursos.

Dentro de los procesos de producción en la industria láctea es de gran importancia establecer los tiempos estándar de cada actividad, esta información determina las bases para la toma de decisiones en cuanto al mejoramiento continuo de la empresa.

El capítulo I se enfoca en la descripción del planteamiento del problema dentro de la empresa, enfatizando en la necesidad del estudio de tiempos y movimientos con el fin de optimizar las áreas de producción de yogur, en el cual se establezcan las operaciones que representan el cuello de botella y los costos que representan. Además, consta de la recopilación del marco teórico indispensable para el desarrollo de la investigación, en el cual se consideran antecedentes investigativos previos referentes al tema propuesto en donde se analizan los hechos y resultados en dichos estudios.

EL capítulo II menciona la Metodología de la Investigación, donde se especifica el enfoque de la investigación bibliográfica, la investigación de campo, recolección y procesamiento de datos y el análisis de la información.

El capítulo III muestra el desarrollo de los objetivos planteados para el cumplimiento del estudio de tiempos y movimientos en la investigación, en el que se identifica las causas primordiales que afectan la productividad de la empresa. Además de la propuesta de mejora para la empresa que contrarresten o reduzcan dichas causantes del cuello de botella en los procesos de producción.

El capítulo IV especifica detalladamente las conclusiones y recomendaciones de la ejecución del análisis de acuerdo con la propuesta presentada para el proyecto de investigación.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Tema de investigación

“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE YOGUR EN LA EMPRESA “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A.”

#### 1.2. Antecedentes investigativos

Luego de la revisión de la información pertinente, se presenta los siguientes antecedentes investigativos:

Mediante la investigación realizada por Jenny Elizabeth Muñoz Cando con el tema de estandarización y estudio de tiempos para el mejoramiento del proceso productivo en la industria láctea INLADEC en el cual propone la estandarización de tiempos para el mejoramiento productivo de la empresa, mediante la identificación de operaciones y actividades de mayor demanda, el desarrollo de su propuesta para el mejoramiento del proceso, inicio con el análisis de las actividades para eliminar o combinar las operaciones innecesarias, además el estudio de tiempos tiene como resultado reducción de 1.24 min en el proceso de determinación de grasa que corresponde a una mejora de 19.26% [3].

En la investigación realizada por Jonathan Marcalla y Julio Tenorio con el tema de estudio del Proceso de fabricación del Yogur para la optimización de tiempos y movimientos en la empresa de productos lácteos “LEITO”, muestra que “El estudio de tiempos es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea explícita, siguiendo un método preestablecido, como uno de los resultados de la investigación se identificó que la producción global es de 1.99 veces el valor de los recursos utilizados teniendo la empresa una rentabilidad económica de \$432.00 dólares [4].

Mediante la investigación realizada por Julio Vicente Carrera García con el tema de estudio de análisis y mejoramiento de los procesos productivos de la empresa de lácteo

llano verde en la elaboración de yogur natural Bríos ubicado en el cantón Rumiñahui tiene como objetivo fundamental proponer un mejoramiento de los procesos productivos para incrementar la productividad de la empresa mediante un estudio de tiempos y análisis de las actividades actuales, el resultado del estudio permitió incrementar la productividad por lote, de 18,11 a 18,78 litros por día; la productividad por día de 320 lt/día a 480 lt/ día; la productividad por horas hombre de 67,27 lt/h-h a 75.68 lt/h-h [5].

### **1.2.1 Contextualización del problema**

Los estudios de tiempo han tomado un lugar central en la labor de la Organización Internacional del Trabajo OIT desde sus inicios, cuando se aprobó la primera de varias normas internacionales del trabajo, algunos de los fundamentales retos en este ámbito continúan siendo relevantes desde los inicios de la era Industrial [6]. Las organizaciones tienen la finalidad de desarrollarse competitivamente, buscar la eliminación de conflictos, para producir sin retrasos o inconvenientes, es por tal motivo que surge la necesidad de realizar estudios de tiempos y movimientos, hoy en día las empresas se guían por el estado de un mercado exigente y laborioso, en el cual la eficacia y el rendimiento desde todos los puntos de vista del proceso productivo permiten que las organizaciones sobresalgan ante un mercado fuertemente competitivo [7].

Actualmente, a nivel mundial existen técnicas y procesos de trabajo que son útiles para distinguir la habilidad, ingenio y bienestar de los humanos, tales que progresivamente han mejorado el ambiente laboral, por ende, la calidad de vida de los trabajadores. Gran parte de los problemas que enfrentan los ingenieros industriales se enfocan con la fuente de ineficiencia laboral, es decir encontrar la manera o buscar mejoras para efectuar la labor, dichas mejoras se logran mediante el estudio de ingeniería de métodos, tiempos y movimientos, permitiendo lograr grandes cambios en las empresas industriales [8].

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en América Latina que desarrollan estudios de tiempos y movimientos, en el trabajo son competitivas en el mercado laboral, mientras que las industrias que trabajan empíricamente presentan una gran cantidad de problemas en la gestión de su producción, por lo tanto, ajustar

adecuadamente los recursos materiales, humanos y financieros es muy significativo, el resultado de combinar dichos recursos se traducen en reducción de costos y mejora en los productos [9]. Agregando a lo anterior, el estudio de tiempos es un método para encontrar el tiempo estándar en el cual se desarrollará una actividad, tomando muy en cuenta las demoras, fatigas y retrasos de cada trabajador que se manifiestan al momento de operar en las diferentes actividades de una empresa, por esta razón, el estudio de tiempos se enfatiza en producir mayor cantidad, en menor tiempo posible y optimizar la eficacia de la línea de producción de una industria [10].

En el Ecuador, la región sierra se dedica principalmente a la producción de leche cruda, de acuerdo a datos del Centro de la Industria Láctea (CIL) se almacena diariamente cerca de 5,5 millones de litros de leche creados por pequeños y grandes productores, lo que hace que en el país se active aproximadamente USD 1.400 millones al año por la elaboración e industrialización de este producto, cifra que simboliza el 1,3% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y el 13,41% del PIB agropecuario [11]. En el país se reportó que el 35% de la producción total de leche se consumió cruda, el 23% se usó para alimentación de crías vacunas, el 17% en producción de yogur y quesos, el 14% se pasteuriza y el 11% restante se procesó de forma informal para la elaboración de derivados artesanales [12].

En la provincia de Cotopaxi gran parte de las empresas se dedican a la preparación de productos lácteos alimenticios, con el objetivo de conservar su nivel de rentabilidad y la proyección planteada a futuro con el fin de cumplir la necesidad de generar técnicas y métodos que accedan a los procesos para que se elaboren de una forma más óptima, simplificada cumpliendo con los estándares de calidad, mejorando los tiempos determinados por productor, por consiguiente evitar la utilización inadecuada de recursos tanto materiales, humanos y por ende económicos, proporcionando como resultado el rendimiento óptimo para el desenvolvimiento competitivo en la industria [13].

En la Empresa Láctea NUTRICIÓN Y VIDA S.A, dentro del área de producción de yogur no disponen de un estudio de tiempos y movimientos definidos en cada puesto de trabajo, por tal razón, realizan las operaciones de forma empírica dependiendo primordialmente del jefe inmediato, por lo cual se presentan algunos inconvenientes

en su gestión productiva, utilizando los recursos de manera inadecuada lo cual genera cuellos de botella, capacidad de producción ineficiente, por otra parte, un incorrecto control de insumos, maquinaria y mano de obra, generando significativamente tiempos muertos, retrasos de producción, implicando pérdidas financieras y reducción de la producción en la empresa.

## **1.2.2 Fundamentación teórica**

### **Ingeniería de métodos**

Permite evaluar las operaciones dentro de un proceso productivo en donde toda operación innecesaria sea eliminada y toda operación indispensable sea realizada de manera inmediata, mediante la normalización tanto de métodos, equipos y condiciones de trabajo; de tal manera que todo operario esté siempre capacitado, y pueda realizar el trabajo de manera eficiente a un ritmo normal. Siendo este un estímulo de mejora continua y así sobrepasar el ritmo de trabajo normal [14].

### **Objetivos de la aplicación de la ingeniería de métodos**

Incrementar la productividad reduciendo los costos de producción es el principal objetivo de la aplicación de Ingeniería de Métodos, de esta manera se logra producir más unidades y así cubrir una mayor demanda, siendo así una fuente que genera trabajo para un mayor número de personas [15].

### **Beneficios de aplicación de la ingeniería de métodos**

- Reduce el tiempo estimado para la ejecución de las tareas.
- Optimiza el uso de recursos reduciendo los costos de materiales directos e indirectos.
- La producción se ejecuta con un mejor manejo de la energía y energéticos.
- Mantiene la filosofía de mejoramiento continuo que provoca un producto final de mayor calidad y confianza.
- Toma en consideración primordial la salud y bienestar de los trabajadores impartiendo seguridad en sus puestos de trabajo[14].

## **Estudio del trabajo**

Es el análisis de todo sistema enfocado al mejoramiento de la eficiencia de las operaciones de un proceso que implica el uso de recursos mediante estándares de calidad [16].

## **Utilidad del estudio del trabajo**

Las herramientas que impliquen el mejoramiento continuo de las operaciones son de gran utilidad ya que proporcionan una mayor optimización tanto de recursos como del tiempo empleado en cada operación. Realizar un estudio de trabajo establece las bases de cómo está la empresa, que se puede mejorar y que se quiere obtener o cual es el nuevo objetivo de la empresa [16].

## **Procedimiento para el estudio de trabajo**

1. Establecer el proceso o área a analizar.
2. Llevar registros de la información recolectada del proceso en estudio.
3. Analizar el método efectuado si se lo realizado compensa el propósito del estudio de quien lo hace, como se hace y los medios empleados.
4. Determinar la metodología más económica que permita la ejecución de las diversas técnicas de gestión, así como los aportes de supervisores y trabajadores.
5. Evaluar los resultados estableciendo un tiempo tipo.
6. Presentar por escrito los resultados favorables obtenidos en el caso de estudio.
7. Implantar las mejoras como practica general aceptada con el tiempo fijado.
8. Controlar la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos [17].

## **Estudio de métodos**

Principalmente se trata de realizar un registro continuo que ayude al examen crítico de las actividades realizadas en un proceso productivo con el fin de mejorar la productividad de la empresa. Consta de 8 etapas que inicia con seleccionar el trabajo a efectuar seguidamente registrar la observación directa, posterior examinar el modo en que se realiza el trabajo, establecer métodos prácticos, evaluar las opciones de crear

un nuevo método, definir el nuevo método de forma clara, implantar el método propuesto y finalmente controlar la aplicación del nuevo método [16].

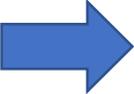
### Herramientas y diagramas del estudio de métodos

- **Diagrama de procesos**

También llamado cursograma sinóptico presenta de manera cronológica todas la operaciones e inspecciones dentro de un proceso, es una forma gráfica de representar la secuencia de las actividades de un proceso. Esta herramienta permite mejorar la gestión del flujo de la materia prima y de trabajo [16].

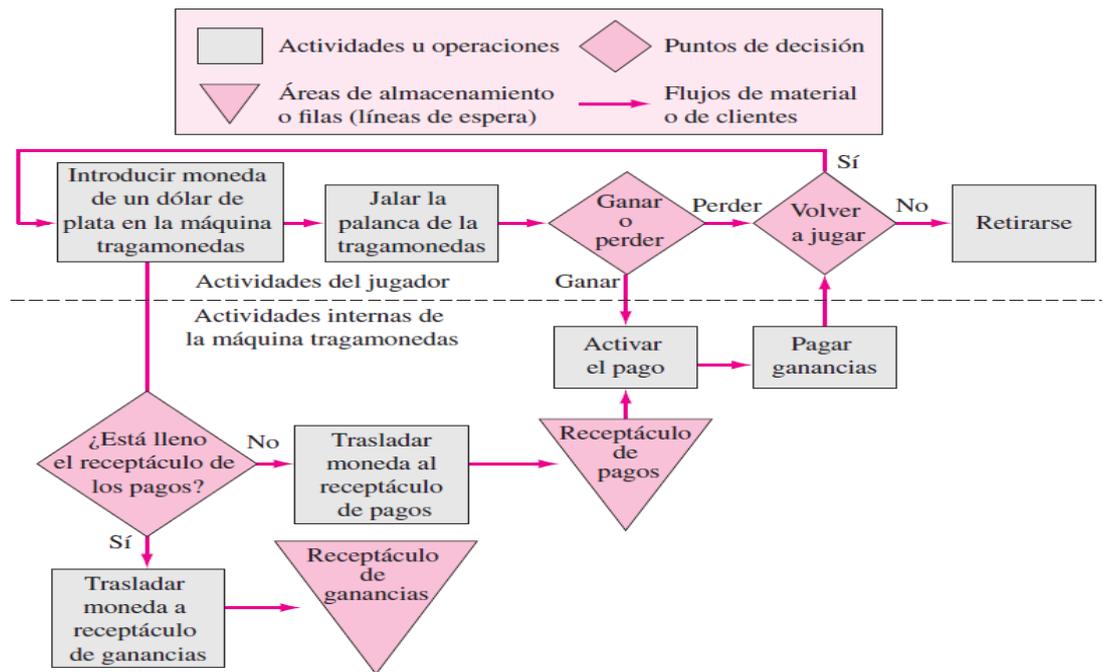
En la tabla 1 se visualiza los símbolos para la elaboración del diagrama de procesos:

**Tabla 1.** Símbolos para la elaboración de diagramas según OIT [18].

<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Operación</b>		Modificación que se realiza a la materia prima o producto.
<b>Inspección</b>		Verificación de los estándares de calidad de un material o producto para su posterior manipulación.
<b>Transporte</b>		Representa el recorrido de una materia prima o personal dentro de la instalación.
<b>Demora</b>		Se identifica como una interrupción al flujo o recorrido de la materia prima o personal de trabajo el cual no genera valor al producto final.
<b>Almacenamiento</b>		Muestra el depósito de un producto cualquiera en un determinado lugar

- **Diagrama de flujo de proceso**

Presenta de manera secuencial el conjunto de operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que permite documentar o mejorar un proceso, esta utiliza símbolos para representar operaciones específicas. Es un diagrama de flujo que por medio de flechas se indica la secuencia de las operaciones [16]. En la figura 1 se puede visualizar un ejemplo del diagrama de flujo un cierto proceso:



**Figura 1.** Ejemplo diagrama de flujo de proceso [19].

- **Diagrama de recorrido de materiales**

Visualiza el recorrido del producto o trabajadores en el área de las instalaciones de esta manera se conoce las áreas implicadas en el proceso teniendo en cuenta la actividad que se realiza como operaciones, inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento. Se puede utilizar un diagrama de hilos o una gráfica de trayectorias [20].

En la figura 2 se puede visualizar un ejemplo del diagrama de recorrido:

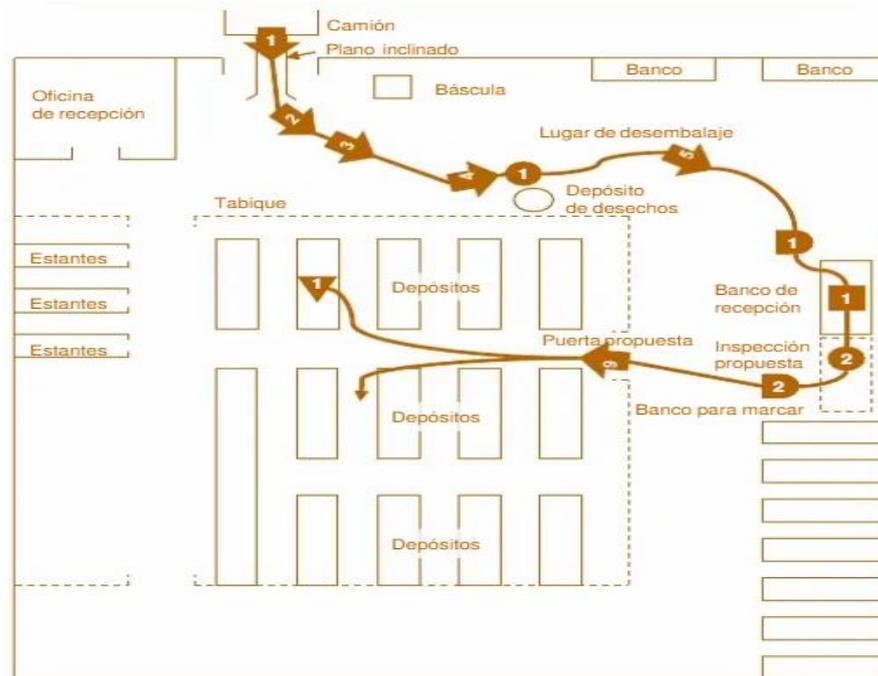


Figura 2. Diagrama de recorrido [21].

- **Diagrama Bimanual**

Muestra los movimientos realizados por las dos manos tanto izquierda como derecha del operario, con el objetivo de eliminar movimientos no efectivos o que no agregan valor al proceso de producción, el diagrama de bimanual se muestra en la figura 3:

DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	SÍMBOLOS		DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
	M.I	M.D	
1. IR HACIA EL TECLADO	➡	●	1. COGE EL MOUSE
2. Escribir en el teclado	●	➡	2. TRANSPORTE AL TECLADO
3. Digitar el URL del blogspot en la barra de web.	●	●	3. Digitar el URL del blogspot en la barra de web.
4. Espera de carga de la pagina.	D	●	4. Presionar F6 para acelerar la pagina.
5. transporte al teclado	➡	➡	5. Transporte al mouse
6. demora	D	●	6. Dar click en el cuadro para ingresar ID.
7. Digitar el id	●	●	7. Digitar el id
8. Digitar la contraseña.	●	➡	8. transporte al teclado
10. Espera de carga de la pagina.	D	●	9. presionar la tecla aceptar en el teclado.

MÉTODO	ACTUAL	
	M.L	M.D
●	4	6
➡	2	3
D	3	0
TOTAL	9	9

Figura 3. Diagrama de recorrido [22].

- **Diagrama analítico**

Describe las múltiples actividades de cada proceso y visualiza simbólicamente la trayectoria que tiene el material, producto, persona o equipo en una determinada empresa [22].

El diagrama analítico se muestra en la figura 4:

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Diagrama #:	1						
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:	Preparación						
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros fresa		Operarios:	4						
Fecha:		17/5/2022		Realizado por:	Cristian Orozco						
Método:		Actual		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz						
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama					
No	P.	Descripción				●	➔	□	■	●	▲
1	Recepción de materia prima	Esperar que permitan el ingreso a proveedores			2,1	○	➔	□	■	▲	
2		Ingresar a recepción de materia prima	18,92		0,6	○	➔	□	□	▲	
3		Destapar tanques de leche de los proveedores			1,6	●	➔	□	□	▲	
4		Tomar una muestra de leche		20ml	1,5	●	➔	□	□	▲	
5		Ir a laboratorio para analizar muestra de leche		9,8		0,45	○	➔	□	□	▲
6		Realizar prueba de acidez		20ml	3,1	●	➔	□	□	▲	
7		Realizar prueba de grasa		20ml	3	●	➔	□	□	▲	
8		Analizar resultados				2	○	➔	■	□	▲
9		Registrar en formulario el resultado				1,2	●	➔	□	□	▲
10		Dirigirse a descarga de materia prima		7,95		0,35	○	➔	□	□	▲
Total			36,67		15,9	5	3	1	1	0	

**Figura 4.** Diagrama analítico.

## **Estudio de tiempos**

Es una técnica de evaluación para las actividades productivas, que determina el tiempo estándar necesario para cada actividad considerando las demoras u otros factores que se pueden presentar. El principal objetivo del estudio es optimizar el tiempo empleado en las actividades y mejorar la productividad de las estaciones de trabajo [23].

## **Diagrama ABC**

Es una representación gráfica de barras que relaciona los artículos más representativos para la organización, la proporción entre el 80/20 permite administrar eficientemente los recursos e inventarios. La clasificación de los artículos se basa identificar la prioridad A, B y C.

**Artículos A:** estos no sobrepasan el 20% del total de registro en número ventas o producción, sin embargo, representan el 70% u 80% en valor monetario en ventas.

**Artículos B:** representan un 30% y 40% del número total de artículos producidos, no sobrepasa el 25% del total en valor monetario.

**Artículos C:** constituyen gran número entre el total en bodega, representan un pequeño valor en valor monetario. Representan el 85% del número de artículos y responden al 10% del volumen en bodega [23].

## **Implementos utilizados en el estudio de tiempos**

Es indispensable dentro del estudio de tiempos utilizar implementos adecuados que permitan medir y registrar la información de la investigación en campo, entre estos tenemos [24]:

- **Cronómetro:** necesario para determinar el tiempo empleado del operador o maquinaria en las actividades productivas.
- **Hoja de proceso:** tener información previa del proceso a evaluar, herramientas que se utilizan, etc.
- **Hoja de observaciones:** necesario para registrar criterios positivos o negativos en la ejecución de las actividades que realizan los operarios o maquinarias.
- **Tablero o paleta:** necesario como punto de apoyo para utilizar hojas de

registro o de observaciones.

- **Calculadora de bolsillo:** indispensable para realizar cálculos previos a la obtención de los datos necesario [24].

### **Formas de tomar tiempos por cronómetro**

Se tiene dos formas de registrar el tiempo empleado en las actividades de los operarios o maquinarias, estos están basados en ciclos largos o cortos [25]:

- Cronometraje acumulativo
- Cronometraje con vuelta a cero

#### **Cronometraje acumulativo**

Este método se basa en registrar el tiempo sin interrupciones desde que se pone en marcha al inicio del ciclo del primer elemento y no se detiene hasta acabar el estudio. El trabajador se mantiene en observación durante todo el tiempo de trabajo, así se asegura el registro del tiempo de toda la actividad realizada. Para obtener los tiempos de cada elemento se realiza la resta respectiva después de terminar el estudio [25].

#### **Cronometraje con vuelta a cero**

Para la toma del tiempo con este método el cronómetro se pone en cero cada vez que se termina una actividad, de tal manera que para la siguiente actividad el tiempo se vuelve a tomar desde cero, con esto se tiene el tiempo específico de cada actividad. Con la suma del tiempo de todos los elementos se tiene el total de tiempo que requiere el producto para su fabricación [25].

#### **Valoración del ritmo**

Permite determinar el tiempo adecuado para que un empleado pueda ejecutar una tarea, considerando los múltiples factores que intervienen en la elaboración de un cierto producto, de acuerdo con las capacidades y habilidades del operario a un ritmo normal de trabajo [26].

En la tabla 2 se muestra la valoración de ritmo de trabajo según la OIT:

**Tabla 2.** Valoración del ritmo de trabajo según OIT [18].

<b>0-100</b>	<b>Descripción del desempeño</b>	<b>Velocidad de marcha (km/h)</b>
0	Actividad nula	
50	Es un obrero muy lento, realiza movimientos torpes e inseguros, el operador parece estar medio dormido.	3.2
75	Constante, resuelto y sin prisa, como un operador no pagado a destajo, pero es vigilado y dirigido	4.8
100 (Ritmo tipo)	Obrero calificado promedio; es activo y capaz, pagado a destajo.	6.4
125	Muy rápido; el operador realiza las actividades con mucha seguridad, coordinación y destreza, está en gran porcentaje arriba de un operador calificado promedio	8.0
150	Extremadamente rápido; esfuerzo y concentración intensos, probabilidad de durar periodos largos casi nula. Actuación que es alcanzada por muy pocos trabajadores.	9.6

- **Trabajador calificado**

Es aquel que posee habilidad, dominio y capacitación necesarios para efectuar el trabajo a un ritmo constante de manera eficiente y aplicando normas de seguridad y calidad [27].

- **Ritmo de trabajo**

Es la idealización del tiempo necesario para la realización de una determinada tarea empleando una velocidad constante y sin fatiga para el operario, es de gran medida como consecuencia de una estandarización de los procesos [27].

- **Desempeño tipo**

Se considera al esfuerzo natural de los empleados calificados dentro de una jornada o turno laboral, de tal manera que sin forzar el ritmo del trabajador se realiza las actividades, esto será considerado un 100% de desempeño [27].

- **Factores que influyen en el ritmo de trabajo**

Se consideran factores a todas aquellas condiciones implícitas en el lugar de trabajo y están fuera del alcance del operario pero afectan el ritmo de trabajo en la producción [27]:

Variaciones de la calidad.

- La mayor o menor eficacia de las herramientas dependen del uso y condiciones en las que se encuentre la herramienta.
- Estabilidad mental de los operadores.
- Variaciones de clima.

### **Ciclos de trabajo**

Es la cantidad de tiempo establecida para la realización de una tarea determinada, en el cual una maquina permanece activa [16].

### **Muestreo del trabajo**

La medición se realiza de manera indirecta mediante observaciones intermitentes o instantáneas durante un periodo de tiempo, previo a la realización del muestreo se establece el tiempo productivo de un trabajador o máquina o el tiempo improductivo del proceso de producción [16].

### **Número de observaciones**

También conocido como tamaño de la muestra. Representa el grado de confiabilidad que garantiza el estudio. La investigación se basa de acuerdo al criterio establecido por la General Electric para observaciones directas de los tiempos de ciclos largos [22].

En la tabla 3 se muestra el número de observaciones recomendadas por la General Electric:

**Tabla 3.** Numero de ciclos de observaciones recomendado por la General Electric.

Tiempo de ciclo(min)	Observaciones para efectuar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
más de 40,00	3

### **Tiempo normal**

Es el tiempo empleado al ejecutar una actividad sin distracciones o demoras. De acuerdo al tiempo normal se puede establecer la cantidad de unidades que produce y el índice del desempeño que se tiene [18]:

$$TN = TOP * ID \quad (1)$$

**Donde:**

**TN** = tiempo Normal

**TOP** = tiempo Observado Promedio

**ID** = índice de Desempeño

### **Método de Westinghouse para el índice de desempeño**

Este método es uno de los más completos y utilizados por los ingenieros en el estudio de tiempos; pondera cuatro factores al operario [26]. Para cada factor se elige un valor numérico como se indica en la figura 5:

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Buena
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Buena
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

**Figura 5.** Valoración de desempeño método Westinghouse [18].

### **Cálculo de suplementos**

Considerados como las tolerancias de tiempos que se añaden al tiempo normal de trabajo para establecer el tiempo real de dichas tareas. El operario debe ejecutar las tareas de manera normal sin abrumarse ni exaltarse ya que el ritmo de trabajo en un inicio es superior y al paso del tiempo este se va reduciendo. El principal objetivo de los suplementos es amortiguar el esfuerzo físico y mental de los trabajadores añadiendo tiempo necesario para sus actividades fisiológicas o necesidades personales [18].

En la Figura 6 se indica los valores a considerar para los suplementos según la OIT, Organización Internacional del Trabajo:

Sistema de suplementos por descanso					
Suplementos Constantes					
				H	M
Suplemento por necesidades personales				5	7
Suplemento base por fatiga				4	4
Suplementos Variables					
	H	M		H	M
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	F. Concentración intensa		
B. Suplemento por postura anormal			Trabajos de cierta precisión	0	0
Ligeramente incómoda	0	1	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	G. Ruido		
C. Uso de fuerza/energía muscular			Continuo	0	0
Peso levantado [kg]					
2.5	0	1	Intermitente y fuerte	2	2
5	1	2	Intermitente y muy fuerte	5	5
7.5	2	3	Estridente y fuerte		
10	3	4	H. Tensión mental		
12.5	4	6	Proceso bastante complejo	1	1
15	5	8	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
17.5	7	10	Muy complejo	8	8
20	9	13	I. Monotonía		
22.5	11	16	Trabajo algo monótono	0	0
25	13	20 (máx)	Trabajo bastante monótono	1	1
30	17	-	Trabajo muy monótono	4	4
33.5	22	-	J. Tedio		
D. Mala iluminación			Trabajo algo aburrido	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante aburrido	2	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy aburrido	5	2
Absolutamente insuficiente	5	5			
E. Condiciones atmosféricas					
Índice de enfriamiento Kata				H	M
16				0	
8				10	
4				45	
2				100	

Figura 6. Suplementos según OIT [18].

### Cálculo de tiempo estándar

El tiempo estándar es considerado como el tiempo requerido para que un trabajador calificado realice de manera efectiva la tarea a un ritmo normal, además se considera las asignaciones adicionales para el descanso, retraso de la maquinaria y contingencias [3]. Se determina mediante la siguiente ecuación 2 mostrada a continuación:

$$TS = \frac{TN}{1 - \frac{\Sigma \text{suplementos}}{100}} \quad (2)$$

Donde:

- TS = tiempo estándar
- TN = tiempo normal
- $\Sigma$  suplementos = total de los suplementos

Este tiempo es un parámetro requerido para efectuar la tarea considerando que el operador tiene las siguientes cualidades [3]:

- Se mantiene constantemente capacitado.
- Su ritmo normal de trabajo se mantiene constante durante toda la jornada.
- Realiza las tareas específicas de manera eficiente.

### **Capacidad de producción**

La capacidad de producción esta definida como el volumen de producción en unidades o lotes que es capaz de producir en un ciclo de trabajo, utilizando materiales o elementos a su disposición [28]. Se determina mediante la ecuación 3 mostrada a continuación:

$$CP = \frac{1}{TS} * TTP \quad (3)$$

Donde:

CP = Capacidad de producción

TTP = Tiempo total productivo

TS = Tiempo estándar

## **Estudio de movimientos**

Implica un análisis de los movimientos básicos en manos, brazos y cuerpo al realizar una determinada tarea, además de la adecuación del lugar de trabajo para eliminar movimientos y procesos innecesarios de tal manera que se mejore la eficiencia de la productividad [23].

### **Objetivos del estudio de movimientos:**

- Mejoramiento continuo basado en eliminar movimientos innecesarios y acelerar los eficientes.
- Movimientos eficientes de naturaleza física o muscular son alcanzar, mover, soltar y recolocar en posición, de naturaleza objetiva o concreta son usar, ensamblar y desensamblar
- Ineficientes considerados como buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear, entre los retardos o dilataciones tenemos retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener [29].

**Tabla 4.** Movimientos eficientes que son realizados por el trabajador [30].

<b>Therbligs</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Alcanzar</b>	RE	“Mover” la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por “Liberar” y seguido por “Sujetar”
<b>Mover</b>	M	“Mover” la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar” o “Posicionar”
<b>Sujetar o tomar</b>	G	“Cerrar” los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por “Alcanzar” y seguido por “Mover”
<b>Liberar</b>	RL	“Soltar” el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs.
<b>Preposicionar</b>	PP	“Posicionar” un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior, por lo general ocurre en conjunto con “Mover”, como cuando se orienta una pluma para escribir.
<b>Utilizar</b>	U	“Manipular” una herramienta para el uso para el que fue diseñado; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
<b>Ensamblar</b>	A	“Unir” dos partes que embonan; por lo general es precedido por “Posicionar” o “Mover” y seguido por “Liberar”
<b>Desensamblar</b>	DA	Es lo opuesto a “Ensamblar”, pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar”

**Tabla 5.** Movimientos ineficientes que son realizados por el trabajador [30].

<b>Therbligs</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Buscar</b>	S	Acción que consiste en localizar la vista en la ubicación de un objeto para posteriormente tomarlos con las manos.
<b>Seleccionar</b>	SE	Acción de elegir un objeto necesario para realizar la tarea.
<b>Posicionar</b>	P	Acción de ubicar un objeto al lugar deseado para continuar con la tarea.
<b>Inspeccionar</b>	I	Acción de comparar el producto con los estándares establecido de calidad.
<b>Planear</b>	PL	Acción de analizar o pausar una determinada tarea para realizar mejoras o verificar su cumplimiento.
<b>Retraso inevitable</b>	UD	Eventos que no son controlados por el operario, debido a la naturaleza de la tarea.
<b>Retraso evitable</b>	AD	El operario es responsable de que no suceda el evento de tal manera que no sea mayor el tiempo ocioso.
<b>Descanso para contrarrestar la fatiga</b>	R	Principalmente depende de la carga del trabajo, se estimula la recuperación del ritmo de trabajo.
<b>Parar</b>	H	Evento que se manifiesta dependiendo la actividad en el cual una mano soporta un objeto mientras la otra efectúa el trabajo útil.

## **Distribución de planta**

Es la adecuación de las instalaciones de manera física previo a un estudio del proceso de producción. Comprende el espacio necesario para realizar los transportes y movimientos del producto a elaborar [31].

### **Principios básicos de la distribución de planta**

- Principio de la satisfacción y seguridad: un ambiente seguro será más satisfactorio y efectivo para los trabajadores.
- Principio de la integración de conjunto: hay un mayor compromiso con la empresa cuando se logra integrar del personal, materiales, maquinaria, actividades y demás factores.
- Principio de la mínima distancia recorrida: es más eficiente la distribución en la que el material o puesto de ensamble tenga un recorrido menor.
- Principio de la circulación o flujo de materiales: se debe lograr que las áreas de trabajo estén ordenadas en el mismo orden en el que el material sea transformado o ensamblado.
- Principio del espacio cúbico: se debe lograr la mayor eficiencia en la utilización del espacio tanto horizontal como vertical.
- Principio de flexibilidad: en lo posible se debe considerar para futuras mejoras la disponibilidad de nuevos ajustes con menores costos [32].

### **Tipos de distribución de planta**

Se tiene cuatro diferentes formas de distribuir una planta las cuales son:

- **Por producto:** llamadas líneas de producción o montaje, se disponen de manera continua de los equipos o maquinarias en el orden en el que el producto se va fabricando.
- **Por proceso:** se distribuyen o agrupan las operaciones similares, el producto pasa de un área a otra de acuerdo con la operación que necesitan.
- **Por posición fija:** el producto permanece fijo por cuestiones de tamaño y peso todas las herramientas y operarios se trasladan al lugar del producto.

- **Celdas o celular:** se agrupan las máquinas en estaciones de trabajo donde el producto es procesado mientras si requiere las mismas características o formas [32].

### Método de Guerchet

Este método permite analizar el área que requiere una maquinaria, el cual considera tres superficies como se muestra en la figura 7.

- **Superficie estática (S<sub>s</sub>):** Corresponde a la superficie que ocupa la máquina dependiendo las dimensiones de esta, se considera el largo y ancho de la máquina.

$$S_s = Largo_{máquina} * Ancho_{máquina} \quad (4)$$

**Donde:**

**S<sub>s</sub>:** Superficie estática

**Largo<sub>máquina</sub>:** Largo correspondiente de la maquina

**Ancho<sub>máquina</sub>:** Ancho correspondiente de la maquina

- **Superficie de gravitación (S<sub>g</sub>):** Hace referencia a la superficie por donde el operario realiza la manipulación de la maquinaria.

$$S_g = S_s * N \quad (5)$$

**Donde:**

**S<sub>g</sub>:** Superficie de gravitación

**S<sub>s</sub>:** Superficie estática

**N:** Número de caras donde se puede utilizar o manipular a la maquina

- **Superficie de evolución (Se):** Esta superficie abarca la seguridad entre los puestos de trabajo y el desplazamiento del personal [32].

$$S_e = (S_s + S_g) * K \quad (6)$$

**Donde:**

**S<sub>e</sub>:** Superficie de evolución

**S<sub>s</sub>:** Superficie de estática

**S<sub>g</sub>:** Superficie gravitación

**K:** constante

$$K = \frac{APO}{2 * CME} \quad (7)$$

**Donde:**

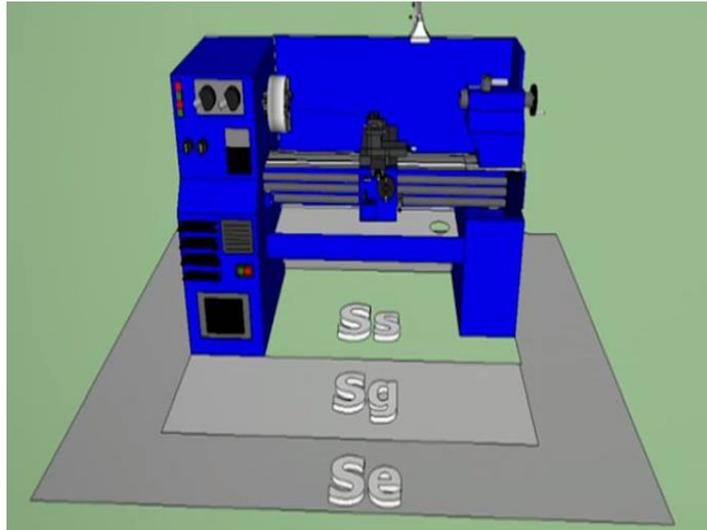
**K:** Constante.

**APO:** es la altura promedio los trabajadores que manipulan la máquina.

**CME:** es la altura media de elementos o maquinas.

- **La superficie total (St):** Es la suma de todas las superficies mencionadas anteriormente:

$$S_T = S_s + S_g + S_e \quad (8)$$



**Figura 7.** Tipos de superficie para el método de Guerchet [32].

### **Planeación Sistemática de la Distribución (SLP)**

Es un método a partir de criterios cualitativos que permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos y relaciones existentes entre los diferentes procesos. La metodología comprende de fases como [33]:

- **Localización:** en caso de nueva instalación se considera factores geográficos y competitivos, para redistribución se determina mejorar las características iniciales.
- **Plan de distribución general:** se determina el flujo del material en todas las áreas, la relación entre actividades de manera que se obtenga un diagrama a escala.
- **Plan de distribución detallada:** se analiza a detalle la ubicación de la maquinaria, los puestos de trabajo y equipo mobiliario.
- **Instalaciones:** se efectúa la disposición de la distribución realizando los ajustes necesarios en el área de estudio [33].

**Tabla 6.** Interpretación de los valores de proximidad.

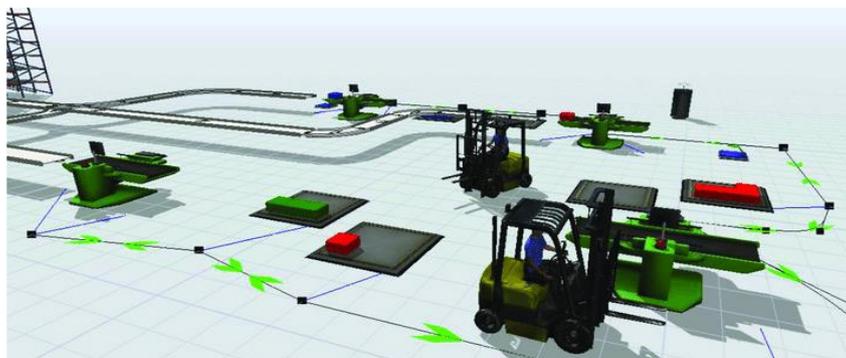
Código	Valor
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Cercanía común y corriente
U	Sin importancia
X	No deseable

### FlexSim

Es un software de simulación que permite diseñar, visualizar, analizar y optimizar un proceso industrial dentro de un entorno 3D. Estos modelos básicamente constan de sistemas de flujo de material (flowitems), colas (queues), procesos (processor) y transportes (transportation). Además de retrasos forzados (delay) ejecutados por una máquina. Dentro del modelo de simulación se puede diferenciar los siguientes recursos [34]:

- **Constantes o Fijos:** Entre estos están los queues, processor y conveyors
- **Compartidos:** Se identifican como los operadores.
- **Móviles:** Se establecen como elevadores, trans-paletas, robots industriales, etc [34].

En la figura 8 se muestra un ejemplo de simulación en el software FlexSim:



**Figura 8.** Ejemplo simulación en FlexSim [22].

## **Términos empleados en FlexSim**

- **Modelado:** Es la agrupación de objetos para representar un proceso industrial.
- **Objeto:** Representa un objeto o material el cual posee atributos, variables y propiedades visuales establecidas por el usuario.
- **Librería:** Son las instancias u objetos predefinidos por el software o creadas por el usuario para un determinado fin utilizados en el entorno de simulación.
- **Flowitems:** Son los materiales que se mueven por el proceso representan los productos, contenedores o ensamblés.
- **Itemtype:** Es un tipo de identificador que tienen los flowitems o productos.
- **Ports:** Son puertos con los cuales se puede comunicar con los otros objetos, estos pueden ser input, output y centrales.
- **Triggers:** Desencadenador que determina eventos claves del objeto, se puede especificar distintos eventos que se ejecuten al cumplir ciertos criterios [34].

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Realizar un estudio de tiempos y movimientos para la optimización del proceso de producción de yogur en la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A”.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar la situación actual de las operaciones que conforman la línea de producción de yogur en la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A”.
- Determinar los tiempos y movimientos que caracterizan actualmente al proceso de elaboración del producto de mayor demanda.
- Plantear una propuesta de mejora para la optimización del proceso de producción de yogur en la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A”.

**CAPÍTULO II**  
**METODOLOGÍA**

**2.1. Materiales**

**Tabla 7.** Materiales empleados en la investigación.

MATERIALES	DESCRIPCIÓN	Gráfico
Laptop	Dispositivo electrónico utilizado para la búsqueda de información y desarrollo del proyecto de investigación.	
Microsoft Word	Permite la elaboración del proyecto de tesis con ayuda de mapas, diagramas, tablas.	
Microsoft Excel	Utilizado para el desarrollo de cálculos, diagramas, clasificación de datos.	
Cámara fotográfica	Utilizado para tomar fotos respecto al proceso de producción en la empresa.	
AUTOCAD	Utilizado para la realización del layout de la empresa detallando sus respectivas áreas de trabajo.	
Cinta metrica	Permite tomar medidas de cada parte de la empresa para su posterior desarrollo del layout.	
Fichas de recolección de datos	Utilizado para escribir información para su posterior análisis.	

## **2.2. Métodos**

### **2.2.1 Modalidad básica de investigación**

Con la finalidad de efectuar los objetivos propuestos, se usó los siguientes procedimientos de investigación:

#### **Investigación bibliográfica - documental**

En la presente investigación se consideró la recopilación necesaria de información confiable y verificable, proporcionada por parte de la empresa y también por criterios de distintos autores a través de libros, tesis referente a la problemática, revistas, páginas de internet, artículos científicos entre otros, los cuales permiten obtener un enfoque más claro y profundo para el desarrollo sustentable de la investigación.

#### **Investigación de campo**

En esta etapa se utilizó esta modalidad de investigación ya que el ejecutor del proyecto debe acudir a las instalaciones de la empresa PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A ubicada en Latacunga parroquia Guaytacama, a través de técnicas como la observación directa para analizar la condición actual de proceso de elaboración de yogur en la cual se obtendrán datos relevantes con respecto al tiempo que se demoran en realizar actualmente las actividades además evaluando las condiciones actuales de trabajo, todo esto con la finalidad de obtener la información necesaria que proporcione de base para la solución de la problemática planteada.

#### **Investigación aplicada**

Se consideró esta modalidad de investigación porque se propone la solución a los problemas localizados en el proceso de producción de yogur de la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A”, a través de la aplicación de las metodologías anteriormente mencionadas y los conocimientos conseguidos durante los años de estudio en la universidad.

### 2.2.2 Población y muestra

#### Población

La población que se consideró en el presente estudio dentro de las instalaciones de la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A” son 6 trabajadores en total de los cuales 4 pertenecen a la línea de producción de yogur, el quinto se dedica netamente a ventas, el restante al área administrativa, con los que se trabajará para el estudio de tiempos y movimientos, levantamiento de información pertinente para darle solución a la problemática planteada.

#### Muestra

Se trabajó con el total de la población porque no es mayor a 100 trabajadores, por consiguiente, se requirió aplicar el estudio al 100% de la población.

### 2.2.3 Recolección de información

La selección de información pertinente se llevó a cabo aplicando las siguientes técnicas como la observación directa, entrevistas y registros de mediciones:

- **Observación directa:** Se aplica en todas las áreas involucradas en el proceso de producción de yogur, con la finalidad de comprobar la situación actual del proceso.
- **Entrevistas:** Enfocada al jefe de producción de la empresa, también a los trabajadores para conseguir información acerca de los problemas que frecuentan tras llevar a cabo las actividades de elaboración del yogur causando retrasos y afectando considerablemente a la producción de la empresa.
- **Registros de mediciones:** A través de equipos de medición como cronómetro para el estudio de tiempos, cinta métrica para toma de medidas de cada área de la empresa.

#### **2.2.4 Procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento y análisis de la información se realizó de acuerdo con las siguientes actividades:

- La información se procesó mediante el software de Microsoft Word para la elaboración del informe, con la utilización de fichas de información.
- El registro de los tiempos se realizó mediante el software de Microsoft Excel para el cálculo del tiempo estándar de las actividades, así también se utilizó los cursogramas analíticos para plasmar la información recolectada.
- Para la propuesta de mejora se utilizó los conocimientos adquiridos durante la carrera y el asesoramiento del tutor, con el fin de optimizar el proceso de producción de yogur.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y discusión de los resultados

##### 3.1.1 Reseña histórica

La industria Láctea “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A” o más conocida como productos lácteos “AMALAC” se encuentra dentro de las pequeñas y medianas empresa (Pymes), tiene sus inicios aproximadamente por el año 2000 en la parroquia de Guaytacama barrio la libertad de la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi. Surge con la noción de superación de un grupo de jóvenes emprendedores, con la finalidad de crear un negocio basado en la elaboración de productos lácteos; iniciaron con productos lácteos como: leche pasteurizada, yogur, quesos. Su desarrollo empezó con ayuda obtenida por diócesis de Latacunga que apoyaban a líderes emprendedores con el objetivo de prestar servicios a su ciudadanía,

Hoy en día la industria láctea “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A” es dirigida por el señor Luis Alfredo Casa, dueño absoluto el cual tiene la meta de sacar a delante la empresa ya que este ha sido el sueño de toda su vida, actualmente la empresa se dedica a la venta netamente de yogur en varias presentaciones. El rango de producción de yogur esta entre los 1000 a 2000 litros, son vendidos en varias ciudades del país como, Riobamba, Guayaquil, Santo Domingo, Cuenca, Loja entre otras.



**Figura 9:** Logotipo de la empresa

## **Misión**

La industria láctea “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A.” es una empresa dedicada a la producción de yogur de alta calidad y saludable, aportando al desarrollo de su sociedad, por lo tanto, originando fuentes de trabajo a personas aptas de la comunidad; con la finalidad de complacer las necesidades de sus clientes, tanto en atención al cliente como en calidad en sus productos. Empleando optimas relaciones tanto laborales y comerciales con nuestros proveedores y clientes.

## **Visión**

La industria láctea “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A.” tiene el objetivo ser una organización ejemplar y líder en todo el mercado nacional e internacional ejecutando rigurosamente todas las normas de calidad con el propósito de satisfacer las necesidades alimenticias del cliente, asumiendo un compromiso social, económico y ambiental constante.

## **Valores Institucionales**

- Orden, Limpieza y disciplina dentro de la industria láctea “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A.”
- Responsabilidad con la entrega de sus productos y a tiempo.
- Compromiso con todos los q conforman la empresa; trabajadores, jefes, clientes, proveedores.
- Incentivar a todos sus trabajadores por el aporte constante para el desarrollo de la empresa.
- Calidad rigiéndose rigurosamente en estándares para la elaboración de un excelente producto alimenticio.

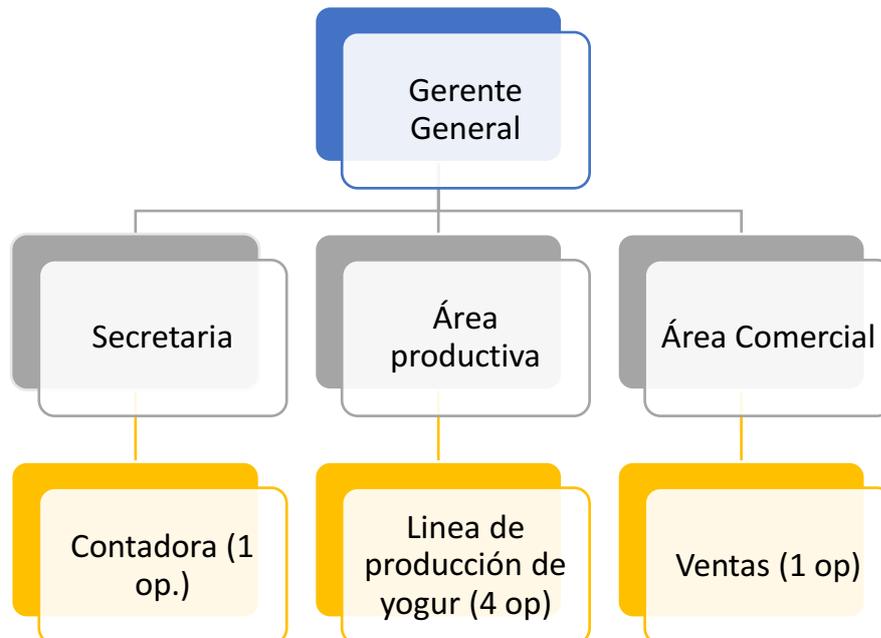
## Datos Generales

**Tabla 8.** Datos generales de la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A”

“PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A”	
Tipo de empresa:	Empresa de productos lácteos
Clasificación:	PYME
Representante Legal:	Sr. Luis Alfredo Casa Tasinchana
RUC:	1793070620001
Provincia:	Cotopaxi
Ciudad:	Latacunga
Parroquia:	Guaytacama
Ubicación:	Barrio La libertad, Calle sucre S/N y Av. Amazonas.
Teléfonos:	032690883 - 0994419039

### 3.1.2 Estructura organizacional

- La estructura organizacional detalla la forma correcta de las relaciones que tienen dependencia en la industria láctea, así como sus procesos, áreas, actividades, autoridades, todo esto con la finalidad de toma de decisiones, en la figura 10 se muestra la estructura organizacional de la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A.”



**Figura 10.** Organigrama de la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A”

### 3.1.3 Línea de productos

Actualmente en la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A.” o más conocida como productos lácteos “AMALAC” oferta una cantidad de 42 productos al mercado, se detallan en la tabla 9:

**Tabla 9.** Línea de productos.

N°	Producto	Nombre	Detalle	Gráfico
1	Bolos	Yogurt 50 ml	Paca 50 unid	
2		Yogurt 100 ml	Paca 25 unid	
3	Pacas	Yogurt 150 ml	Paca 12 unid	
4		Yogurt 180 ml	Paca 12 unid	
5		Yogurt 250 ml	Paca 6 unid	
6	1/2 litro	Yogurt 1/2 lt	Poma fresa	
7		Yogurt 1/2 lt	Poma mora	
8		Yogurt 1/2 lt	Poma durazno	
9		Yogurt 1/2 lt	Poma guanábana	
10		Yogurt 1/2 lt	Poma coco	
11	1 litro	Yogurt 1lt	Poma fresa	
12		Yogurt 1lt	Poma mora	
13		Yogurt 1lt	Poma durazno	
14		Yogurt 1lt	Poma guanábana	
15		Yogurt 1lt	Poma coco	

Continuación. Línea de productos.

Nº	Producto	Nombre	Detalle	Gráfico
16	1 Litro	Yogurt 1lt	Balde fresa	
17		Yogurt 1lt	Balde mora	
18		Yogurt 1lt	Balde durazno	
19		Yogurt 1lt	Balde guanábana	
20		Yogurt 1lt	Balde coco	
21	2 litros	Yogurt 2lt	Poma fresa	
22		Yogurt 2lt	Poma mora	
23		Yogurt 2lt	Poma durazno	
24		Yogurt 2lt	Poma guanábana	
25		Yogurt 2lt	Poma coco	
26	2 litros	Yogurt 2lt	Balde fresa	
27		Yogurt 2lt	Balde mora	
28		Yogurt 2lt	Balde durazno	
29		Yogurt 2lt	Balde guanábana	
30		Yogurt 2lt	Balde coco	
31	4 litros	Yogurt 4lt	Poma fresa	
32		Yogurt 4lt	Poma mora	
33		Yogurt 4lt	Poma durazno	
34		Yogurt 4lt	Poma guanábana	
35		Yogurt 4lt	Poma coco	
36	4 litros	Yogurt 4lt	Balde fresa	
37		Yogurt 4lt	Balde mora	
38		Yogurt 4lt	Balde durazno	
39		Yogurt 4lt	Balde guanábana	
40		Yogurt 4lt	Balde coco	

**Continuación. Línea de productos.**

N°	Producto	Nombre	Detalle	Gráfico
41	Conflex	Yogurt 50 ml	Paca 12 unid	
42		Yogurt 100 ml	Baca 6 unid	

De la tabla 9 se partió para determinar el producto de mayor demanda o el más vendido en los 3 últimos años, dichos históricos fueron proporcionados por la secretaria o administradora de la empresa.

**3.1.4 Determinación del producto de mayor demanda de la línea de producción de la empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A.” a través de un análisis de ventas y gráfico ABC.**

A continuación, se presenta la tabla 10 los históricos de ventas por año con su respectivo producto y precio unitario durante el año 2019, 2020 y 2021.

**Tabla 10.** Históricos de ventas.

N°	Producto	Código	Precio Unitario (\$)	Ventas Año 2019 (unidades)	Ventas Año 2020 (unidades)	Ventas Año 2021 (unidades)
1	Bolos	B-50 ml-p 50u	1,50	1454	1512	1213
2		B-100 ml-p 20u	1,50	1324	1620	1700
3	Pacas	P-150 ml-p 12u	2,55	705	601	413
4		P-180 ml-p 12u	2,55	463	125	267
5		P-250 ml- p 6u	2,00	1661	1278	1356
6	1/2 litro	1/2 lt - pf	0,50	800	665	517
7		1/2 lt - pm	0,50	780	572	414
8		1/2 lt - pd	0,50	694	550	341
9		1/2 lt - pg	0,50	413	318	295
10		1/2 lt - pc	0,50	362	313	304
11	1 litro	1 lt - pf	0,70	10456	8745	9700
12		1 lt - pm	0,70	1326	1469	1320
13		1 lt - pd	0,70	1485	1249	1905
14		1 lt - pg	0,70	403	348	288
15		1 lt - pc	0,70	438	290	225
16		1 lt - bf	0,70	1259	1180	1206

**Continuación. Históricos de ventas.**

N°	Producto	Código	Precio Unitario (\$)	Ventas Año 2019 (unidades)	Ventas Año 2020 (unidades)	Ventas Año 2021 (unidades)
17	1 litro	1 lt - bm	0,70	1032	1332	1398
18		1 lt - bd	0,70	1203	1404	1002
19		1 lt - bg	0,70	621	547	349
20		1 lt - bc	0,70	467	313	247
21	2 litros	2 lt - pf	1,60	22820	17256	18181
22		2 lt - pm	1,60	5448	3416	3985
23		2 lt - pd	1,60	3862	2769	2624
24		2 lt - pg	1,60	624	535	583
25		2 lt - pc	1,60	406	320	235
26		2 lt - bf	1,60	1300	1599	1494
27		2 lt - bm	1,60	1406	1522	1241
28		2 lt - bd	1,60	810	525	604
29		2 lt - bg	1,60	445	363	344
30		2 lt - bc	1,60	339	261	200
31	4 litros	4 lt - pf	2,70	39940	20456	19300
32		4 lt - pm	2,70	8567	6124	5267
33		4 lt - pd	2,70	15862	8163	11238
34		4 lt - pg	2,70	368	276	172
35		4 lt - pc	2,70	295	256	173
36		4 lt - bf	2,70	1946	1547	1621
37		4 lt - bm	2,70	1680	1430	1551
38		4 lt - bd	2,70	941	527	616
39		4 lt - bg	2,70	405	322	195
40		4 lt - bc	2,70	460	339	223
41	Conflex	C-50 ml-p 12u	2,00	539	469	480
42		C-100 ml-p 6u	1,60	264	177	130

**Aplicación del método ABC para encontrar el producto de mayor demanda**

Mediante el análisis ABC, que es un método de gestión de inventarios, se aplica para determinar el producto más representativo o más vendido. Se partió realizando el promedio del historial de ventas de los años: 2019, 2020 y 2021. Posteriormente se calcula la inversión de cada producto a través de la ecuación 9 y la ecuación 10 para determinar el porcentaje de consumo de la inversión de cada producto que se han evidenciado en estos últimos 3 años.

$$\text{Inversión} = \text{Precio Unitario} * \text{Promedio de ventas anuales} \quad (9)$$

$$\text{Porcentaje de Consumo} = \left( \frac{\text{Inversión}}{\text{Total Inversión}} \right) * 100 \quad (10)$$

Con ayuda del software Microsoft Excel y las ecuaciones planteadas anteriormente, se calculó la inversión y porcentaje de consumo de cada producto que ofrece la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A.”, como se visualiza en la tabla 11:

**Tabla 11.** Inversión y porcentaje de consumo de cada producto.

N°	Código de Producto	Promedio Ventas anuales (Unidades)	Precio U. (\$)	Inversión (\$)	% Consumo
1	4 lt - pf	26565	2,70	71726	34,06
2	4 lt - pd	11754	2,70	31737	15,07
3	2 lt - pf	19419	1,60	31070	14,76
4	4 lt - pm	6653	2,70	17962	8,53
5	2 lt - pm	4283	1,60	6853	3,25
6	1 lt - pf	9634	0,70	6744	3,20
7	2 lt - pd	3085	1,60	4936	2,34
8	4 lt - bf	1705	2,70	4603	2,19
9	4 lt - bm	1554	2,70	4195	1,99
10	P-250 ml- p 6u	1432	2,00	2863	1,36
11	2 lt - bf	1464	1,60	2343	1,11
12	B-100 ml-p 20u	1548	1,50	2322	1,10
13	2 lt - bm	1390	1,60	2223	1,06
14	B-50 ml-p 50u	1393	1,50	2090	0,99
15	4 lt - bd	695	2,70	1876	0,89
16	P-150 ml-p 12u	573	2,55	1461	0,69
17	1 lt - pd	1546	0,70	1082	0,51
18	2 lt - bd	646	1,60	1034	0,49
19	C-50 ml-p 12u	496	2,00	992	0,47
20	1 lt - pm	1372	0,70	960	0,46
21	2 lt - pg	581	1,60	929	0,44
22	4 lt - bc	341	2,70	920	0,44
23	1 lt - bm	1254	0,70	878	0,42
24	1 lt - bf	1215	0,70	851	0,40
25	1 lt - bd	1203	0,70	842	0,40
26	4 lt - bg	307	2,70	830	0,39
27	4 lt - pg	272	2,70	734	0,35
28	P-180 ml-p 12u	285	2,55	727	0,35
29	4 lt - pc	241	2,70	652	0,31

**Continuación.** Inversión y porcentaje de consumo de cada producto.

N°	Código de Producto	Promedio Ventas anuales (Unidades)	Precio U. (\$)	Inversión (\$)	% Consumo
30	2 lt - bg	384	1,60	614	0,29
31	2 lt - pc	320	1,60	513	0,24
32	2 lt - bc	267	1,60	427	0,20
33	1 lt - bg	506	0,70	354	0,17
34	1/2 lt - pf	661	0,50	330	0,16
35	C-100 ml-p 6u	190	1,60	305	0,14
36	1/2 lt - pm	589	0,50	294	0,14
37	1/2 lt - pd	528	0,50	264	0,13
38	1 lt - pg	346	0,70	242	0,12
39	1 lt - bc	342	0,70	240	0,11
40	1 lt - pc	318	0,70	222	0,11
41	1/2 lt - pg	342	0,50	171	0,08
42	1/2 lt - pc	326	0,50	163	0,08
Total		108024		210574	100,00

Ya obtenidos los cálculos que se detalló con anterioridad mostrados en la tabla 11, después se empieza a ordenar los productos de acuerdo al porcentaje de consumo de forma ascendente, aplicando la Ecuación 11 se pudo obtener el porcentaje de consumo acumulado.

$$\% \text{ consumo acum} = \% \text{ consumo acum}_{i+1} + \% \text{ consumo}_i \quad (11)$$

Una vez aplicado la ecuación 11 se calculan los resultados por medio del software Microsoft Excel software Microsoft Excel, como se evidencia en la tabla 12:

**Tabla 12.** Porcentaje de consumo acumulado.

N°	Código de Producto	% Consumo	% c. acumulado
1	4 lt - pf	34,06	34,06
2	4 lt - pd	15,07	49,13
3	2 lt - pf	14,76	63,89
4	4 lt - pm	8,53	72,42
5	2 lt - pm	3,25	75,67
6	1 lt - pf	3,20	78,88
7	2 lt - pd	2,34	81,22
8	4 lt - bf	2,19	83,41
9	4 lt - bm	1,99	85,40
10	P-250 ml- p 6u	1,36	86,76

**Continuación. Porcentaje de consumo acumulado.**

<b>N°</b>	<b>Código de Producto</b>	<b>% Consumo</b>	<b>% c. acumulado</b>
11	2 lt - bf	1,11	87,87
12	B-100 ml-p 20u	1,10	88,97
13	2 lt - bm	1,06	90,03
14	B-50 ml-p 50u	0,99	91,02
15	4 lt - bd	0,89	91,91
16	P-150 ml-p 12u	0,69	92,61
17	1 lt - pd	0,51	93,12
18	2 lt - bd	0,49	93,61
19	C-50 ml-p 12u	0,47	94,08
20	1 lt - pm	0,46	94,54
21	2 lt - pg	0,44	94,98
22	4 lt - bc	0,44	95,42
23	1 lt - bm	0,42	95,83
24	1 lt - bf	0,40	96,24
25	1 lt - bd	0,40	96,64
26	4 lt - bg	0,39	97,03
27	4 lt - pg	0,35	97,38
28	P-180 ml-p 12u	0,35	97,72
29	4 lt - pc	0,31	98,03
30	2 lt - bg	0,29	98,33
31	2 lt - pc	0,24	98,57
32	2 lt - bc	0,20	98,77
33	1 lt - bg	0,17	98,94
34	1/2 lt - pf	0,16	99,10
35	C-100 ml-p 6u	0,14	99,24
36	1/2 lt - pm	0,14	99,38
37	1/2 lt - pd	0,13	99,51
38	1 lt - pg	0,12	99,62
39	1 lt - bc	0,11	99,74
40	1 lt - pc	0,11	99,84
41	1/2 lt - pg	0,08	99,92
42	1/2 lt - pc	0,08	100,00
<b>Total</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Continuando con el desarrollo de la metodología ABC, se necesita hallar la zona que pertenecen cada artículo o producto sabiendo que; zona A pertenece de 0-80%, zona B de 80-95% y zona C de 95-100%, todo lo mencionado se puede calcular a través del porcentaje acumulado como se puede apreciar en la tabla 13:

**Tabla 13.** Resultados de la metodología ABC.

Nº	Código de Producto	Inversión	% Consumo	% consumo acumulado	Zona	%
1	4 lt - pf	71726	34,06	34,06	A	78,88
2	4 lt - pd	31737	15,07	49,13	A	
3	2 lt - pf	31070	14,76	63,89	A	
4	4 lt - pm	17962	8,53	72,42	A	
5	2 lt - pm	6853	3,25	75,67	A	
6	1 lt - pf	6744	3,20	78,88	A	
7	2 lt - pd	4936	2,34	81,22	B	16,10
8	4 lt - bf	4603	2,19	83,41	B	
9	4 lt - bm	4195	1,99	85,40	B	
10	P-250 ml- p 6u	2863	1,36	86,76	B	
11	2 lt - bf	2343	1,11	87,87	B	
12	B-100 ml-p 20u	2322	1,10	88,97	B	
13	2 lt - bm	2223	1,06	90,03	B	
14	B-50 ml-p 50u	2090	0,99	91,02	B	
15	4 lt - bd	1876	0,89	91,91	B	
16	P-150 ml-p 12u	1461	0,69	92,61	B	
17	1 lt - pd	1082	0,51	93,12	B	
18	2 lt - bd	1034	0,49	93,61	B	
19	C-50 ml-p 12u	992	0,47	94,08	B	
20	1 lt - pm	960	0,46	94,54	B	
21	2 lt - pg	929	0,44	94,98	B	
22	4 lt - bc	920	0,44	95,42	C	5,02
23	1 lt - bm	878	0,42	95,83	C	
24	1 lt - bf	851	0,40	96,24	C	
25	1 lt - bd	842	0,40	96,64	C	
26	4 lt - bg	830	0,39	97,03	C	
27	4 lt - pg	734	0,35	97,38	C	
28	P-180 ml-p 12u	727	0,35	97,72	C	
29	4 lt - pc	652	0,31	98,03	C	
30	2 lt - bg	614	0,29	98,33	C	
31	2 lt - pc	513	0,24	98,57	C	
32	2 lt - bc	427	0,20	98,77	C	
33	1 lt - bg	354	0,17	98,94	C	
34	1/2 lt - pf	330	0,16	99,10	C	
35	C-100 ml-p 6u	305	0,14	99,24	C	
36	1/2 lt - pm	294	0,14	99,38	C	
37	1/2 lt - pd	264	0,13	99,51	C	
38	1 lt - pg	242	0,12	99,62	C	
39	1 lt - bc	240	0,11	99,74	C	
40	1 lt - pc	222	0,11	99,84	C	
41	1/2 lt - pg	171	0,08	99,92	C	
42	1/2 lt - pc	163	0,08	100,00	C	

### **Interpretación:**

En la tabla 13 se puede observar los resultados de los históricos de ventas de los 3 últimos años, se detalla el consumo de cada producto y a que zona pertenecen.

Como producto de mayor demanda se encuentra el Yogur 4 lt - pf (Yogur en poma de 4 lt sabor a fresa) con un porcentaje de consumo de 34.06% que corresponde a una inversión monetaria de \$71726,00 anuales, en segundo se encuentra el Yogur 4 lt - pd (Yogur en poma de 4lt sabor a durazno) con un porcentaje de consumo de 15.07% que corresponde a una inversión monetaria de \$31737,00 anuales, en tercer lugar el Yogur 2 lt - pf (Yogur en poma de 2 lt sabor a fresa) con un porcentaje de consumo de 14,76% que corresponde a una inversión monetaria de \$31070,00 anuales.

En cuarto lugar se encuentra el Yogur 4 lt - pm (Yogur en poma de 4 tl sabor a mora) con un porcentaje de consumo de 8.53% que corresponde a un inversión monetaria de \$17962,00 anuales, en quinto lugar se encuentra el Yogur 2 lt - pm (Yogur en poma de 2 lt sabor a mora) con un porcentaje de consumo de 3.25% que corresponde a una inversión monetaria de \$6853,00 anuales, en sexto se encuentra el Yogur 1 lt - pf (Yogur en poma de 1 lt sabor a fresa) con un porcentaje de consumo de 3.20% que corresponde a una inversión monetaria de \$6744,00 anuales, todos estos resultados mencionados comprenden a la Zona A.

### **Resumen de la metodología ABC.**

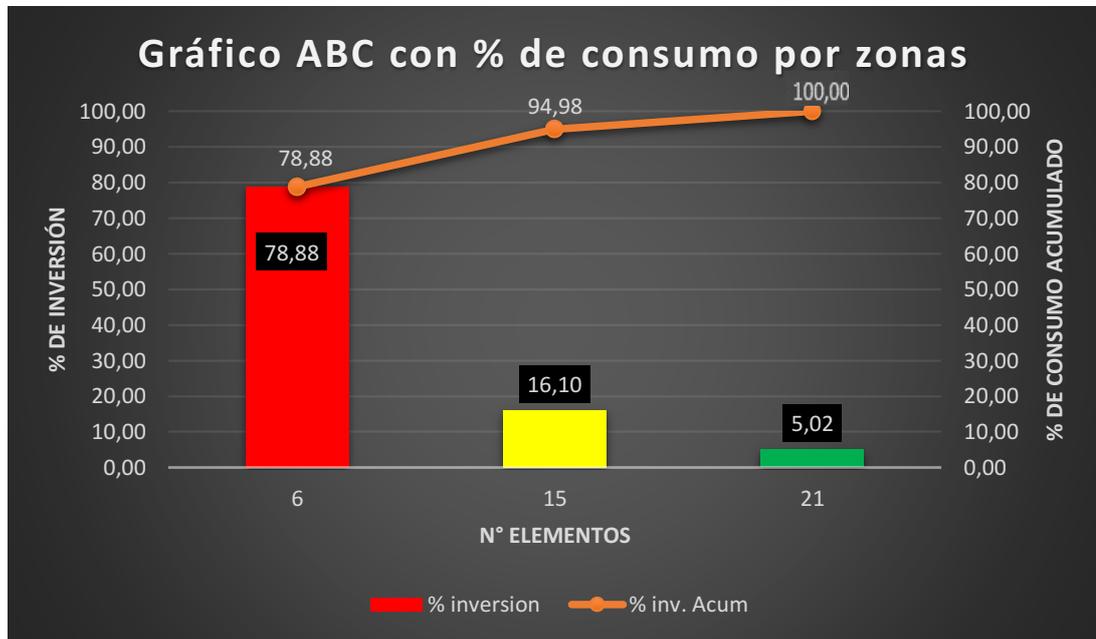
A continuación, para la elaboración de la gráfica ABC, se realizó un cuadro donde se detalló el número de elementos, porcentaje de dichos elementos, porcentaje de inversión y porcentaje de inversión acumulado; como se muestra en la tabla 14:

**Tabla 14.** Resumen de zonas.

Zona	Nº elementos	% consumo	% de consumo acumulado	% Inversión	% Inversión acumulada
A	6	14,29	14,29	78,88	78,88
B	15	35,71	50,00	16,10	94,98
C	21	50,00	100,00	5,02	100,00
	42	100,00		100,00	

**Gráfico ABC con zonas y porcentajes de consumo acumulado.**

El propósito de la elaboración del gráfico ABC es para una mejor representación y visualización de los resultados obtenidos en la tabla 14.



**Figura 11.** Gráfico ABC con porcentaje por zonas.

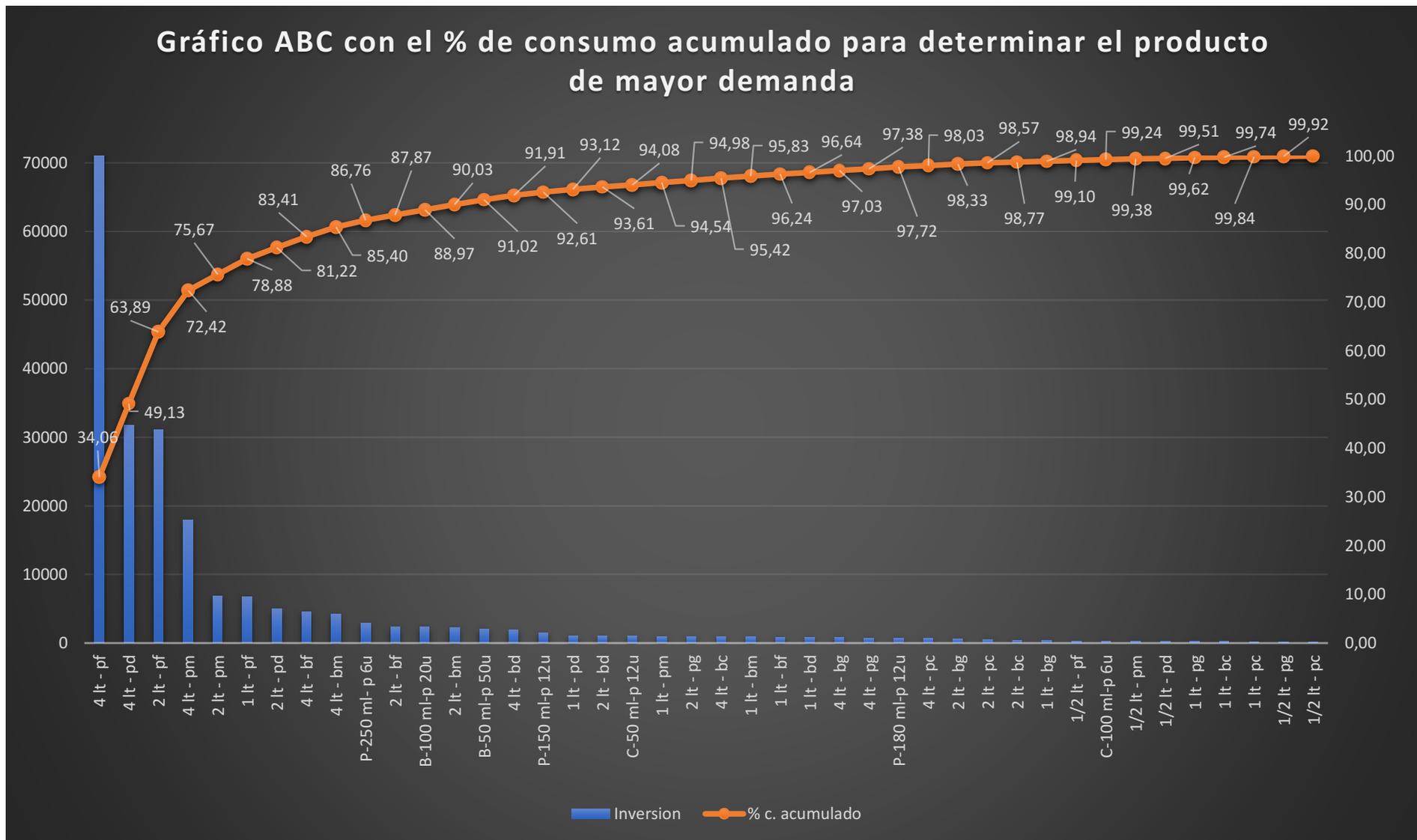
**Interpretación:**

En la figura 11 se puede visualizar las 3 zonas de la clasificación ABC, donde la zona A o zona de mayor importancia; comprende un total de 6 productos que representan el 14.29% de los productos que ofrece la empresa, dichos productos representan el 78.88% del consumo de los 3 últimos años.

Posteriormente se encuentra la zona B comprende un total de 15 productos que representan el 35.71% de los productos que ofrece la empresa, dichos productos representan el 16.10% del consumo de los 3 últimos años. Y para finalizar esta la zona C comprende un total de 21 productos que representan el 50.00% de los productos que ofrece la empresa, dichos productos representan el 5.02% del consumo de los 3 últimos años de la empresa.

**Gráfico ABC para establecer el producto de mayor demanda con su respectivo consumo acumulado**

Finalmente se realiza el gráfico ABC con el propósito de observar de mejor forma el producto más vendido o producto estrella al igual que los productos que le siguen con su respectivo consumo acumulado, para su desarrollo se usa la inversión y el porcentaje de consumo acumulado, como se puede apreciar en la Figura 12:



**Figura 12.** Gráfico ABC para establecer el producto de mayor demanda con su respectivo consumo acumulado

### **Interpretación:**

De la Figura 12 se puede visualizar todos los productos que abarcan zonas de la clasificación ABC, la zona A o zona de mayor importancia para la empresa; consta con 6 productos, la zona B consta con 15 productos y la zona C consta con 21 productos, además de este análisis se determinó el producto de mayor demanda correspondiente al Yogur 4 lt - pf (Yogur en poma de 4 lt sabor a fresa) con un porcentaje de consumo de 34.06% que corresponde a una inversión monetaria de \$71726,00 anuales, por esta razón el producto mencionado será el que se usara para los estudios siguientes como: descripción de procesos relacionados a la producción de yogur, estudio de tiempos y movimientos, planteamiento de una propuesta de mejora para la optimización del proceso de producción.



**Figura 13.** Producto de mayor demanda Yogur en poma de 4 lt sabor a fresa.

#### **3.1.5 Descripción de procesos para el producto de mayor demanda**

El producto de mayor demanda es el Yogur en poma de 4 lt sabor a fresa el cual se describirá su proceso de producción, el proceso de producción cuenta con 4 áreas y 8 procesos que se detallan en las siguientes tablas:

## Proceso 1 – Control de calidad de materia prima

Tabla 15. Descripción del proceso control de calidad de materia prima.

PASTEURIZADORA “NUTRICIÓN Y VIDA S.A.		
	<b>Proceso:</b>	Control de calidad de materia prima
	<b>Proceso N°:</b>	1
	<b>Área:</b>	Preparación
	<b>Producto:</b>	Yogur poma fresa 4l
	<b>Responsable:</b>	Jefe de producción
	<b>Equipo:</b>	Pipeta
<b>Objetivo:</b>	Verificar que la leche cruda que ingresa este en perfectas condiciones para posteriormente ingrese a los tanques de almacenamiento	
<b>Alcance:</b>	Aplica a la materia prima (leche cruda) que ingresa a la Empresa Nutrición y vida S.A, previo a su procesamiento	
<b>Proveedor:</b>	Productores de leche	
<b>Entrada:</b>	Leche cruda	
<b>Salida:</b>	Leche cruda	
<b>Recursos:</b>	Humano, tubos de ensayo, acidímetro.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Esperar que permitan el ingreso a proveedores	
2	Ingresar a control de calidad de materia prima	
3	Destapar tanques de leche de los proveedores	
4	Tomar una muestra de leche	
5	Ir a laboratorio para analizar muestra de leche	
6	Realizar prueba de acidez	
7	Realizar prueba de grasa	
8	Analizar resultados	
9	Registrar en formulario el resultado	
10	Dirigirse a descarga de materia prima	

## Proceso 2 – Descarga de materia prima

**Tabla 16.** Descripción del proceso de descarga de materia prima.

PASTEURIZADORA “NUTRICIÓN Y VIDA S.A.		
	<b>Proceso:</b>	Descarga de materia prima
	<b>Proceso N°:</b>	2
	<b>Área:</b>	Preparación
	<b>Producto:</b>	Yogur poma fresa 4l
	<b>Responsable:</b>	Jefe de producción
	<b>Equipo:</b>	Bomba de succión
<b>Objetivo:</b>	Transportar la leche que se encuentra en el camión del proveedor a los tanques de almacenamiento para posteriormente ingrese al proceso de producción.	
<b>Alcance:</b>	Aplica a la materia prima (leche cruda) que ingresa a la Empresa Nutrición y vida S.A, previo a su procesamiento	
<b>Proveedor:</b>	Productores de leche	
<b>Entrada:</b>	Leche cruda	
<b>Salida:</b>	Leche con ingredientes	
<b>Recursos:</b>	Humano, tuberías, tanques de almacenamiento	
N°	Actividades	Observaciones
1	Preparar bomba de succión	
2	Ir donde tanques de proveedores	
3	Conectar tuberías	
4	Transportar la leche a los tanques de acero inoxidable	
5	Ir al cuarto de insumos	
6	Tomar ingredientes	Ingredientes (azúcar, gelatina)
7	Regresar donde el agitador industrial	
8	Agregar azúcar, gelatina en agitador	
9	Agitar ingredientes	
10	Ir donde el tanque de almacenamiento de leche	
11	Agregar ingredientes el tanque de almacenamiento de leche	
12	Agitar la leche con todos los ingredientes	
13	Verificar resultado	
14	Ir donde el homogenizador	

### Proceso 3 – Homogenización

**Tabla 17.** Descripción del proceso de homogenización

PASTEURIZADORA “NUTRICIÓN Y VIDA S.A.		
	<b>Proceso:</b>	Homogenización
	<b>Proceso N°:</b>	3
	<b>Área:</b>	Preparación
	<b>Producto:</b>	Yogur poma fresa 4l
	<b>Responsable:</b>	Jefe de producción
	<b>Equipo:</b>	Homogenizador
<b>Objetivo:</b>	Evitar que la leche se separe de la grasa a través de un proceso de presión(homogenizador)	
<b>Alcance:</b>	Llevar la leche cruda por medio de tuberías hasta el homogenizador	
<b>Proveedor:</b>	Personar encargado	
<b>Entrada:</b>	Leche con ingredientes	
<b>Salida:</b>	Leche homogenizada	
<b>Recursos:</b>	Humano, Tanques de almacenamiento, insumos (energía eléctrica)	
N°	Actividades	Observaciones
1	Conectar tuberías para iniciar la etapa de homogenizado	
2	Configurar tablero de mando	
3	Homogenizar leche	
4	Trasladar leche homogenizada a la marmita	
5	Verificar leche homogenizada	
6	Ir donde tanques de almacenamiento	
7	Lavar tanques	
8	Esterilizar tanques	
9	Ir donde homogenizador	
10	Lavar homogenizador	
11	Ir donde marmita	

## Proceso 4 – Fermentación Láctica.

Este proceso consta de 3 etapas; Pasteurización, Enfriado, Inoculación ya que dichas etapas se realizan en el mismo lugar y la misma maquina(marmita).

**Tabla 18.** Descripción del proceso de fermentación láctica.

PASTEURIZADORA “NUTRICIÓN Y VIDA S.A.		
	<b>Proceso:</b>	Fermentación láctica.
	<b>Proceso N°:</b>	4
	<b>Área:</b>	Preparación
	<b>Producto:</b>	Yogur poma fresa 4l
	<b>Responsable:</b>	Jefe de producción
	<b>Equipo:</b>	Marmita
<b>Objetivo:</b>	Eliminar microorganismos y transformar de leche a yogur natural con una mejor viscosidad y consistencia	
<b>Alcance:</b>	Llevar la leche cruda por medio de tuberías hasta la marmita	
<b>Proveedor:</b>	Personar encargado	
<b>Entrada:</b>	Leche homogenizada	
<b>Salida:</b>	Yogurt Natural	
<b>Recursos:</b>	Humano, insumos (energía eléctrica)	
Etapa 1: Pasteurización		
N°	Actividades	Observaciones
1	Encender caldero	
2	Activar agitador de la marmita	
3	Abrir válvulas de vapor	
4	Pasteurizar la leche hasta 90°C	
5	Verificar temperatura	
6	Cerrar válvulas de vapor	
7	Apagar caldero	
Etapa 2: Enfriado		
N°	Actividades	Observaciones
1	Preparar sistema de enfriamiento	
2	Abrir válvulas (agua)	
3	Enfriar hasta que llegue hasta 45°C	
4	Verificar temperatura	
5	Cerrar válvulas	

**Continuación.** Descripción del proceso de fermentación láctica.

<b>PASTEURIZADORA “NUTRICIÓN Y VIDA S.A.</b>		
	<b>Proceso:</b>	Fermentación láctica
	<b>Proceso N°:</b>	4
	<b>Área:</b>	Preparación
	<b>Producto:</b>	Yogur poma fresa 4l
	<b>Responsable:</b>	Jefe de producción
	<b>Equipo:</b>	Marmita
<b>Objetivo:</b>	Eliminar microorganismos y transformar de leche a yogur natural con una mejor viscosidad y consistencia	
<b>Alcance:</b>	Llevar la leche cruda por medio de tuberías hasta el homogenizador	
<b>Proveedor:</b>	Personar encargado	
<b>Entrada:</b>	Leche homogenizada	
<b>Salida:</b>	Yogurt Natural	
<b>Recursos:</b>	Humano, insumos (energía eléctrica)	
<b>Etapa 3: Inoculación</b>		
<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Observaciones</b>
<b>1</b>	Ir por fermento	
<b>2</b>	Tomar fermento	
<b>3</b>	Traer fermento	
<b>4</b>	Agregar fermento	
<b>5</b>	Apagar agitador	
<b>6</b>	Esperar que el fermento haga efecto	
<b>7</b>	Abrir la válvula (agua helada)	
<b>8</b>	Enfriar hasta que llegue a temperatura deseada (18 - 20°C)	
<b>9</b>	Cerrar válvula de agua helada	
<b>10</b>	Tomar nueva muestra	
<b>11</b>	Ir a laboratorio para analizar muestra de leche	
<b>12</b>	Realizar prueba de acidez	
<b>13</b>	Analizar resultados	
<b>14</b>	Dirigirse donde la marmita	

## Proceso 5 – Batido

**Tabla 19.** Descripción del proceso de batido.

PASTEURIZADORA “NUTRICIÓN Y VIDA S.A.		
	<b>Proceso:</b>	Batido
	<b>Proceso N°:</b>	5
	<b>Área:</b>	Operario
	<b>Producto:</b>	Yogur poma fresa 4l
	<b>Responsable:</b>	Jefe de producción
	<b>Equipo:</b>	Bomba de succión, Tanques de batido
<b>Objetivo:</b>	Obtener yogurt de sabor a fresa con la mezcla de varios ingredientes	
<b>Alcance:</b>	Llevar el yogurt natural por medio de tuberías desde la marmita hasta los tanques de batido(2 de 300lt, 1 de 180lt)	
<b>Proveedor:</b>	Personar encargado	
<b>Entrada:</b>	Yogurt Natural	
<b>Salida:</b>	Yogurt sabor a fresa	
<b>Recursos:</b>	Humano, insumos(energía eléctrica, saborizante, colorante, mermelada)	
N°	Actividades	Observaciones
1	Conectar tuberías	
2	Preparar bomba	
3	Transportar yogurt natural desde marmita hasta los tanques de batido	
4	Regresar donde la marmita	
5	Lavar marmita	
6	Esterilizar marmita	
7	Ir al cuarto de insumos	
8	Tomar ingredientes	Ingredientes(saborizante, colorante, mermelada)
9	Volver a los tanques de batido	
10	Agregar todos los ingredientes	
11	Batir o mezclar	
12	Verificar resultado	

## Proceso 6 – Envasado

**Tabla 20.** Descripción del proceso de envasado.

<b>PASTEURIZADORA “NUTRICIÓN Y VIDA S.A.</b>		
	<b>Proceso:</b>	Envasado
	<b>Proceso N°:</b>	6
	<b>Área:</b>	Dosificado
	<b>Producto:</b>	Yogur poma fresa 4l
	<b>Responsable:</b>	Operarios
	<b>Equipo:</b>	Válvulas para dosificar
<b>Objetivo:</b>	Obtener yogurt de sabor a fresa con su respectivo envase(poma) de 4 litros	
<b>Alcance:</b>	Dosificar el yogurt sabor a fresa por medio de tuberías que están conectados en los tanques hasta los respectivos envases de 4 litros.	
<b>Proveedor:</b>	Personar encargado.	
<b>Entrada:</b>	Yogurt sabor a fresa	
<b>Salida:</b>	Yogurt de fresa envasado en poma de 4 litros	
<b>Recursos:</b>	Humano, insumos (gas, fósforos)	
N°	Actividades	Observaciones
1	Ir al cuarto de almacenamiento de envases	
2	Tomar envases	
3	Ir al cuarto de almacenamiento de tapas, etiquetas	
4	Tomar tapas, etiquetas	
5	Volver con tapas, etiquetas, envases a la mesa de envasado	
6	Encender mechero	
7	Limpiar mesa donde se va a envasar	
8	Desinfectar botellas en el mechero	
9	Dosificar yogurt en la poma de 4L	
10	Batir	
11	Dosificar yogurt en la poma de 4L	
12	Desinfectar, tapar envases de 4L	
13	Poner etiquetas	
14	Analizar resultados	
15	Lavar tanques	
16	Esterilizar tanques	

**Proceso 7 – Fechado**

**Tabla 21.** Descripción del proceso de fechado.

PASTEURIZADORA “NUTRICIÓN Y VIDA S.A.		
	<b>Proceso:</b>	Fechado
	<b>Proceso N°:</b>	7
	<b>Área:</b>	Dosificado
	<b>Producto:</b>	Yogur poma fresa 4l
	<b>Responsable:</b>	Operarios.
	<b>Equipo:</b>	Fechadora
<b>Objetivo:</b>	Fechar todos los envases de 4 litros con su respectiva fecha de elaboración e fecha de caducidad	
<b>Alcance:</b>	Llevar manualmente los envases a su a la máquina de fechado	
<b>Proveedor:</b>	Personar encargado	
<b>Entrada:</b>	Yogurt de fresa envasado en poma de 4L	
<b>Salida:</b>	Yogurt de fresa en poma de 4L con su respectiva fecha de elaboración y fecha de caducidad.	
<b>Recursos:</b>	Humano, mesa.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Llevar envases a máquina de fechado	
2	Encender máquina de fechado	
3	Esperar que encienda completamente máquina de fechado	
4	Configurar fecha	
5	Fechar	
6	Apagar máquina de fechado	
7	Verificar fechado	

## Proceso 8 – Almacenado

**Tabla 22.** Descripción del proceso de almacenado.

PASTEURIZADORA “NUTRICIÓN Y VIDA S.A.		
	<b>Proceso:</b>	Almacenado
	<b>Proceso N°:</b>	8
	<b>Área:</b>	Almacenado
	<b>Producto:</b>	Yogur poma fresa 4l
	<b>Responsable:</b>	Operario
	<b>Equipo:</b>	Estantes
<b>Objetivo:</b>	Almacenar en cuarto frío todos los envases de 4L en su respectivo lugar.	
<b>Alcance:</b>	Llevar manualmente los envases a su respectivo estante	
<b>Proveedor:</b>	Personar encargado	
<b>Entrada:</b>	Yogurt de fresa en poma de 4L con su respectiva fecha de elaboración y fecha de caducidad	
<b>Salida:</b>	Yogurt de fresa en poma de 4L almacenado en su respectivo lugar	
<b>Recursos:</b>	Humano, coche transportador	
<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Observaciones</b>
1	Colocar en choche transportador	
2	Transportar a cuarto frío	
3	Almacenar en su respectivo lugar	

### 3.1.6 Recursos usados para la producción de Yogur de 4 litros Poma Fresa

**Mano de obra:** Actualmente para la elaboración de yogur en la empresa se requiere de 4 operarios los cuales están asignados de la siguiente manera:

- En la primera área se encuentran 2 personas (Operario 1 y 2)
- En la segunda área se encuentra 1 personas (Operario 1)
- En la tercera área se encuentran 3 personas (Operario 1,3 y 4)
- En la cuarta área se encuentra 1 persona (Operario 2)

Hay que tener en cuenta; desde que terminan las actividades de la segunda área, todos los trabajadores vuelven a estar libres o desocupados.

**Materiales para el uso de elaboración del Yogur:** Materia prima (leche cruda), pomos de 4 litros, tapas, etiquetas, alcohol, fósforos, gas.

**Insumos:** Azúcar, gelatina, fermento, saborizante, mermelada, colorante.

### 3.1.7 Descripción de equipos y maquinas utilizadas para la producción de Yogur de 4 litros Poma sabor a Fresa

La empresa “PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A.” para el proceso de producción Yogur en poma de 4 lt sabor a fresa utiliza múltiples equipos y maquinarias los cuales ayudan que el producto final salga en óptimas condiciones y sobre todo cumplir con todas las exigencias y requerimientos del cliente. En la tabla 23 se muestra todos los equipos y maquinarias usados para la elaboración del yogur:

**Tabla 23.** Descripción de equipos y maquinarias.

N°	Equipo o maquinaria	Área	Características
1	Bomba de succión	Preparación	Potencia: 3hp
2	Acidímetro		Sistema: Semiautomático
3	1 Tanque de almacenamiento		Capacidad: 2000 litros
4	2 Tanques de almacenamiento		Capacidad: 1500 litros c/u
5	Agitador		Potencia: 3/4 hp
6	Homogenizador		Conexión: Trifásica
7	1 Marmita	Fermentación	Capacidad: 1000 litros
9	Agitador		Potencia: 3/4 hp
10	Caldero		Conexión: Trifásica
11	2 Tanques de almacenamiento	Dosificado	Capacidad: 300 litros c/u
12	1 Tanque de almacenamiento		Capacidad: 180 litros
13	Bomba de succión		Potencia: 3hp
14	Fechaora		Conexión: Monofásica
15	Coche trasportador	Almacenado	Utilización: Manual

### **3.1.8 Análisis de operaciones para la elaboración del Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa**

Este análisis se lo realiza con la finalidad de describir las actividades productivas y no productivas en todo el proceso de producción de yogur.

Fundamentalmente, se analiza los procesos que realizan en cada área de trabajo, con ayuda de diagramas como; sinóptico, flujo, bimanual, recorrido, analítico, ya que estas herramientas de ingeniería son las más adecuadas para conocer el proceso de producción de yogurt y para posteriormente, realizar un estudio de movimientos, tiempos, todo lo mencionado con el objetivo de proponer una propuesta de mejora.

### **3.1.9 Diagrama del flujo para el proceso elaboración del Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa**

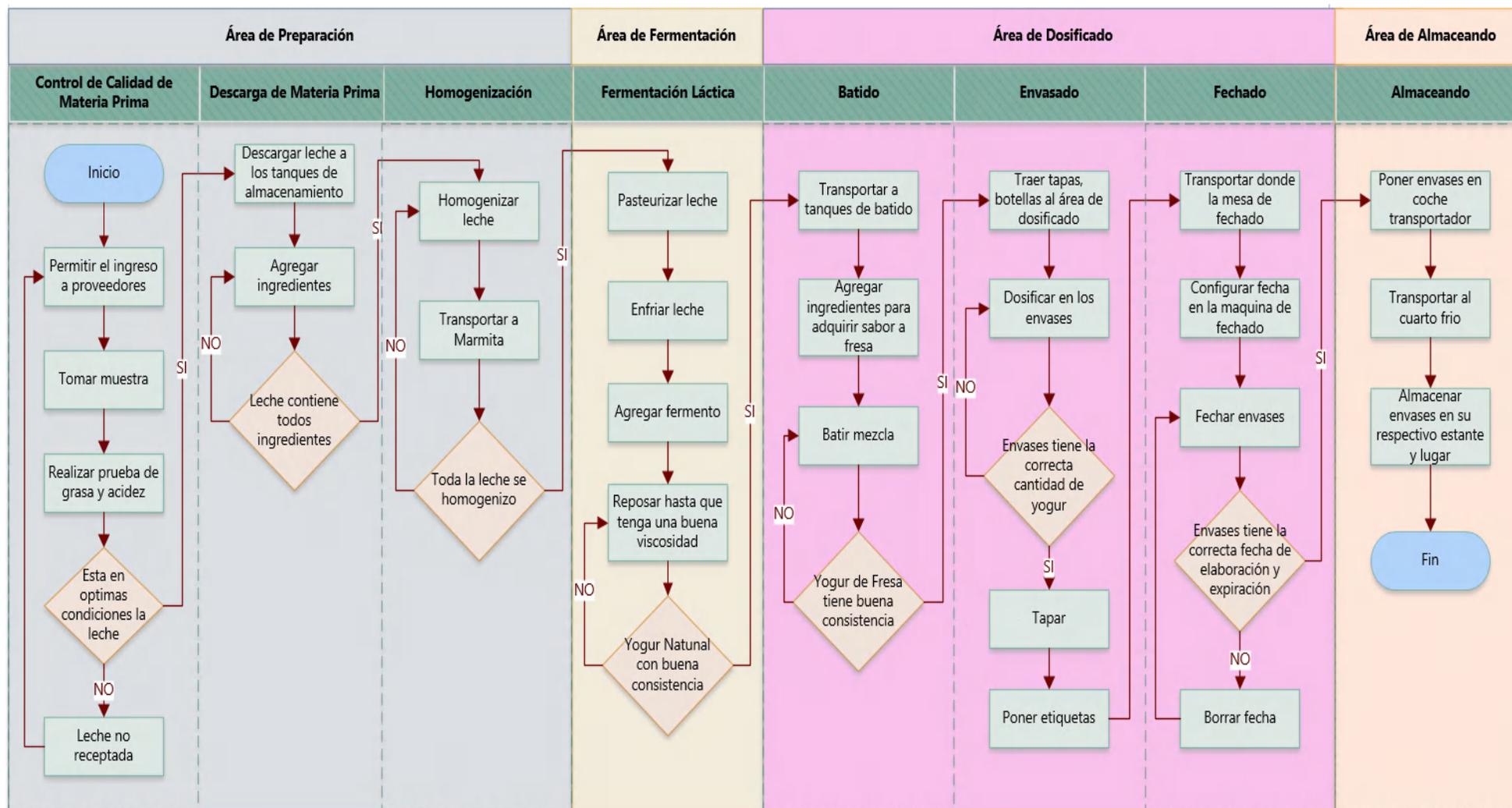
En el diagrama de flujo que se puede apreciar en la Figura 14 se indica la forma que se elabora el yogur, detallando sus áreas y procesos con sus respectivas actividades.

### **3.1.10 Diagrama sinóptico para el proceso de elaboración Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa**

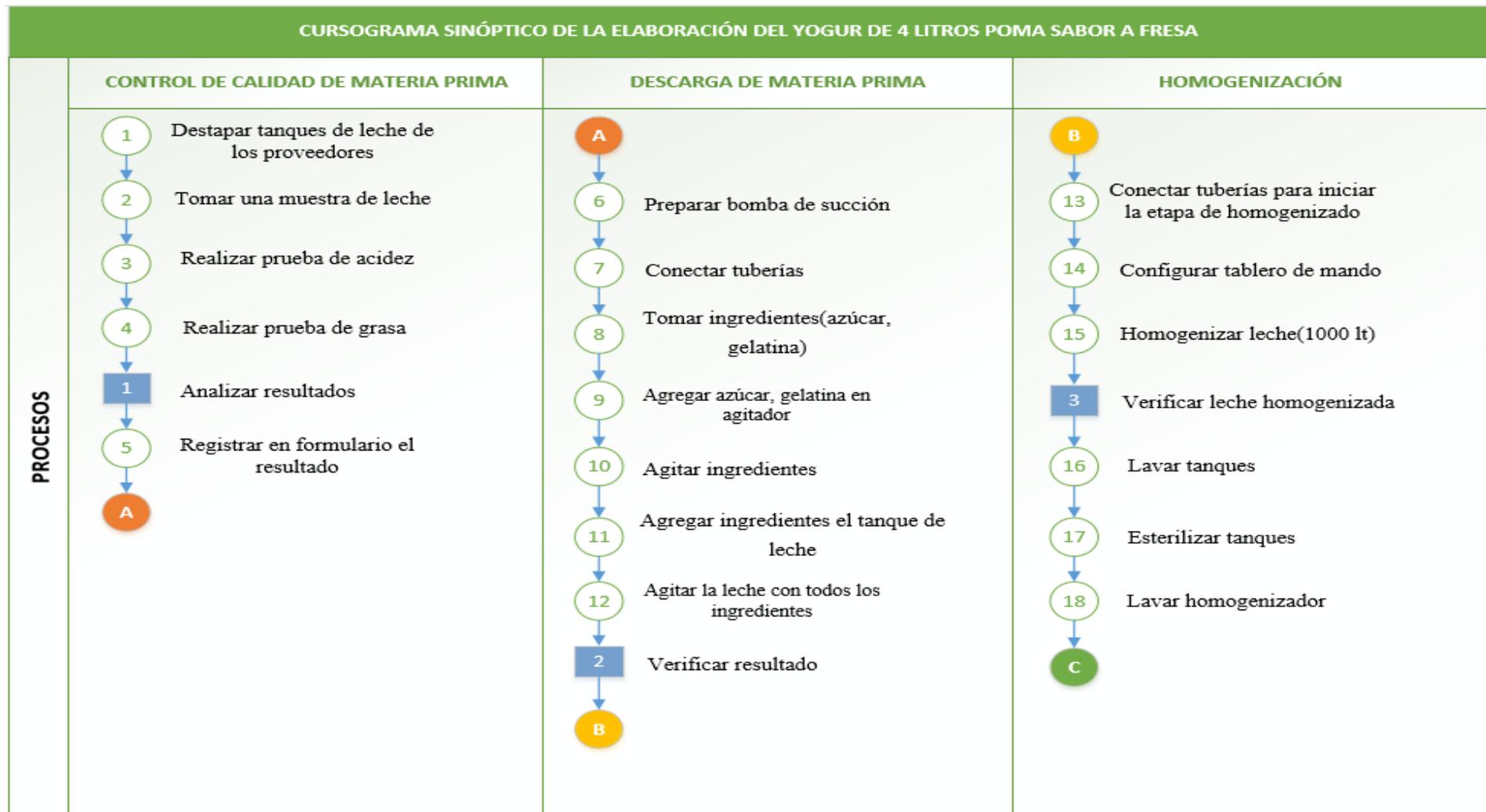
En este diagrama se muestra las actividades que se ejecutan desde el control de calidad de materia prima hasta el ordenado del yogur en su respectivo estante, para ello se ha tomado en cuenta a todas las actividades que agregan valor al proceso de producción de yogur como; operaciones e inspecciones que se puede apreciar en la Figura 15.

### **3.1.11 Diagrama de recorrido actual**

Una vez realizado el diagrama de flujo y sinóptico se procede a realizar el layout donde se muestra el recorrido del material durante el proceso de producción del Yogur en poma de 4 lt sabor a fresa, como se lo puede visualizar en la Figura 16.

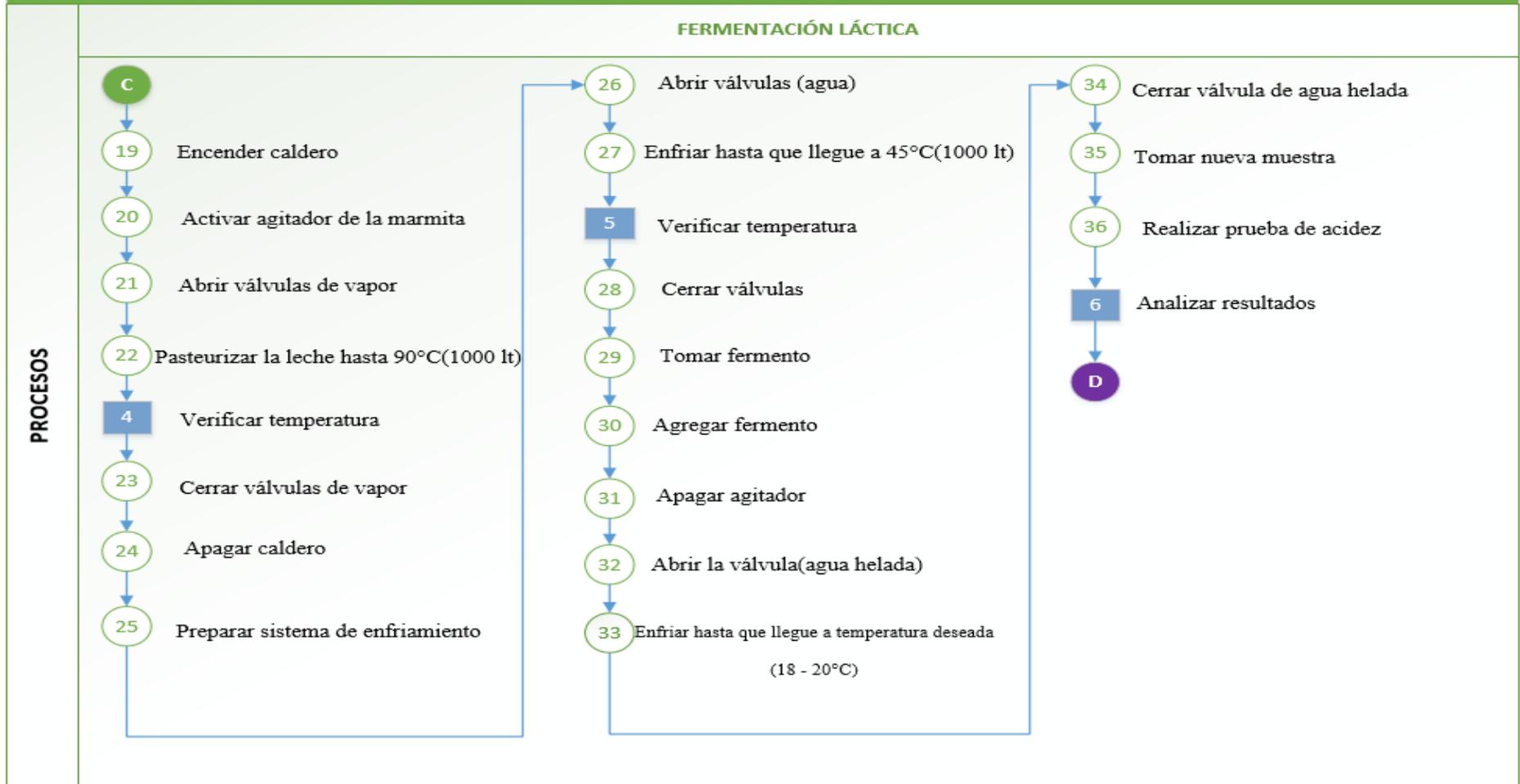


**Figura 14.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración del Yogur de poma sabor a fresa.



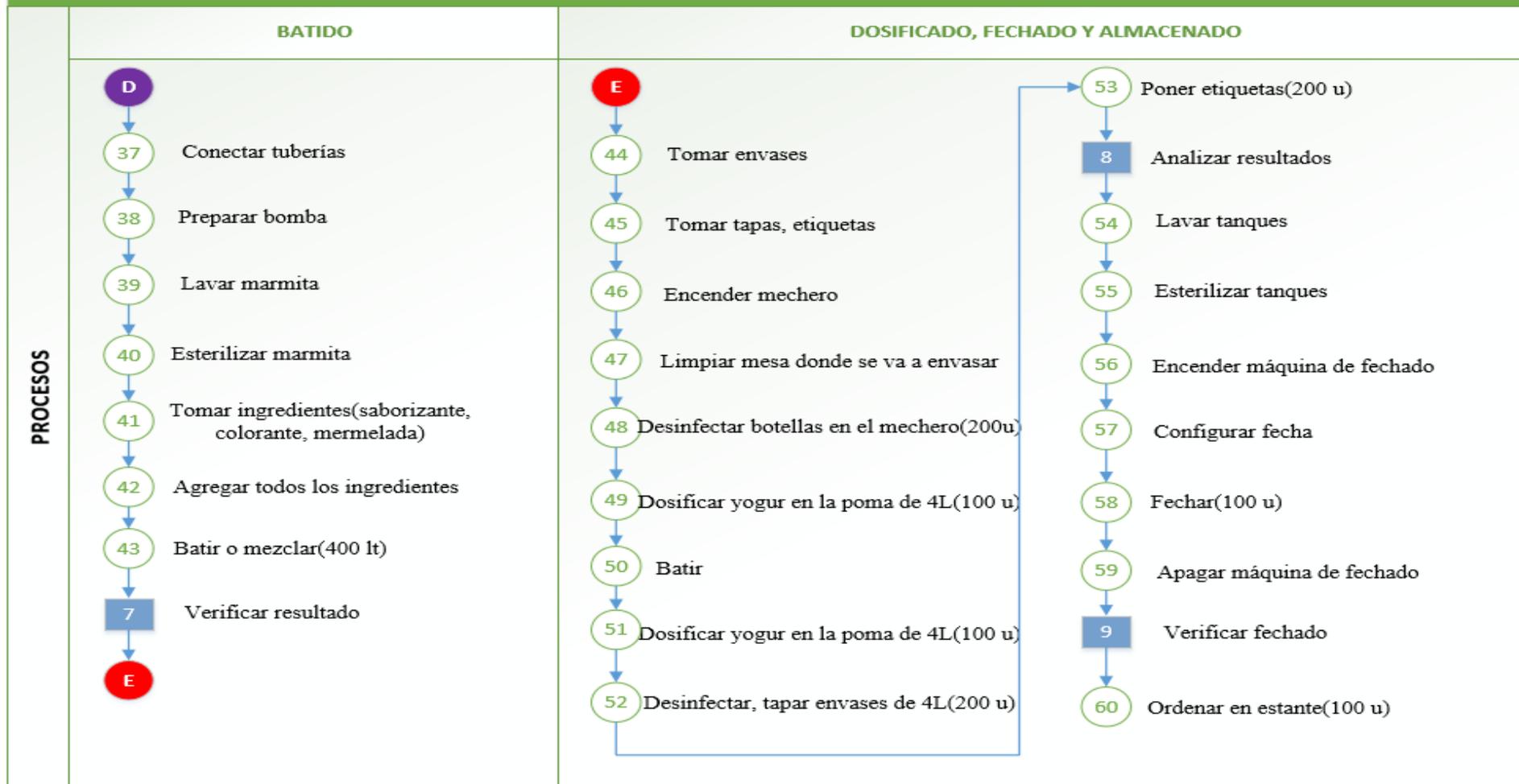
**Figura 15.** Cursograma sinóptico del proceso de elaboración del Yogur de 4 litros sabor a fresa.

CURSOGRAMA SINÓPTICO DE LA ELABORACIÓN DEL YOGUR DE 4 LITROS POMA SABOR A FRESA



**Continuación:** Cursograma sinóptico del proceso de elaboración del Yogur de 4 litros sabor a fresa.

**CURSOGRAMA SINÓPTICO DE LA ELABORACIÓN DEL YOGUR DE 4 LITROS POMA SABOR A FRESA**



**Continuación.** Cursograma sinóptico del proceso de elaboración del Yogur de 4 litros sabor a fresa.

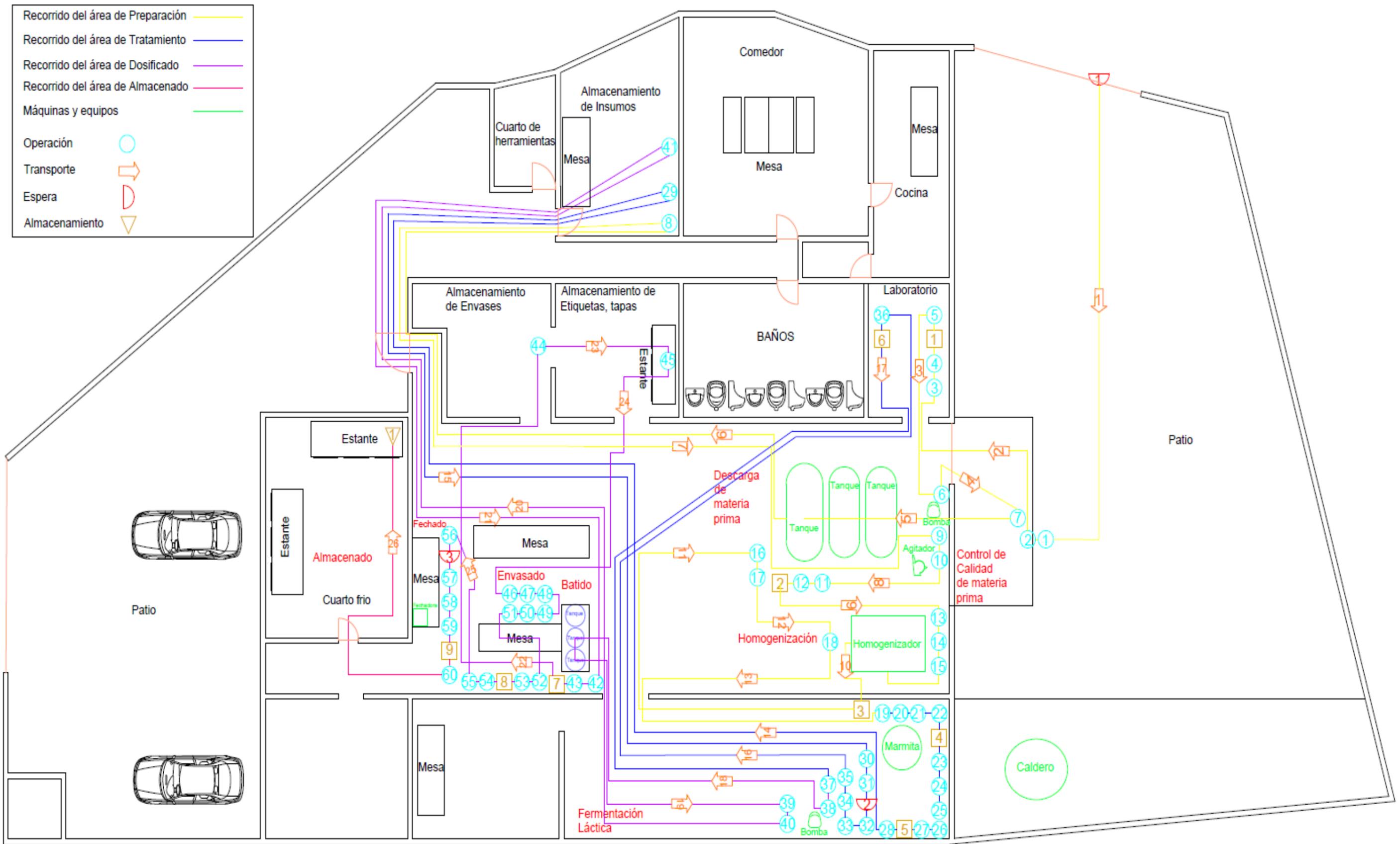


Figura 16. Diagrama de recorrido actual de la empresa "Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A".

### 3.1.12 Diagrama bimanual

Para el estudio de movimientos se va a utilizar el método bimanual, en las siguientes tablas se describe detalladamente todo lo que realiza con las manos el operario desde que inicia hasta que finaliza el proceso de producción, por otra parte, para facilitar la comprensión del diagrama bimanual se diferencia con colores los siguientes movimientos; con el color anaranjado los movimientos no efectivos, con el color azul cuando una mano esta inactiva o sin uso, con el color verde cuando una maquina está en ejecución, los movimientos efectivos están sin color.

**Tabla 24.** Diagrama bimanual para el área de preparación.

PASTEURIZADORA NUTRICION Y VIDA S.A.					
Elaborado por: Cristian Orozco		Diagrama #: 1		Método:	Actual
Área:	Preparación	Producto analizado:		Yogur en Poma de 4 lt sabor a fresa	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Inactiva		RE	Alcanzar la tapa de del tanque de leche	1
2	Inactiva		G	Sujetar la tapa	2
3	Inactiva		M	Mover la tapa del tanque de leche	3
4	Inactiva		RL	Soltar la tapa del tanque de leche	4
5	Inactiva		RE	Alcanzar pipeta donde se toma la muestra de leche	5
6	Inactiva		G	Sujetar pipeta	6
7	Inactiva		M	Mover pipeta hasta donde la leche	7
8	Inactiva		G	Tomar muestra de leche	8
9	Inactiva		M	Mover muestra hasta el laboratorio	9
10	Inactiva		I	Observar si la muestra está a la medida necesaria	10
11	Alcanzar recipiente para agregar muestra	RE	G	Sujetar pipeta	11
12	Sujetar recipiente	G	G	Sujetar pipeta	12
13	Mover recipiente debajo de la pipeta	M	G	Sujetar pipeta	13
14	Sujetar recipiente	G	U	Agregar muestra sobre el recipiente	14
15	Sujetar recipiente	G	M	Mover pipeta fuera del r.	15
16	Sujetar recipiente	G	RL	Soltar pipeta sobre la mesa	16
17	Sujetar recipiente	G	RE	Alcanzar recipiente de fenoltaleina	17

**Continuación:** Diagrama bimanual para el área de preparación.

N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
18	Sujetar recipiente	G	G	Sujetar recipiente de f.	18
19	Sujetar recipiente	G	M	Mover recipiente de f. sobre el recipiente de leche	19
20	Sujetar recipiente	G	U	Agregar 3 gotas de fenolftaleína	20
21	Sujetar recipiente	G	M	Mover recipiente de f. hasta donde la mesa	21
22	Sujetar recipiente	G	RL	Soltar recipiente de fenolftaleína	22
23	Sujetar recipiente	G	RE	Alcanzar acidímetro	23
24	Sujetar recipiente	G	U	Apretar perilla de acidímetro	24
25	Soltar recipiente	RL		Inactiva	25
26	Inspeccionar resultados	I	I	Inspeccionar resultados	26
27	Alcanzar tuberías	RE	RE	Alcanzar Tuberías	27
28	Sujetar tuberías	G	G	Sujetar tuberías	28
29	Mover tuberías hacia el tanque	M	M	Mover tuberías hacia el tanque	29
30	Conectar tuberías	U	U	Conectar tuberías	30
31	Soltar tuberías	RL	RL	Soltar tuberías	31
32	Alcanzar bomba	RE	RE	Alcanzar bomba	32
33	Inactiva		U	Activar bomba para transportar leche	33
34	Transportar leche			Transportar leche	34
35	Alcanzar ingredientes	RE	RE	Alcanzar ingredientes	35
36	Sujetar ingredientes	G	G	Sujetar ingredientes	36
37	Mover ingredientes hacia el tanque de leche	M	M	Mover ingredientes sobre el tanque de leche	37
38	Soltar ingredientes en Tanque	RL	RL	Soltar ingredientes en Tanque	38
39	Inactiva		RE	Alcanzar botón de agitador	39
40	Inactiva		U	Activar agitador del tanque	40
41	Agitar leche			Agitar leche	41
42	Inactiva		RE	Alcanzar cacillo	42
43	Inactiva		G	Sujetar cacillo	43
44	Inactiva		M	Mover cacillo dentro del tanque de leche	44
45	Inactiva		I	Inspeccionar leche agitada	45
46	Inactiva		M	Mover cacillo fuera del tanque el tanque de leche	46
47	Inactiva		RL	Soltar cacillo	47
48	Alcanzar tuberías	RE	RE	Alcanzar Tuberías	48
49	Sujetar tuberías	G	G	Sujetar tuberías	49
50	Mover tuberías hacia el homogeneizador	M	M	Mover tuberías donde el Homogenizador	50
51	Conectar tuberías	U	U	Conectar tuberías	51

**Continuación.** Diagrama bimanual para el área de preparación.

N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
52	Soltar tuberías	RL	RL	Soltar tuberías	52
53	Inspeccionar si todo está bien conectado	I	I	Inspeccionar si todo está bien conectado	53
54	Alcanzar tablero de configuración	RE	RE	Alcanzar tablero de configuración	54
55	Configurar tablero	U	U	Configurar tablero	55
56	Homogenizar leche			Homogenizar leche	56
57	Trasladar leche a la marmita			Trasladar leche a la marmita	57
Total, movimientos		Movimientos efectivos		Movimientos no efectivos	
86		80		6	

**Tabla 25.** Diagrama bimanual para el área de fermentación.

PASTEURIZADORA NUTRICION Y VIDA S.A.					
Elaborado por: Cristian Orozco		Diagrama #: 2		Método:	Actual
Área:	Fermentación	Producto analizado:		Yogur en Poma de 4 lt sabor a fresa	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Alcanzar tablero de configuración	RE	RE	Alcanzar tablero de configuración	1
2	Inactiva		U	Encender caldero	2
3	Inactiva		U	Activar agitador de la marmita	3
4	Agitar leche			Agitar leche	4
5	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de vapor	5
6	Inactiva		G	Sujetar válvula	6
7	Inactiva		I	Observar si todo esta correcto para pasteurizar	7
8	Inactiva		U	Abrir válvula de vapor	8
9	Inactiva		RL	Soltar válvula	9
10	Pasteurizar leche			Pasteurizar leche	10
11	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de vapor	11
12	Inactiva		G	Sujetar válvula	12
13	Inactiva		U	Cerrar válvula de Vapor	13
14	Inactiva		RL	Soltar válvula	14
15	Inactiva		RE	Alcanzar cacillo	15
16	Inactiva		G	Sujetar cacillo	16
17	Inactiva		M	Mover cacillo dentro de la marmita	17
18	Inactiva		I	Inspeccionar leche Pasteurizada	18
19	Inactiva		M	Mover cacillo fuera de la marmita	19
20	Inactiva		RL	Soltar cacillo	20
21	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de agua fría	21
22	Inactiva		G	Sujetar válvula	22

**Continuación.** Diagrama bimanual para el área de fermentación.

N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
23	Inactiva		I	Observar si todo está correcto para enfriar	23
24	Inactiva		U	Abrir válvula de agua fría	24
25	Inactiva		RL	Soltar válvula de agua fría	25
26	Enfriar leche			Enfriar leche	26
27	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de agua fría	27
28	Inactiva		G	Sujetar válvula	28
29	Inactiva		U	Cerrar válvula de agua fría	29
30	Inactiva		RL	Soltar válvula de agua fría	30
31	Alcanzar fermento	RE	RE	Alcanzar fermento	31
32	Sujetar fermento	G	G	Sujetar fermento	32
33	Mover fermento hacia la marmita	M	M	Mover fermento sobre la marmita	33
34	Soltar fermento sobre la marmita	RL	RL	Soltar fermento dentro la marmita	34
35	Inocular			Inocular	35
36	Inactiva		RE	Alcanzar botón del agitador	36
37	Inactiva		U	Desactivar agitador de la marmita	37
38	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de agua fría	38
39	Inactiva		I	Observar si todo está correcto para enfriar	39
40	Inactiva		G	Sujetar válvula	40
41	Inactiva		U	Abrir válvula de agua fría	41
42	Enfriar			Enfriar leche	42
43	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de agua fría	43
44	Inactiva		G	Sujetar válvulas	44
45	Inactiva		U	Cerrar válvulas de agua fría	45
46	Inactiva		RL	Soltar válvula de agua fría	46
47	Inactiva		RE	Alcanzar pipeta donde se toma la muestra de leche	47
48	Inactiva		G	Sujetar pipeta	48
49	Inactiva		M	Mover pipeta hasta donde la leche	49
50	Inactiva		G	Tomar muestra de leche	50
51	Inactiva		M	Mover muestra hasta el laboratorio	51
52	Inactiva		I	Observar si la muestra está a la medida necesaria	52
53	Alcanzar recipiente para agregar muestra	RE	G	Sujetar pipeta	53
54	Sujetar recipiente	G	G	Sujetar pipeta	54
55	Mover recipiente debajo de la pipeta	M	G	Sujetar pipeta	55
56	Sujetar recipiente	G	U	Agregar muestra sobre el recipiente	56

**Continuación.** Diagrama bimanual para el área de fermentación.

N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
57	Sujetar recipiente	G	M	Mover pipeta fuera del recipiente	57
58	Sujetar recipiente	G	RL	Soltar pipeta sobre la mesa	58
59	Sujetar recipiente	G	RE	Alcanzar recipiente de fenolftaleina	59
60	Sujetar recipiente	G	G	Sujetar recipiente de fenolftaleina	60
61	Sujetar recipiente	G	M	Mover recipiente de f. sobre el recipiente de leche	61
62	Sujetar recipiente	G	U	Agregar 3 gotas de fenolftaleina	62
63	Sujetar recipiente	G	M	Mover recipiente de f. hasta donde la mesa	63
64	Sujetar recipiente	G	RL	Soltar recipiente de fenolftaleina	64
65	Sujetar recipiente	G	RE	Alcanzar acidímetro	65
66	Sujetar recipiente	G	U	Apretar perilla de acidímetro	66
67	Soltar recipiente	RL		Inactiva	67
68	Inspeccionar resultados	I	I	Inspeccionar resultados	68
Total movimientos		Movimientos efectivos		Movimientos no efectivos	
83		76		7	

**Tabla 26.** Diagrama bimanual para el área de dosificado.

PASTEURIZADORA NUTRICION Y VIDA S.A.					
Elaborado por: Cristian Orozco		Diagrama #: 3		Método:	Actual
Área:		Dosificado		Producto analizado:	Yogur en Poma de 4 lt sabor a fresa
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Alcanzar tuberías	RE	RE	Alcanzar tuberías	1
2	Sujetar tuberías	G	G	Sujetar tuberías	2
3	Mover tuberías hacia el tanque de batido	M	M	Mover tuberías hasta los tanques de batido	3
4	Conectar tuberías	U	U	Conectar tuberías	4
5	Soltar tuberías	RL	RL	Soltar tuberías	5
6	Inspeccionar si todo está bien conectado	I	I	Inspeccionar si todo está bien conectado	6
7	Alcanzar bomba	RE	RE	Alcanzar bomba	7
8	Inactiva		U	Activar bomba para transportar yogur natural	8
9	Transportar yogur natural			Transportar yogurt natural	9
10	Inactiva		U	Desactivar bomba	10
11	Alcanzar ingredientes	RE	RE	Alcanzar ingredientes	11
12	Sujetar ingredientes	G	G	Sujetar ingredientes	12

**Continuación.** Diagrama bimanual para el área de dosificado.

N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
13	Mover ingredientes hacia tanques de yogur	M	M	Mover ingredientes hacia tanques de yogur	13
14	Soltar ingredientes en los Tanques	RL	RL	Soltar ingredientes en los tanques	14
15	Inactiva		RE	Alcanzar cacillo	15
16	Inactiva		G	Sujetar cacillo	16
17	Inactiva		M	Mover cacillo dentro del tanque de batido	17
18	Inactiva		U	Batir yogur de fresa	18
19	Inactiva		I	Inspeccionar consistencia	19
20	Inactiva		M	Mover cacillo fuera del tanque de batido	20
21	Inactiva		RL	Soltar cacillo	21
22	Alcanzar envases	RE	RE	Alcanzar envases	22
23	Sujetar envases	G	G	Sujetar envases	23
24	Mover envases hasta la mesa de dosificado	M	M	Mover envases hasta la mesa de dosificado	24
25	Soltar envases sobre la mesa	RL	RL	Soltar envases sobre la mesa	25
26	Alcanzar envase	RL	RL	Alcanzar válvula de dosificado	26
27	Sujetar envase	G	G	Sujetar válvula	27
28	Sujetar envase	G	U	Abrir válvula	28
29	Sujetar envase	G	U	Dosificar	29
30	Sujetar envase	G	U	Cerrar válvula	30
31	Sujetar envase	G	RL	Soltar válvula	31
32	Sujetar envase	G	U	Tapar envase	32
33	Inactiva		RE	Alcanzar etiqueta	33
34	Inactiva		G	Sujetar etiqueta	34
35	Poner etiqueta	U	U	Poner etiqueta	35
36	Inspeccionar resultados	I	I	Inspeccionar resultados	36
37	Mover envases hasta la mesa de fechado	M	M	Mover envases hasta la mesa de fechado	37
38	Alcanzar panel de control de maquina de fechado	RE	RE	Alcanzar panel de control de maquina de fechado	38
39	Inactiva		U	Encender máquina de fechado	39
40	Configurar fecha	U	U	Configurar fecha	40
41	Alcanzar envase	RE	RE	Alcanzar envase	41
42	Sujetar envase	G	G	Sujetar envase	42
43	Mover envase hasta sensor de fechado	M	M	Mover envase hasta sensor de fechado	43
44	Fechar	U	U	Fechar	44
45	Soltar envase sobre la mesa	RL	RL	Soltar envase sobre la mesa	45
46	Inactiva		U	Apagar máquina de fechado	46
Total movimientos		Movimientos efectivos		Movimientos no efectivos	
77		72		5	

**Tabla 27.** Diagrama bimanual para el área de almacenado.

<b>PASTEURIZADORA NUTRICION Y VIDA S.A.</b>					
Elaborado por: Cristian Orozco		Diagrama #: 4		Método:	Actual
Área:		Almacenado		Producto analizado:	Yogur en Poma de 4 lt sabor a fresa
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Alcanzar coche transportador	RE	RE	Alcanzar coche transportador	1
2	Sujetar coche transportador	G	G	Sujetar coche transportador	2
3	Mover choche donde la mesa de fechado	M	M	Mover choche donde la mesa de fechado	3
4	Alcanzar envases	RE	RE	Alcanzar envases	4
5	Sujetar envases	G	G	Sujetar envases	5
6	Mover envases hasta el coche transportador	M	M	Mover envases hasta el coche transportador	6
7	Soltar envases dentro del coche transportador	RL	RL	Soltar envases dentro del coche transportador	7
8	Alcanzar mango de choche transportador	RE	RE	Alcanzar mango de choche transportador	8
9	Sujetar mango del coche	G	G	Sujetar mango del coche	9
10	Mover choche donde los estantes del yogur	M	M	Mover choche donde los estantes del yogur	10
11	Soltar mango del coche	RL	RL	Soltar mango del coche	11
12	Alcanzar envases	RE	RE	Alcanzar envases	12
13	Sujetar envases	G	G	Sujetar envases	13
14	Posicionar envases hasta su respectivo lugar	PP	PP	Posicionar envases hasta su respectivo lugar	14
15	Soltar envases	RL	RL	Soltar envases	15
16	Inspeccionar envases ordenados	I	I	Inspeccionar envases ordenados	16
Total movimientos		Movimientos efectivos		Movimientos no efectivos	
32		30		2	

Una vez concluido el estudio de movimientos se puede observar que la mayoría de movimientos realizados por parte de los operarios en la empresa Pasteurizadora Nutrición y vida S.A. son efectivos, por otra parte, algunos movimientos no efectivos son necesarios para elaborar un producto de calidad, las inspecciones son las que particularmente aparecen como movimientos no efectivos, como mejora se han eliminado 11 movimientos no efectivos en todo el procesos de producción, el resumen de movimientos tanto para el método actual y propuesto se lo puede apreciar en la tabla 28 y el diagrama de las mejoras realizadas para cada una de las áreas se lo puede observar en el anexo 1.

**Tabla 28.** Resumen diagrama bimanual y planteamiento de mejora de cada área

Área	Diagrama actual		Diagrama propuesto		Descripción de cambios realizados
	Total movimientos	Movimientos no efectivos	Total movimientos	Movimientos no efectivos	
<b>Preparación</b>	86	6	83	3	No hace falta revisar la medida de la pipeta ya que tiene su respectivo indicador, por lo tanto, solo se debe hacer una buena toma de muestra. No hay que inspeccionar si está bien conectado porque contiene de buenos seguros al momento de conectar las tuberías
<b>Fermentación</b>	83	7	79	3	No hace falta inspeccionar si las válvulas están bien abiertas ya que si se abre bien no habrá ningún inconveniente. No hace falta revisar la medida de la pipeta ya que tiene su respectivo indicador, por lo tanto, solo se debe hacer una buena toma de muestra.
<b>Dosificado</b>	77	5	75	3	No hace falta que inspeccionar si está bien conectado porque contiene de buenos seguros al momento de conectar las tuberías
<b>Almacenado</b>	32	2	30	0	No hace falta inspeccionar si el producto está bien ordenado, basta con que se posicione bien el producto terminado apenas se descargue del coche transportador.

### 3.1.13 Cursogramas analíticos para el proceso elaboración del Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa.

Los diagramas o cursogramas analíticos realizados para cada proceso representan todas las operaciones, inspecciones, esperas, distancias recorridas y el tiempo para llevar a cabo cada operación durante todo el proceso de producción de yogur. Es necesario recalcar que el análisis en los primeros procesos es para un lote de 1000 litros de leche, posteriormente desde el proceso de batido se analizaron para un lote de 400 litros de yogur, dichas cantidades son las que actualmente se está produciendo la empresa respecto al producto de mayor demanda, también se detalla en cada cursograma las cantidades que están trabajando para cada proceso.

**Tabla 29.** Cursograma analítico del proceso control de calidad de materia prima.

CURSOGRAMA ANALÍTICO			Diagrama #:		1					
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:		Preparación				
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros fresa		Operarios:		1				
Fecha:		17/5/2022		Realizado por:		Cristian Orozco				
Método:		Actual		Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz				
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción				○	→	□	◐	◑
1	Control de calidad de materia prima	Esperar que permitan el ingreso a proveedores			2,1	○	→	□	◐	△
2		Ingresar a control de calidad de materia prima	18,92		0,6	○	→	□	◐	△
3		Destapar tanques de leche de los proveedores			1,6	●	→	□	◐	△
4		Tomar una muestra de leche		20ml	1,5	●	→	□	◐	△
5		Ir a laboratorio para analizar muestra de leche	9,8		0,45	○	→	□	◐	△
6		Realizar prueba de acidez		20ml	3,1	●	→	□	◐	△
7		Realizar prueba de grasa		20ml	3	●	→	□	◐	△
8		Analizar resultados			2	○	→	□	◐	△
9		Registrar en formulario el resultado			1,2	●	→	□	◐	△
10		Dirigirse a descarga de materia prima	7,95		0,35	○	→	□	◐	△
Total			36,67		15,9	5	3	1	1	0

**Tabla 30.** Cursograma analítico del proceso de descarga de materia prima.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Diagrama #:	2						
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:	Preparación						
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros		Operarios:	1						
Fecha:		17/5/2022		Realizado por:	Cristian Orozco						
Método:		Actual		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz						
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama					
Nº	P.	Descripción				●	➔	□	▭	▭	▲
1	Descarga de materia prima	Preparar bomba de succión			2	●	➔	□	▭	▭	▲
2		Ir donde tanques de proveedores	4,56		0,25	○	➔	□	▭	▭	▲
3		Conectar tuberías			2,2	●	➔	□	▭	▭	▲
4		Transportar la leche a los tanques de acero inoxidable	8,7	1000 litros	15	○	➔	□	▭	▭	▲
5		Ir al cuarto de insumos	36,5		1,8	○	➔	□	▭	▭	▲
6		Tomar ingredientes(azúcar, gelatina)			0,5	●	➔	□	▭	▭	▲
7		Regresar donde el agitador industrial	46		2,1	○	➔	□	▭	▭	▲
8		Agregar azúcar, gelatina en agitador			1,6	●	➔	□	▭	▭	▲
9		Agitar ingredientes			6	●	➔	□	▭	▭	▲
10		Ir donde el tanque de almacenamiento de leche	5,6		0,25	○	➔	□	▭	▭	▲
11		Agregar ingredientes el tanque de almacenamiento de leche			1,8	●	➔	□	▭	▭	▲
12		Agitar la leche con todos los ingredientes		1000 litros	10,2	●	➔	□	▭	▭	▲
13		Verificar resultado			1,9	○	➔	□	▭	▭	▲
14		Ir donde el homogenizador	7,7		0,37	○	➔	□	▭	▭	▲
Total			109,06		45,97	7	6	1	0	0	

**Tabla 31.** Cursograma analítico del proceso de homogenización.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Diagrama #:	3					
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:	Preparación					
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros		Operarios:	1					
Fecha:		17/5/2022		Realizado por:	Cristian Orozco					
Método:		Actual		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz					
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción				●	➔	□	D	▲
1	Homogenización	Conectar tuberías para iniciar la etapa de homogenizado			2,25	●	➔	□	D	▲
2		Configurar tablero de mando			1,45	●	➔	□	D	▲
3		Homogenizar leche		1000 litros	30	●	➔	□	D	▲
4		Trasladar leche homogenizada a la marmita	5,4	1000 litros	10	○	➔	□	D	▲
5		Verificar leche homogenizada			1,6	○	➔	■	D	▲
6		Ir donde tanques de almacenamiento	21,7		1,15	○	➔	□	D	▲
7		Lavar tanques			10	●	➔	□	D	▲
8		Esterilizar tanques			5,2	●	➔	□	D	▲
9		Ir donde homogenizador	5,3		0,25	○	➔	□	D	▲
10		Lavar homogenizador			60	●	➔	□	D	▲
11		Ir donde marmita	20,5		1,1	○	➔	□	D	▲
Total			52,9		123	6	4	1	0	0

**Tabla 32.** Cursograma analítico del proceso de fermentación láctica.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Diagrama #:		4				
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:		Fermentación				
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros		Operarios:		1				
Fecha:		17/5/2022		Realizado por:		Cristian Orozco				
Método:		Actual		Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz				
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción				●	→	□	D	△
1	Fermentación Láctica	Encender caldero			1,8	●	→	□	D	△
2		Activar agitador de la marmita			0,3	●	→	□	D	△
3		Abrir válvulas de vapor			1	●	→	□	D	△
4		Pasteurizar la leche hasta 90°C		1000 litros	90	●	→	□	D	△
5		Verificar temperatura			1,8	○	→	□	D	△
6		Cerrar válvulas de vapor			1,1	●	→	□	D	△
7		Apagar caldero			1	●	→	□	D	△
8		Preparar sistema de enfriamiento			2,2	●	→	□	D	△
9		Abrir válvulas (agua)			1,2	●	→	□	D	△
10		Enfriar hasta que llegue a 45°C		1000 litros	120	●	→	□	D	△
11		Verificar temperatura			1,8	○	→	□	D	△
12		Cerrar válvulas			1,05	●	→	□	D	△
13		Ir por fermento	49,7		2,5	○	→	□	D	△
14		Tomar fermento			0,4	●	→	□	D	△
15		Traer fermento	50,2		2,55	○	→	□	D	△
16		Agregar fermento			1,4	●	→	□	D	△
17		Apagar agitador			0,3	●	→	□	D	△
18		Esperar que el fermento haga efecto			360	○	→	□	D	△
19		Abrir la válvula (agua helada)			1	●	→	□	D	△
20		Enfriar hasta que llegue a temperatura deseada (18 - 20°C)			600	●	→	□	D	△
21		Cerrar válvula de agua helada			1,2	●	→	□	D	△
22		Tomar nueva muestra		20ml	1,6	●	→	□	D	△
23		Ir a laboratorio para analizar muestra de leche	35,15		1,75	○	→	□	D	△
24		Realizar prueba de acidez			3,3	●	→	□	D	△
25		Analizar resultados			2,35	○	→	□	D	△
26		Dirigirse donde la marmita	35		1,75	○	→	□	D	△
Total			170,05		1203,35	18	4	3	1	0

**Tabla 33.** Cursograma analítico del proceso de batido.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Diagrama #:	5					
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"			Área:	Dosificado					
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros			Operarios:	1					
Fecha:		17/5/2022			Realizado por:	Cristian Orozco					
Método:		Actual			Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz					
Identificación de Actividades				Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción					●	➔	■	●	▲
1	Batido	Conectar tuberías				2,2	●	➔	■	●	▲
2		Preparar bomba				2,3	●	➔	■	●	▲
3		Transportar yogurt natural desde marmita hasta los tanques de batido		20,1	400 litros	12,1	○	➔	■	●	▲
4		Regresar donde la marmita		19		1	○	➔	■	●	▲
5		Lavar marmita				10,5	●	➔	■	●	▲
6		Esterilizar marmita				5,4	●	➔	■	●	▲
7		Ir al cuarto de insumos		51,5		2,6	○	➔	■	●	▲
8		Tomar ingredientes(saborizante, colorante, mermelada)				0,7	●	➔	■	●	▲
9		Volver a los tanques de batido		39,1		2	○	➔	■	●	▲
10		Agregar todos los ingredientes				3	●	➔	■	●	▲
11		Batir o mezclar			400 litros	4,5	●	➔	■	●	▲
12		Verificar resultado			400 litros	2,1	○	➔	■	●	▲
Total				129,7		48,4	7	4	1	0	0

**Tabla 34.** Cursograma analítico del proceso de envasado.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Diagrama #:	6					
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:	Dosificado					
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros		Operarios:	2					
Fecha:		17/5/2022		Realizado por:	Cristian Orozco					
Método:		Actual		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz					
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción				○	→	□	D	△
1	Envasado	Ir al cuarto de almacenamiento de envases	18,9		1	○	→	□	D	△
2		Tomar envases			0,4	●	→	□	D	△
3		Ir al cuarto de almacenamiento de tapas, etiquetas	5,8		0,3	○	→	□	D	△
4		Tomar tapas, etiquetas			0,6	●	→	□	D	△
5		Volver con tapas, etiquetas, envases a la mesa de envasado	16,5		0,9	○	→	□	D	△
6		Encender mechero			0,5	●	→	□	D	△
7		Limpiar mesa donde se va a envasar			2,5	●	→	□	D	△
8		Desinfectar botellas en el mechero		200 u	3,6	●	→	□	D	△
9		Dosificar yogur en la poma de 4L		100 u	14,1	●	→	□	D	△
10		Batir			3	●	→	□	D	△
11		Dosificar yogur en la poma de 4L		100 u	14,15	●	→	□	D	△
12		Desinfectar, tapar envases de 4L		200 u	3,8	●	→	□	D	△
13		Poner etiquetas		200 u	3,6	●	→	□	D	△
14		Analizar resultados		200 u	2,1	○	→	□	D	△
15		Lavar tanques			10,1	●	→	□	D	△
16		Esterilizar tanques			5	●	→	□	D	△
Total			41,2		65,65	12	3	1	0	0

**Tabla 35.** Cursograma analítico del proceso de fechado.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Diagrama #:	7					
Empresa:		“NUTRICIÓN Y VIDA S.A”			Área:	Dosificado					
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros			Operarios:	1					
Fecha:		17/5/2022			Realizado por:	Cristian Orozco					
Método:		Actual			Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz					
Identificación de Actividades				Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción					●	→	□	D	▲
1	Fechado	Llevar envases a máquina de fechado		5,2	100 u	5	○	→	□	D	▲
2		Encender máquina de fechado				0,4	●	→	□	D	▲
3		Esperar que encienda completamente máquina de fechado				1,3	○	→	□	D	▲
4		Configurar fecha				2,2	●	→	□	D	▲
5		Fechar			100 u	8,8	●	→	□	D	▲
6		Apagar máquina de fechado				0,4	●	→	□	D	▲
7		Verificar fechado			100 u	2	○	→	□	D	▲
Total				5,2		20,1	4	1	1	1	0

**Tabla 36.** Cursograma analítico del proceso de almacenado.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Diagrama #:	8					
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:	Almacenado					
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros		Operarios:	1					
Fecha:		17/5/2022		Realizado por:	Cristian Orozco					
Método:		Actual		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz					
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción								
1	Almacenado	Colocar en choche transportador		100 u	5,2					
2		Transportar a cuarto frio	14,7	100 u	8,6					
3		Almacenar en su respectivo lugar		100 u	8,3					
Total			14,7		22,1	1	1	0	0	1

**Resumen de cursogramas analíticos actuales**

En cada uno de los cursogramas se detalla la secuencia de los procesos con sus respectivas actividades, transportes, inspecciones y almacenajes que se realizan para la elaboración de yogur, el resumen de cada una de las actividades mencionadas se indica en la Tabla 37:

**Tabla 37.** Resumen de cursogramas analíticos actuales.

Actividad		Cantidad	Tiempo(min)	Distancia (m)
Operación		60	1079,4	
Transporte		26	75,72	559,48
Inspección		9	17,65	
Demora		3	363,4	
Almacenaje		1	8,3	
Total		99	1544,47	559,48

## **Resultado:**

En el método actual de elaboración de yogur se han identificado 60 operaciones, 26 transportes, 9 inspecciones, 3 demoras, 1 almacenaje en todo el proceso de producción, además se determinó un tiempo de operación de 1544.47 minutos y un recorrido de 559.48 metros.

### **3.1.14 Encuesta para obtener información acerca del sistema de trabajo y estudio de tiempos**

Para un mejor conocimiento de cómo se encuentra la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A” y saber en qué condiciones está actualmente la línea de producción de yogur se realiza una encuesta (Ver cuestionario de Anexo 5) a los 4 trabajadores que operan en producción, el cual tiene el objetivo de reunir información necesaria para determinar el grado de conocimiento de cada trabajador acerca del proceso de producción, además se elaborara la tabulación y análisis estadístico de cada pregunta de la encuesta con la finalidad de interpretar de mejor manera la información recolectada por parte de los trabajadores, respecto a cambios o actualizaciones que necesitan en cada una de las áreas de producción de yogur.

#### **Pregunta 1. ¿Tiene conocimientos sobre estudio de tiempos?**

**Tabla 38.** Distribución de frecuencia pregunta 1.

<b>Opción</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>porcentaje</b>
<b>Si</b>	0	0
<b>No</b>	4	100
<b>Total</b>	4	100



**Figura 17.** Análisis porcentual pregunta 1.

**Análisis:**

En los resultados se puede apreciar que el 100% de los trabajadores que operan en la línea de producción de yogur no tienen conocimientos sobre lo que es un estudio de tiempos, dicho en otras palabras, todos los trabajadores no tienen ni idea sobre un estudio de tiempos.

**Interpretación:**

Hoy en día es de vital importancia saber que es un estudio de tiempos dentro del línea de producción de yogur y de cualquier empresa, ya que si sabemos y tenemos un estudio de tiempos podríamos saber a qué ritmo trabaja la empresa, además de realizar múltiples mejoras en el proceso de producción, por ello es de gran importancia dar a conocer a los trabajadores de que se trata un estudio de tiempos.

**Pregunta 2. ¿Sabe cuánto tiempo se demora en realizar sus múltiples procesos?**

**Tabla 39.** Distribución de frecuencia pregunta 2.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0
No	4	100
Total	4	100



**Figura 18.** Análisis porcentual pregunta 2.

**Análisis:**

En los resultados se puede apreciar que el 100% de los trabajadores que operan en la línea de producción de yogur desconocen el tiempo que se demoran en realizar sus múltiples procesos, dicho en otras palabras, todos los trabajadores no tienen ni idea la duración de cada actividad que realizan actualmente en la empresa.

**Interpretación:**

Actualmente la línea de producción de la empresa Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A es amplia porque ofertan una variedad de productos al mercado, de tal forma es necesario que los trabajadores conozcan cuanto tiempo se demoran en realizar cada uno de sus productos en especial el yogur de 4 litros poma sabor a fresa ya que este producto es el que más ventas tiene, por ende aporta mayor rentabilidad a la empresa, por tal motivo es necesario la aplicar un estudio de tiempos en especial al producto de mayor demanda para determinar cuánto tiempo se demoran en sus múltiples procesos hasta obtener el producto terminado, con la finalidad de entregar todos sus pedidos a tiempo, también, a futuro calcular la capacidad actual de producción para no tener inconvenientes con pedidos excesivamente grandes y no poder cumplirlos porque ya no dependería de la empresa.

**Pregunta 3. ¿Hace falta que la línea de producción de yogur necesite de mejoras?**

**Tabla 40.** Distribución de frecuencia pregunta 3.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	75
No	1	25
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>100</b>



**Análisis:**

En los resultados se puede apreciar que el 75% de los trabajadores que operan en la línea de producción dicen que dicha línea de producción necesita de mejoras, mientras que el 25% dicen que no necesita que se realice ningún tipo de mejoras.

**Interpretación:**

Actualmente realizar mejoras es de suma importancia en cualquier empresa, porque si se aplican mejoras en la línea de fabricación, por ende, aumentara su producción, para elevar la producción se recomienda dar capacitaciones continuas a los trabajadores, mantenimiento preventivo a todos los equipos y maquinarias, con el fin de reducir esperas innecesarias. En la empresa Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A necesita de mejoras, sobre todo en la producción de yogur de 4 litros poma sabor a fresa, según se ha podido notar observando directamente y corroborar en la encuesta.

**Pregunta 4. ¿Cree que la cantidad actual de trabajadores es la necesaria para la producción de yogur?**

**Tabla 41.** Distribución de frecuencia pregunta 4.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	25
No	3	75
Total	4	100



**Análisis:**

En los resultados se puede apreciar que el 75% de los trabajadores que operan en la línea de producción opinan que la cantidad actual de trabajadores no es suficiente, mientras que el 25% dicen que la cantidad actual de trabajadores si es suficiente.

**Interpretación:**

Actualmente en el proceso de producciones yogur es necesario aumentar la cantidad de trabajadores sobre todo en el área de dosificado ya que se requiere de algunas personas para cumplir con todas las actividades que tiene que ejecutar en dicha área, con el fin de cumplir a tiempo con los requerimientos del cliente.

**Pregunta 5. ¿Sabe que se necesita para realizar una estandarización de tiempos en una línea de producción?**

**Tabla 42.** Distribución de frecuencia pregunta 5.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0
No	4	100
<b>Total</b>	4	100



**Figura 21.** Análisis porcentual pregunta 5.

**Análisis:**

En los resultados se puede apreciar que el 100% de los trabajadores que operan en la línea de producción de yogur no saben que se necesita para realizar una estandarización de tiempos, dicho en otras palabras, todos los trabajadores no tienen ni idea sobre estandarización de tiempos

**Interpretación:**

Actualmente para la producción de yogur es muy importante saber lo que se necesita para una adecuada estandarización de tiempos, por tal motivo, se debe tener un estudio de tiempos, aplicar las mejoras necesarias con el objetivo de determinar el tiempo requerido para actividad en la línea de producción.

**Pregunta 6. ¿Existen tiempos de descanso después de realizar cada etapa de producción?**

**Tabla 43.** Distribución de frecuencia pregunta 6.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0
No	4	100
<b>Total</b>	4	100



**Análisis:**

En los resultados se puede apreciar que el 100% de los trabajadores que operan en la línea de producción de yogur manifiestan que no tienen tiempos de descanso después de realizar cada etapa de producción, dicho en otras palabras, todos los trabajadores no tienen ningún tipo de descanso hasta que se termine la jornada laboral.

**Interpretación:**

Actualmente algunas empresas tienen como estrategia fundamental realizar pausas activas al terminar cada etapa de producción con el fin de que el personal no se desanime y reactive su desempeño laboral y esté listo tanto física y mentalmente para la siguiente etapa de producción, teniendo muy presente que este tipo de pausas activas es necesario implementarlas en áreas que exista sobrecarga de trabajo.

**Pregunta 7. ¿Su proveedor proporciona materia prima e insumos a tiempo para no retrasar la línea de producción?**

**Tabla 44.** Distribución de frecuencia pregunta 7.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	2	50
No	2	50
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>100</b>



**Figura 23.** Análisis porcentual pregunta 7.

**Análisis:**

En los resultados se puede apreciar que el 50% de los trabajadores que operan en la línea de producción mencionan que su proveedor proporciona materia prima e insumos a tiempo para no retrasar la línea de producción, mientras que el 50% dicen que su proveedor no proporciona materia prima e insumos a tiempo.

**Interpretación:**

La materia prima es considerada con uno de los elementos fundamentales para llevar a cabo la producción de yogur por ende debe llegar siempre a tiempo, ya que si no fuera así vendría a ocasionar serios retrasos en toda la producción, sobre todo en la entrega del producto final a los distintos clientes dando como resultado una mala imagen para la empresa, entonces la empresa debería enfocarse en los proveedores que no entregan a tiempo la materia prima o ver otro proveedor para que no exista inconvenientes como insatisfacción por parte del cliente o llegar al extremo de perder clientes.

**Pregunta 8. ¿Hay retrasos de materia prima e insumos durante el proceso de producción?**

**Tabla 45.** Distribución de frecuencia pregunta 8.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0
No	4	100
<b>Total</b>	4	100



**Figura 24.** Análisis porcentual pregunta 8.

**Análisis:**

En los resultados se puede apreciar que el 100% de los trabajadores que operan en la línea de producción de yogur mencionan que, si existen retrasos de materia prima e insumos durante el proceso de producción, dicho en otras palabras, que por cualquier motivo se empieza a retrasar la materia prima en el transcurso de la elaboración del yogur.

**Interpretación:**

Hay que tener muy en cuenta que si existen pequeños retrasos desde que inicia el proceso de producción, al finalizar dicho proceso los retrasos serán mayores y por tal motivo ocasionarían serios problemas con la entrega de pedidos por no terminar a tiempo la producción, por tal razón es necesario realizar un estudio de tiempos para determinar el tiempo normal y estándar de cada una de las actividades, seguidamente darlo a conocer entre todos los operadores de la línea de producción para que conozcan en cuanto tiempo deben realizar cada una de sus actividades diarias.

### 3.1.15 Estudio de tiempos

Se lleva a cabo el estudio de tiempos en la línea de producción de Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa, donde se utilizó el método conocido como cronometraje vuelta a cero, esto quiere decir que para cada muestra se toma reinando a cero cada que finaliza cada actividad, además, se usó el criterio General Electric Company para determinar el número de observaciones a efectuarse por cada proceso.

### 3.1.16 Selección del operario

Este estudio se lo efectúa para los cuatro operarios que están en la línea de producción de yogur, hay que tener en cuenta que para la el área de preparación trabajan 2 operadores, en el área de fermentación 1 operador, en el área del dosificado 3 operadores y para el área de almacenamiento 1 operador, los cuales ya están definidos en sus áreas de trabajo.

### 3.1.17 Número de observaciones

Para el número de observaciones a efectuarse se ha tomado el criterio de la General Electric Company, primeramente, se realiza una observación previa de tiempos tomados de cada actividad u operación para después realizar una comparación como se muestra en la tabla 46:

**Tabla 46.** General Electric Company para número de observaciones.

Tiempo de ciclo(min)	Observaciones para efectuar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
más de 40,00	3

Seguidamente se determina la cantidad de observaciones a efectuarse por cada proceso respecto a la producción del Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa como se muestra en la tabla 47:

**Tabla 47.** Cálculo el número de observaciones empresa "Nutrición y Vida S.A".

Área	Proceso	Tiempo observado (min)	Nº de Observaciones
Preparación	Control de Calidad de Materia Prima	15,9	8
	Descarga de Materia Prima	45,97	3
	Homogenización	123	3
Fermentación	Fermentación Láctica	1203,35	3
Dosificado	Batido	48,4	3
	Envasado	65,65	3
	Fechado	20,1	5
Almacenado	Almacenado	22,1	5

### 3.1.18 Descripción y codificación de las actividades o elementos

En la línea de producción de Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa cada proceso cuenta con actividades u operaciones los cuales es necesario codificar con la finalidad de ser identificadas de manera rápida y sobre todo que faciliten el manejo de información para el estudio de tiempos, las codificaciones de cada actividad que corresponde a cada área y proceso de yogur se encuentran en las siguientes tablas:

**Tabla 48.** Codificación de actividades para el área de preparación.

<b>PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S. A.</b>		
<b>Área de Preparación</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Actividades</b>	<b>Código</b>
<b>Control de Calidad de Materia Prima</b>	Esperar que permitan el ingreso a proveedores	A1
	Ingresar a control de calidad de materia prima	A2
	Destapar tanques de leche de los proveedores	A3
	Tomar una muestra de leche	A4
	Ir a laboratorio para analizar muestra de leche	A5
	Realizar prueba de acidez	A6
	Realizar prueba de grasa	A7
	Analizar resultados	A8
	Registrar en formulario el resultado	A9
	Dirigirse a descarga de materia prima	A10
<b>Descarga de Materia Prima</b>	Preparar bomba de succión	B1
	Ir donde tanques de proveedores	B2
	Conectar tuberías	B3
	Transportar la leche a los tanques de acero inoxidable	B4
	Ir al cuarto de insumos	B5
	Tomar ingredientes (azúcar, gelatina)	B6
	Regresar donde el agitador industrial	B7
	Agregar azúcar, gelatina en agitador	B8
	Agitar ingredientes	B9
	Ir donde el tanque de almacenamiento de leche	B10
	Agregar ingredientes el tanque de almacenamiento de leche	B11
	Agitar la leche con todos los ingredientes	B12
	Verificar resultado	B13
	Ir donde el homogenizador	B14
<b>Homogenizado</b>	Conectar tuberías para iniciar la etapa de homogenizado	C1
	Configurar tablero de mando	C2
	Homogenizar leche	C3
	Trasladar leche homogenizada a la marmita	C4
	Verificar leche homogenizada	C5
	Ir donde tanques de almacenamiento	C6
	Lavar tanques	C7
	Esterilizar tanques	C8
	Ir donde homogenizador	C9
	Lavar homogenizador	C10
	Ir donde marmita	C11

**Tabla 49.** Codificación de actividades para el área de fermentación.

<b>PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A</b>		
<b>Área de Fermentación</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Actividades</b>	<b>Código</b>
<b>Fermentación Láctica</b>	Encender caldero	D1
	Activar agitador de la marmita	D2
	Abrir válvulas de vapor	D3
	Pasteurizar la leche hasta 90°C	D4
	Verificar temperatura	D5
	Cerrar válvulas de vapor	D6
	Apagar caldero	D7
	Preparar sistema de enfriamiento	D8
	Abrir válvulas (agua)	D9
	Enfriar hasta que llegue a 45°C	D10
	Verificar temperatura	D11
	Cerrar válvulas	D12
	Ir por fermento	D13
	Tomar fermento	D14
	Traer fermento	D15
	Agregar fermento	D16
	Apagar agitador	D17
	Esperar que el fermento haga efecto	D18
	Abrir la válvula (agua helada)	D19
	Enfriar hasta que llegue a temperatura deseada (18 - 20°C)	D20
	Cerrar válvula de agua helada	D21
	Tomar nueva muestra	D22
	Ir a laboratorio para analizar muestra de leche	D23
	Realizar prueba de acidez	D24
	Analizar resultados	D25
	Dirigirse donde la marmita	D26

**Tabla 50.** Codificación de actividades para el área de dosificado y almacenado.

<b>PASTEURIZADORA NUTRICIÓN Y VIDA S.A</b>		
<b>Área de Dosificado</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Actividades</b>	<b>Código</b>
<b>Batido</b>	Conectar tuberías	E1
	Preparar bomba	E2
	Transportar yogurt natural desde marmita hasta los tanques	E3
	Regresar donde la marmita	E4
	Lavar marmita	E5
	Esterilizar marmita	E6
	Ir al cuarto de insumos	E7
	Tomar ingredientes (saborizante, colorante, mermelada)	E8
	Volver a los tanques de batido	E9
	Agregar todos los ingredientes	E10
	Batir o mezclar	E11
	Verificar resultado	E12
<b>Envasado</b>	Ir al cuarto de almacenamiento de envases	F1
	Tomar envases	F2
	Ir al cuarto de almacenamiento de tapas, etiquetas	F3
	Tomar tapas, etiquetas	F4
	Volver con tapas, etiquetas, envases a la mesa de envasado	F5
	Encender mechero	F6
	Limpiar mesa donde se va a envasar	F7
	Desinfectar botellas en el mechero	F8
	Dosificar yogur en la poma de 4L	F9
	Batir	F10
	Dosificar yogur en la poma de 4L	F11
	Desinfectar, tapar envases de 4L	F12
	Poner etiquetas	F13
	Analizar resultados	F14
	Lavar tanques	F15
	Esterilizar tanques	F16
<b>Fechado</b>	Llevar envases a máquina de fechado	G1
	Encender máquina de fechado	G2
	Esperar que encienda completamente máquina de fechado	G3
	Configurar fecha	G4
	Fechar	G5
	Apagar máquina de fechado	G6
	Verificar fechado	G7
<b>Área de Almacenado</b>		
<b>Almacenado</b>	Colocar en gavetas	H1
	Transportar a cuarto frio	H2
	Almacenar en su respectivo lugar	H3

### 3.1.19 Cálculo del índice de desempeño

Para realizar el cálculo del índice de desempeño, primeramente, se tomó en cuenta la valoración de ritmo de trabajo en la elaboración de yogurt de 4 litros poma sabor a fresa, se pondero con un ritmo de escala equivalente a 100 determinado por la noma británica como se muestra en capítulo I, tabla 2, dicho valor indica que el operador es activo, calificado, capaz, motivado, operando de forma tranquila logrando un óptimo nivel de calidad.

Consecuentemente con método de Westinghouse se calcula el índice de desempeño, calificando sus 4 factores importantes, se considera un índice de desempeño para cada área de trabajo, en total 4, debido a que los trabajadores están asignados por áreas.

Los factores para cada área se ponderan de acuerdo a la Figura 5, el detalle de ponderación para las distintas áreas se la puede apreciar en el anexo 6, posteriormente se calcula los distintos índices de desempeño utilizando la ecuación 12:

$$\text{Índice de desempeño} = V + FH + FE + FCs + FC \quad (12)$$

**Donde:**

**V** = Valoración Ritmo Británico

**FH** = Factor Habilidad

**FE** = Factor Esfuerzo o Empeño

**FCs** = Factor Condiciones

**FC** = Factor Consistencia

Todos los índices de desempeño calculados por área se pueden apreciar en la Tabla 51:

**Tabla 51.** Resultados índices de desempeño por área.

<b>Índices de desempeño</b>	
<b>Área Preparación</b>	0,95
<b>Área Fermentación</b>	0,98
<b>Área de Dosificado</b>	0,97
<b>Área de Almacenamiento</b>	1

### **3.1.20 Suplementos**

Para determinar los suplementos se usa el método de valoración presentado por la Organización Internacional de trabajo (OIT) como se observa en la Figura 6, se pondera según el criterio del investigador.

### **3.1.21 Cálculo de tiempo normal**

Una vez registrados los tiempos necesarios de cada actividad y con su respectivo factor de desempeño, se procede al cálculo del tiempo normal utilizando la ecuación 1.

### **3.1.22 Cálculo del tiempo estándar**

Una vez obtenido el tiempo normal, ponderación de suplementos en reacción a las áreas donde laboran los operarios y sus condiciones físicas, se procede al cálculo del tiempo estándar para cada actividad haciendo uso de la ecuación 2.

La determinación del tiempo estándar es de suma importancia ya que con este resultado se puede encontrar la capacidad de producción por proceso, además se procede a identificación del cuello de botella el cual retrasa a la línea de producción, por último, hay que recalcar que los cálculos para los primeros procesos se los realizo para un lote de 1000 litros de leche, posteriormente desde el proceso de batido se calcularon para un lote de 400 litros de yogur, dichas cantidades son las que actualmente se está produciendo la empresa respecto al producto de mayor demanda.

## Área Preparación

**Tabla 52.** Cálculo de suplementos para el área de preparación.

<b>Cálculo de Suplementos</b>			
<b>Área:</b>	Preparación		
<b>Proceso:</b>	Homogenización, control de calidad y descarga de materia prima		
<b>Estudio N°:</b>	1		
<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa		
	<b>Genero del operario</b>	<b>M</b>	<b>F</b>
<b>Suplementos Constantes</b>	Por necesidades personales	5	-
	Base por fatiga	4	-
<b>Suplementos Variables</b>	Por trabajar de pie	2	-
	Por postura anormal	0	-
	Uso de fuerza/energía muscular	0	-
	Mala iluminación	0	-
	Condiciones atmosféricas	0	-
	Concentración intensa	0	-
	Ruido	1	-
	Tensión mental	1	-
	Monotonía	0	-
	Tedio	0	-
	<b>Total</b>	13	

**Tabla 53.** Cálculo de tiempo estándar, proceso control de calidad de materia prima.

	<b>Estudio de tiempos</b>															
	Área:	Preparación							Cantidad:	1000 lt						
	Proceso:	Control de calidad de materia prima							Estudio N°:	1						
	Producto:	Yogur 4 lt poma fresa							Fecha de elaboración:	18/4/2022						
Investigador:	Cristian Orozco							Genero Operario:	Hombre							
Actividad/Código	Ciclos(seg)									Resumen						
	1	2	3	4	5	6	7	8	TT	TP	Id	s	TN	TS		
<b>A1</b>	126	130	125	132	122	123	130	125	1013	126,6	0,95	0,13	120,3	138,3		
<b>A2</b>	36	38	37	39	36	36	40	38	300	37,5	0,95	0,13	35,63	40,95		
<b>A3</b>	96	100	97	98	96	99	90	92	768	96	0,95	0,13	91,2	104,8		
<b>A4</b>	90	88	85	92	96	89	92	90	722	90,25	0,95	0,13	85,74	98,55		
<b>A5</b>	27	25	28	30	25	26	29	26	216	27	0,95	0,13	25,65	29,48		
<b>A6</b>	186	190	185	182	188	191	184	188	1494	186,8	0,95	0,13	177,4	203,9		
<b>A7</b>	180	185	191	186	179	185	188	186	1480	185	0,95	0,13	175,8	202		
<b>A8</b>	120	117	120	118	122	123	125	120	965	120,6	0,95	0,13	114,6	131,7		
<b>A9</b>	72	76	70	71	79	75	70	69	582	72,75	0,95	0,13	69,11	79,44		
<b>A10</b>	21	25	23	20	20	22	21	24	176	22	0,95	0,13	20,9	24,02		
<b>Total</b>												T(seg)		1053		
												T(min)		17,55		
<b>TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Id: Índice de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos TS: Tiempo estándar</b>																

**Tabla 54.** Cálculo de tiempo estándar, proceso de descarga de materia prima.

<b>Estudio de tiempos</b>									
	<b>Área:</b>	Preparación			<b>Cantidad:</b>	1000 lt			
	<b>Proceso:</b>	Descarga de materia prima			<b>Estudio N°:</b>	2			
	<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa			<b>Fecha elaboración:</b>	18/4/2022			
	<b>Investigador:</b>	Cristian Orozco			<b>Genero Operario:</b>	Hombre			
<b>Actividad/Código</b>	<b>Ciclos(seg)</b>			<b>Resumen</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>TT</b>	<b>TP</b>	<b>Id</b>	<b>s</b>	<b>TN</b>	<b>TS</b>
<b>B1</b>	120	122	117	359	119,667	0,95	0,13	113,68	130,67
<b>B2</b>	15	18	16	49	16,3333	0,95	0,13	15,52	17,84
<b>B3</b>	132	127	130	389	129,667	0,95	0,13	123,18	141,59
<b>B4</b>	900	900	900	2700	900	1		900,00	900,00
<b>B5</b>	108	110	107	325	108,333	0,95	0,13	102,92	118,30
<b>B6</b>	30	32	33	95	31,6667	0,95	0,13	30,08	34,58
<b>B7</b>	126	124	128	378	126	0,95	0,13	119,70	137,59
<b>B8</b>	96	101	95	292	97,3333	0,95	0,13	92,47	106,28
<b>B9</b>	360	362	366	1088	362,667	0,95	0,13	344,53	396,02
<b>B10</b>	15	18	17	50	16,6667	0,95	0,13	15,83	18,20
<b>B11</b>	108	110	105	323	107,667	0,95	0,13	102,28	117,57
<b>B12</b>	612	615	610	1837	612,333	0,95	0,13	581,72	668,64
<b>B13</b>	114	111	114	339	113	0,95	0,13	107,35	123,39
<b>B14</b>	22	20	21	63,2	21,0667	0,95	0,13	20,01	23,00
<b>Total</b>								T(seg)	2933,66
								T(min)	48,89
<b>TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Id: Índice de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos TS: Tiempo estándar</b>									

**Tabla 55.** Cálculo de tiempo estándar, proceso de homogenización.

<b>Estudio de tiempos</b>									
	<b>Área:</b>	Preparación			<b>Cantidad:</b>	1000 lt			
	<b>Proceso:</b>	Homogenización			<b>Estudio N°:</b>	3			
	<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa			<b>Fecha elaboración:</b>	18/4/2022			
	<b>Investigador:</b>	Cristian Orozco			<b>Genero Operario:</b>	Hombre			
<b>Actividad/Código</b>	<b>Ciclos(seg)</b>			<b>Resumen</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>TT</b>	<b>TP</b>	<b>Id</b>	<b>s</b>	<b>TN</b>	<b>TS</b>
<b>C1</b>	135	141	135	411	137	0,95	0,13	130,15	149,60
<b>C2</b>	87	91	92	270	90	0,95	0,13	85,50	98,28
<b>C3</b>	1800	1800	1800	5400	1800	1		1800,00	1800,00
<b>C4</b>	600	600	600	1800	600	1		600,00	600,00
<b>C5</b>	96	102	98	296	98,6667	0,95	0,13	93,73	107,74
<b>C6</b>	69	74	70	213	71	0,95	0,13	67,45	77,53
<b>C7</b>	600	610	595	1805	601,667	0,95	0,13	571,58	656,99
<b>C8</b>	312	310	317	939	313	0,95	0,13	297,35	341,78
<b>C9</b>	15	16	14	45	15	0,95	0,13	14,25	16,38
<b>C10</b>	3600	3615	3622	10837	3612,33	0,95	0,13	3431,72	3944,50
<b>C11</b>	66	62	70	198	66	0,95	0,13	62,70	72,07
<b>Total</b>								T(seg)	7864,87
								T(min)	131,08
<b>TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Id: Índice de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos TS: Tiempo estándar</b>									

## Área Fermentación

**Tabla 56.** Cálculo de suplementos para el área de fermentación.

Calculo de Suplementos			
<b>Área:</b>	Fermentación		
<b>Proceso:</b>	Fermentación láctica		
<b>Estudio N°:</b>	2		
<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa		
<b>Genero del operario</b>		<b>M</b>	<b>F</b>
<b>Suplementos Constantes</b>	Por necesidades personales	5	-
	Base por fatiga	4	-
<b>Suplementos Variables</b>	Por trabajar de pie	2	-
	Por postura anormal	0	-
	Uso de fuerza/energía muscular	0	-
	Mala iluminación	0	-
	Condiciones atmosféricas	0	-
	Concentración intensa	0	-
	Ruido	0	-
	Tensión mental	1	-
	Monotonía	1	-
	Tedio	2	-
<b>Total</b>		<b>15</b>	

**Tabla 57.** Cálculo de tiempo estándar, proceso de fermentación láctica.

<b>Estudio de tiempos</b>									
	<b>Área:</b>	Fermentación			<b>Cantidad:</b>	1000 lt			
	<b>Proceso:</b>	Fermentación láctica.			<b>Estudio N°:</b>	4			
	<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa			<b>Fecha elaboración:</b>	26/4/2022			
	<b>Investigador:</b>	Cristian Orozco			<b>Genero Operario:</b>	Hombre			
Actividad/Código	Ciclos(seg)			Resumen					
	1	2	3	TT	TP	Id	s	TN	TS
<b>D1</b>	108	120	115	343	114,33	0,98	0,15	112,05	131,82
<b>D2</b>	18	22	17	57	19	0,98	0,15	18,62	21,91
<b>D3</b>	60	63	55	178	59,33	0,98	0,15	58,15	68,41
<b>D4</b>	5400	5400	5400	16200	5400	1		5400,00	5400,00
<b>D5</b>	108	115	105	328	109,33	0,98	0,15	107,15	126,05
<b>D6</b>	66	71	65	202	67,33	0,98	0,15	65,99	77,63
<b>D7</b>	60	65	66	191	63,66	0,98	0,15	62,39	73,40
<b>D8</b>	132	141	133	406	135,33	0,98	0,15	132,63	156,03
<b>D9</b>	72	70	68	210	70	0,98	0,15	68,60	80,71
<b>D10</b>	7200	7200	7200	21600	7200	1	0	7200,00	7200,00
<b>D11</b>	108	104	114	326	108,66	0,98	0,15	106,49	125,29
<b>D12</b>	63	60	66	189	63	0,98	0,15	61,74	72,64
<b>D13</b>	150	148	142	440	146,667	0,98	0,15	143,73	169,10

Continuación: Cálculo de tiempo estándar, proceso de fermentación láctica.

<b>Estudio de tiempos</b>									
	<b>Área:</b>	Fermentación			<b>Cantidad:</b>	1000 lt			
	<b>Proceso:</b>	Fermentación láctica			<b>Estudio N°:</b>	4			
	<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa			<b>Fecha elaboración:</b>	26/4/2022			
	<b>Investigador:</b>	Cristian Orozco			<b>Genero Operario:</b>	Hombre			
<b>Actividad/Código</b>	<b>Ciclos(seg)</b>			<b>Resumen</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>TT</b>	<b>TP</b>	<b>Id</b>	<b>s</b>	<b>TN</b>	<b>TS</b>
<b>D14</b>	24	22	20	66	22	0,98	0,15	21,56	25,36
<b>D15</b>	153	155	150	458	152,667	0,98	0,15	149,61	176,02
<b>D16</b>	84	82	83	249	83	0,98	0,15	81,34	95,69
<b>D17</b>	18	20	22	60	20	0,98	0,15	19,60	23,06
<b>D18</b>	21600	21600	21600	64800	21600	1		21600,00	21600,00
<b>D19</b>	60	62	66	188	62,6667	0,98	0,15	61,41	72,25
<b>D20</b>	36000	36000	36000	108000	36000	1		36000,00	36000,00
<b>D21</b>	72	70	77	219	73	0,98	0,15	71,54	84,16
<b>D22</b>	96	101	102	299	99,6667	0,98	0,15	97,67	114,91
<b>D23</b>	105	110	107	322	107,333	0,98	0,15	105,19	123,75
<b>D24</b>	198	200	195	593	197,667	0,98	0,15	193,71	227,90
<b>D25</b>	141	150	145	436	145,333	0,98	0,15	142,43	167,56
<b>D26</b>	105	103	105	313	104,333	0,98	0,15	102,25	120,29
<b>Total</b>								T(seg)	72533,94
								T(min)	1208,90
<b>TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Id: Índice de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos TS: Tiempo estándar</b>									

## Área Dosificado

**Tabla 58.** Cálculo de suplementos para el área de dosificado.

<b>Cálculo de suplementos</b>			
<b>Área:</b>	Dosificado		
<b>Proceso:</b>	Batido, envasado, fechado		
<b>Estudio N°:</b>	3		
<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa		
<b>Genero del operario</b>		<b>M</b>	<b>F</b>
<b>Suplementos Constantes</b>	Por necesidades personales	5	-
	Base por fatiga	4	-
<b>Suplementos Variables</b>	Por trabajar de pie	2	-
	Por postura anormal	0	-
	Uso de fuerza/energía muscular	1	-
	Mala iluminación	0	-
	Condiciones atmosféricas	0	-
	Concentración intensa	2	-
	Ruido	0	-
	Tensión mental	1	-
	Monotonía	0	-
	Tedio	0	-
<b>Total</b>		<b>15</b>	

**Tabla 59.** Cálculo de tiempo estándar, proceso de batido.

Estudio de tiempos									
	<b>Área:</b>	Dosificado			<b>Cantidad:</b>	400 lt			
	<b>Proceso:</b>	Batido			<b>Estudio N°:</b>	5			
	<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa			<b>Fecha elaboración:</b>	3/5/2022			
	<b>Investigador:</b>	Cristian Orozco			<b>Genero Operario:</b>	Hombre			
<b>Actividad/Código</b>	<b>Ciclos(seg)</b>			<b>Resumen</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>TT</b>	<b>TP</b>	<b>Id</b>	<b>s</b>	<b>TN</b>	<b>TS</b>
<b>E1</b>	132	139	135	406	135,33	0,97	0,15	131,27	154,44
<b>E2</b>	138	140	138	416	138,66	0,97	0,15	134,51	158,24
<b>E3</b>	726	726	726	2178	726	1		726,00	726,00
<b>E4</b>	60	60	63	183	61	0,97	0,15	59,17	69,61
<b>E5</b>	630	635	627	1892	630,66	0,97	0,15	611,75	719,70
<b>E6</b>	324	328	330	982	327,33	0,97	0,15	317,51	373,55
<b>E7</b>	156	155	159	470	156,66	0,97	0,15	151,97	178,78
<b>E8</b>	42	44	46	132	44	0,97	0,15	42,68	50,21
<b>E9</b>	120	120	124	364	121,33	0,97	0,15	117,69	138,46
<b>E10</b>	180	190	175	545	181,66	0,97	0,15	176,22	207,31
<b>E11</b>	270	276	277	823	274,33	0,97	0,15	266,10	313,06
<b>E12</b>	126	120	132	378	126	0,97	0,15	122,22	143,79
<b>Total</b>								T(seg)	3233,16
								T(min)	53,89
<b>TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Id: Índice de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos TS: Tiempo estándar</b>									

**Tabla 60.** Cálculo de tiempo estándar, proceso de envasado.

<b>Estudio de tiempos</b>									
	<b>Área:</b>	Dosificado			<b>Cantidad:</b>	200 u			
	<b>Proceso:</b>	Envasado			<b>Estudio N°:</b>	6			
	<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa			<b>Fecha elaboración:</b>	3/5/2022			
	<b>Investigador:</b>	Cristian Orozco			<b>Genero Operario:</b>	Hombre			
<b>Actividad/Código</b>	<b>Ciclos(seg)</b>			<b>Resumen</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>TT</b>	<b>TP</b>	<b>Id</b>	<b>s</b>	<b>TN</b>	<b>TS</b>
<b>F1</b>	60	60	63	183	61	0,97	0,15	59,17	69,61
<b>F2</b>	24	28	30	82	27,33	0,97	0,15	26,51	31,19
<b>F3</b>	18	20	19	57	19	0,97	0,15	18,43	21,68
<b>F4</b>	36	42	34	112	37,33	0,97	0,15	36,21	42,60
<b>F5</b>	54	55	58	167	55,66	0,97	0,15	54,00	63,53
<b>F6</b>	30	35	33	98	32,66	0,97	0,15	31,69	37,28
<b>F7</b>	150	160	155	465	155	0,97	0,15	150,35	176,88
<b>F8</b>	216	220	215	651	217	0,97	0,15	210,49	247,64
<b>F9</b>	846	856	851	2553	851	0,97	0,15	825,47	971,14
<b>F10</b>	180	178	183	541	180,33	0,97	0,15	174,92	205,79
<b>F11</b>	849	854	845	2548	849,33	0,97	0,15	823,85	969,24
<b>F12</b>	228	230	232	690	230	0,97	0,15	223,10	262,47
<b>F13</b>	216	214	212	642	214	0,97	0,15	207,58	244,21
<b>F14</b>	126	129	120	375	125	0,97	0,15	121,25	142,65
<b>F15</b>	606	601	616	1823	607,66	0,97	0,15	589,44	693,45
<b>F16</b>	300	306	310	916	305,33	0,97	0,15	296,17	348,44
<b>Total</b>								T(seg)	4527,81
								T(min)	75,46
<b>TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Id: Índice de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos TS: Tiempo estándar</b>									

**Tabla 61.** Cálculo de tiempo estándar, proceso de fechado.

<b>Estudio de tiempos</b>												
	<b>Área:</b>	Dosificado				<b>Cantidad:</b>	100 u					
	<b>Proceso:</b>	Fechado				<b>Estudio N°:</b>	7					
	<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa				<b>Fecha elaboración:</b>	3/5/2022					
	<b>Investigador:</b>	Cristian Orozco				<b>Genero Operario:</b>	Hombre					
	<b>Actividad/Código</b>	<b>Ciclos(seg)</b>					<b>Resumen</b>					
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>TT</b>	<b>TP</b>	<b>Id</b>	<b>s</b>	<b>TN</b>	<b>TS</b>
	<b>G1</b>	300	314	306	298	310	1528	305,6	0,97	0,15	296,43	348,74
	<b>G2</b>	24	28	29	22	20	123	24,6	0,97	0,15	23,86	28,07
	<b>G3</b>	78	78	80	70	69	375	75	0,97	0,15	72,75	85,59
	<b>G4</b>	132	130	127	127	130	646	129,2	0,97	0,15	125,32	147,44
	<b>G5</b>	528	533	535	522	530	2648	529,6	0,97	0,15	513,71	604,37
	<b>G6</b>	24	25	26	24	23	122	24,4	0,97	0,15	23,67	27,84
	<b>G7</b>	120	122	118	119	120	599	119,8	0,97	0,15	116,21	136,71
<b>Total</b>											T(seg)	1378,77
											T(min)	22,98
<b>TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Id: Índice de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos TS: Tiempo estándar</b>												

## Área Almacenado

**Tabla 62.** Cálculo de suplementos para el área de almacenado.

<b>Cálculo de suplementos</b>			
<b>Área:</b>	Almacenado		
<b>Proceso:</b>	Almacenado		
<b>Estudio N°:</b>	4		
<b>Producto:</b>	Yogur 4 lt poma fresa		
<b>Genero del operario</b>		<b>M</b>	<b>F</b>
<b>Suplementos Constantes</b>	Por necesidades personales	5	-
	Base por fatiga	4	-
<b>Suplementos Variables</b>	Por trabajar de pie	2	-
	Por postura anormal	2	-
	Uso de fuerza/energía muscular	3	-
	Mala iluminación	0	-
	Condiciones atmosféricas	0	-
	Concentración intensa	0	-
	Ruido	0	-
	Tensión mental	0	-
	Monotonía	1	-
	Tedio	0	-
<b>Total</b>		<b>17</b>	

**Tabla 63.** Cálculo de tiempo estándar, proceso de almacenado.

<b>Estudio de tiempos</b>											
	<b>Área:</b>		Almacenado			<b>Cantidad:</b>		100 u			
	<b>Proceso:</b>		Almacenado			<b>Estudio N°:</b>		8			
	<b>Producto:</b>		Yogur 4 lt poma fresa			<b>Fecha elaboración:</b>		9/5/2022			
	<b>Investigador:</b>		Cristian Orozco			<b>Genero Operario:</b>		Hombre			
<b>Actividad/Código</b>	<b>Ciclos(seg)</b>					<b>Resumen</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>TT</b>	<b>TP</b>	<b>Id</b>	<b>s</b>	<b>TN</b>	<b>TS</b>
<b>H1</b>	312	320	315	308	316	1571	314,2	1	0,17	314,20	378,55
<b>H2</b>	516	520	510	522	522	2590	518	1	0,17	518,00	624,10
<b>H3</b>	498	505	500	495	510	2508	501,6	1	0,17	501,60	604,34
<b>Total</b>										T(seg)	1606,99
										T(min)	26,78
<b>TT: tiempo total TP: Tiempo promedio Id: Índice de desempeño TN: Tiempo normal s: Suplementos TS: Tiempo estándar</b>											

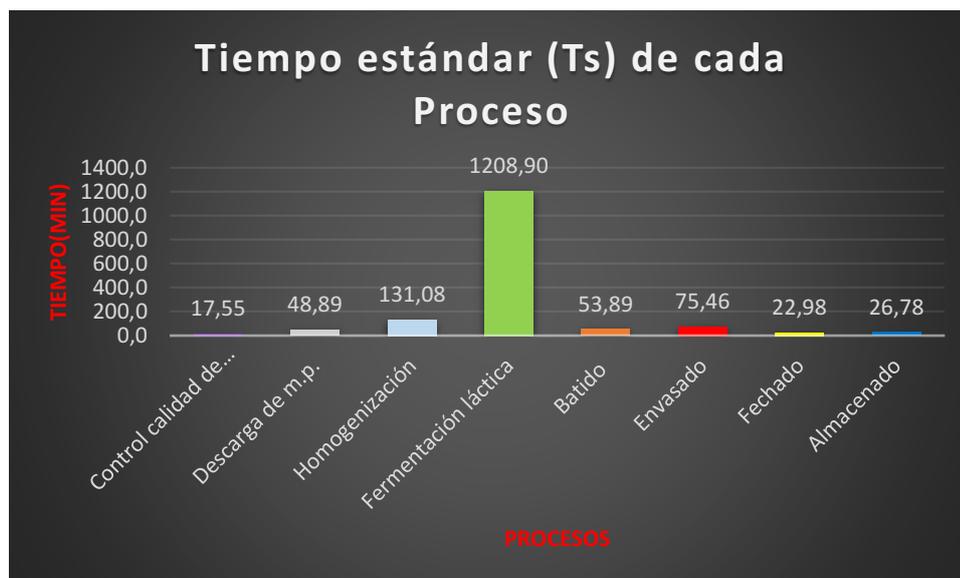


## Resumen del tiempo estándar actual

Una vez culminado el estudio de tiempos en la línea de producción del yogur en poma de 4 litros sabor a fresa, en la tabla 64 se puede apreciar un resumen del tiempo estándar en cada uno de los procesos con sus actuales lotes y unidades respectivas:

**Tabla 64.** Cuadro de resumen del tiempo estándar (Ts) total de cada proceso.

Área	Proceso	Ts/Lote (min)	Lote en estudio	Unidad	Unificación de unidades	Ts/Unidad (min)
Preparación	Control de calidad de materia prima	17,55	1000	Litros	250	0,07
	Descarga de materia prima	48,89	1000	Litros	250	0,20
	Homogenización	131,08	1000	Litros	250	0,52
Fermentación	Fermentación láctica	1208,90	1000	Litros	250	4,84
Dosificado	Batido	53,89	400	Litros	100	0,54
	Envasado	75,46	200	Unidades	200	0,38
	Fechado	22,98	100	Unidades	100	0,23
Almacenado	Almacenado	26,78	100	Unidades	100	0,27



**Figura 25.** Tiempo estándar empleado en cada proceso.

### **Interpretación de la gráfica del tiempo estándar de cada proceso**

En la gráfica se puede apreciar el proceso que más tiempo requiere para efectuarse es el de fermentación láctica con 1208.90 min, considerado como el cuello de botella o el que retrasa a la línea de producción.

### **Capacidad de producción**

La capacidad de producción actual de la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A.” se ejecuta en lotes como se puede apreciar en la tabla 64; muestra a detalle el lote en estudio con sus respectivas unidades y unificación de unidades.

La empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A.” labora de 8:00 a 17:00 de lunes a viernes, tomando en cuenta una hora de almuerzo de 12:00 a 13:00, también labora la empresa los sábados y domingos, pero media jornada cada día, por lo tanto, trabajan 48 horas a la semana.

### **Jornada laboral diaria (lunes a viernes)**

$$Jornada\ Laboral\ diaria = 8h * \frac{60min}{1h} = 480min$$

### **Jornada laboral diaria (sábados y domingos)**

$$Jornada\ Laboral\ diaria = 4h * \frac{60min}{1h} = 240min$$

### **Cuello de botella**

Como resultado del estudio de tiempos se determinó la capacidad de producción para cada proceso, se pudo identificar que el cuello de botella de la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A.” es el proceso de fermentación láctica el cual tiene mayor tiempo de ejecución.

## Resumen de la capacidad de producción actual de la empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A.”

En la tabla 65 se puede observar un resumen de las capacidades de producción de cada proceso y una comparación con la relación del cuello de botella que restringe la producción a una capacidad 0.39 lotes equivalente a 99 unidades diarias.

**Tabla 65.** Capacidad de producción estándar y real, situación actual.

Área	Proceso	Ts/lote (min)	Cps (lotes)	Cpr (lotes)	Tc Real (min)	Tc (áreas)	Tm (min)
Preparación	Control de calidad de materia prima	17,55	27,35	0,397	1208,9	197,53	1011,37
	Descarga de materia prima	48,89	9,82	0,397	1208,9		
	Homogenización	131,08	3,66	0,397	1208,9		
Fermentación	Fermentación láctica	1208,90	0,397	0,397	1208,9	1208,9	-
Dosificado	Batido	53,89	8,91	0,397	1208,9	152,33	1056,57
	Envasado	75,46	6,36	0,397	1208,9		
	Fechado	22,98	20,89	0,397	1208,9		
Almacenado	Almacenado	26,78	17,92	0,397	1208,9	26,78	1182,12
Ts: Tiempo estándar, Cps: Capacidad de producción estándar, Cpr: Capacidad de producción real, Tm: Tiempo muerto o inactivo							

### 3.1.23 Propuesta de mejora

Para la propuesta de mejora se ha planteado realizar una redistribución de planta para reducir las distancias entre áreas, ya que se visualizan distancias recorridas excesivas y áreas vacías que no se están aprovechando, posteriormente se procede a calcular el número de máquinas necesarias de cada área con la finalidad de aumentar la línea de producción de la empresa.

Para iniciar la redistribución de planta, primeramente, se calcula el requerimiento de superficie de cada elemento y máquina que existe en cada área con el método de Guerchet que consiste en la sumatoria de tres superficies; estática, gravitación y evolución, después se aplica el método SLP Planeación (Sistemática de la Distribución en Planta), donde se identifica las razones de clasificación de acuerdo con las condiciones de la empresa teniendo en cuenta la relación que se tiene entre áreas.

### 3.1.24 Selección de una distribución de planta

En la propuesta desarrollada se realiza una redistribución de planta, dicha redistribución se la desarrollo bajo el criterio de la secuencia de actividades que se realiza en el proceso productivo analizadas en los cursogramas analíticos actuales. Por tanto, se tomó en las condiciones descritas a continuación en base a él volumen de producción se tiene una distribución de planta “por proceso” como se muestra en la tabla 66:

**Tabla 66.** Características de la distribución y su relación con la empresa.

Factores	Distribución por proceso	
	Criterio	Justificación
Producto	La producción es diversificada, lo que permite que se pueda modificar la producción con otros productos	En la empresa se realizan más productos, por tanto, se tiene la necesidad de tener un sistema que se pueda variar la producción en otro tipo de producto
Flujo de trabajo	La secuencia puede ser variable.	Se tiene un proceso ya establecido para lograr obtener el producto final
Mano de obra	Deben tener conocimientos básicos o preparación calificada.	Los operarios en la empresa cuentan con los conocimientos necesarios para realizar las actividades que se les han designado
Manejo de materiales	El manejo de materiales es variable	Los materiales utilizados dependen de la cantidad de producto a realizar, partiendo desde control de calidad de materia prima
Inventarios	Se tiene altos inventarios en producción, se queda en algún tipo de proceso.	El proceso no puede permitir inventarios en el proceso debido a que cada área depende de la anterior siguiendo la secuencia del proceso
Capital	La inversión es baja debido a que no es necesario agruparles por áreas.	La empresa no requiere hacer gastos de gran inversión para mejorar el proceso en sus áreas
Costo de producto	Los costos fijos son bajos.	Los valores que generan los costos fijos en la empresa se mantienen en valores normales considerándolos como bajos

### 3.1.25 Cálculo de requerimiento de superficie

Esta superficie corresponde a la superficie de producción la que representa la superficie usada por la maquinaria, componentes usados dentro del sistema productivo y la superficie auxiliar que son espacios que sirven de complemento a la empresa tales como puede ser oficinas, bodegas, servicios higiénicos etc.

Para este requerimiento se aplica el método de Guerchet que consiste en la sumatoria de tres superficies (estática, gravitación y evolución) de los elementos que intervienen en el proceso productivo. A continuación, se va a aplicar el cálculo de cada una de las superficies descritas para cada una de las áreas:

#### Superficie estática (Ss)

Dentro de la superficie estática se toma en cuenta toda la maquinaria y elementos estáticos que se usan en el proceso productivo como se muestra a continuación en la tabla 67 o en el anexo 3, donde se especifica las medidas de alto, anchura y profundidad.

**Tabla 67.** Características de las máquinas por áreas.

Máquina/ elemento	Área de descarga de materia prima			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Bomba	0,50	0,70	0,95	Bomba de succión de líquidos
Agitador	0,60	1,20	0,60	Motor monofásico ¾ HP
Homogeneizador	3,00	1,20	2,00	
Tanque 1	Ø 1,50	-	2,00	2000 l
Tanque 2	Ø 1,25	-	2,00	1500 l
Tanque 3	Ø 1,25	-	2,00	1500 l
Gradas de depósito 1	1,20	0,70	0,70	
Gradas de depósito 2	1,20	0,70	0,70	
Gradas de depósito 3	1,20	0,70	0,70	

Para el cálculo de la superficie estática se realiza mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$S_S = Largo_{máquina} * Ancho_{máquina}$$

como se muestra a continuación para el área de fechado:

$$S_S = Largo_{máquina} * Ancho_{máquina}$$

$$S_S = 0,60 \text{ m} * 0,6\text{m}$$

$$S_S = 0,36 \text{ m}^2$$

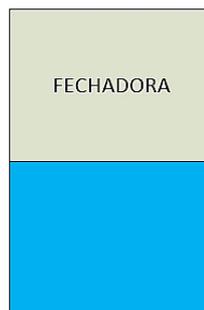
$$S_S = Largo_{mesa} * Ancho_{mesa}$$

$$S_S = 3,2 \text{ m} * 1,1 \text{ m}$$

$$S_S = 3,54 \text{ m}^2$$

### Superficie de gravitación

Esta superficie viene dada por el espacio que necesita el operario para la manipulación de la máquina, donde se debe tomar en cuenta el número de caras por las que las máquinas o elementos se pueden operar como se muestra a continuación:



**Figura 26.** Caras de operación de la fechadora.

Se observa en la figura 26 que el número de caras donde se puede operar esta máquina se representa con la letra N que corresponde a 1.

$$S_g = S_S * N$$

$$S_g = 0,36 \text{ m}^2 * 1$$

$$S_g = 0,36 \text{ m}^2$$

$$S_g = S_S * N$$

$$S_g = 3,54 \text{ m}^2 * 3$$

$$S_g = 10,62 \text{ m}^2$$

### Coefficiente de evolución K

Este coeficiente K es la relación entre las alturas ponderadas de los elementos u objetos móviles y estáticos, este valor es variable para cada una de las áreas debido a que cada una posee máquinas con diferentes alturas.

A continuación, se tiene la ecuación para el cálculo de este coeficiente además se muestra en la tabla 68 donde se identifica el coeficiente para cada una de las áreas.

$$K = \frac{APO}{2 * CME}$$

$$K = \frac{1,59 m}{2 * 0,6 m}$$

$$K = 1,325 \approx 1,33$$

**Tabla 68.** Cálculo del valor de K.

ÁREA	MÁQUINAS	APO	CME	K
Descarga de materia prima	Bomba	1,59	0,5	1,59
	Agitador	1,59	0,6	1,33
	Homogeneizador	1,59	3	0,27
	Tanque 1	1,59	1,5	0,53
	Tanque 2	1,59	1,25	0,64
	Tanque 3	1,59	1,25	0,64
	Gradas de depósito 1	1,59	1,2	0,66
	Gradas de depósito 2	1,59	1,2	0,66
	Gradas de depósito 3	1,59	1,2	0,66
Fermentación	Marmita 1	1,59	1,7	0,47
	Gradas de depósito	1,59	1,2	0,66
	Bomba	1,59	0,5	1,59
Fechado	Fechadora	1,59	0,6	1,33
	Mesa	1,59	3,2	0,25
Batido y envasado	Tanque 1	1,59	0,8	0,99
	Tanque 2	1,59	0,8	0,99
	Tanque 3	1,59	0,6	1,33

**Continuación:** Cálculo del valor de K.

ÁREA	MÁQUINAS	APO	CME	K
Batido y envasado	Gradas de depósito 1	1,59	1,2	0,66
	Gradas de depósito 2	1,59	1,2	0,66
	Gradas de depósito 3	1,59	1,2	0,66
	Mesa	1,59	4,7	0,17
	Mesa	1,59	3,4	0,23
Laboratorio	Mesa	1,59	3	0,27
Almacenamiento de etiquetas	Estante 1	1,59	0,94	0,85
Almacenamiento de insumos	Estante 1	1,59	0,94	0,85
Comedor	Mesa	1,59	2	0,40
	Banca	1,59	2	0,40
	Mesa	1,59	2	0,40
	Banca	1,59	2	0,40
Cocina	Mesa	1,59	3,2	0,25
Almacenamiento final	Estante 1	1,59	3,75	0,21
	Estante 2	1,59	3,75	0,21

**Superficie de evolución**

Que representa superficie que se reserva entre los puestos para el desplazamiento del personal y de los equipos.

$$S_e = (S_s + S_g) * K$$

$$S_e = (S_s + S_g) * K$$

$$S_e = (0,36 m^2 + 0,36 m^2) * 1,33$$

$$S_e = (3,54 m^2 + 10,64 m^2) * 0,25$$

$$S_e = 0,96 m^2$$

$$S_e = 3,55 m^2$$

La superficie que se necesita para la manipulación adecuada de las máquinas viene dada por la siguiente ecuación:

$$S_T = S_s + S_g + S_e$$

$$S_{T1} = 0,36 m^2 + 0,36 m^2 + 0,96 m^2$$

$$S_{T1} = 1,68 m^2$$

$$S_T = S_S + S_g + S_e$$

$$S_{T2} = 3,54 m^2 + 10,64 m^2 + 3,53 m^2$$

$$S_{T2} = 17,58 m^2$$

A continuación, se tiene una tabla 69 resumen que indica la superficie que se necesita para cada área:

**Tabla 69.** Resumen de la aplicación del método de Guerchet.

ÁREA	MÁQUINAS	SS	SG	SE	ST
Descarga de materia prima	Bomba	0,48	0,48	1,51	2,46
	Agitador	0,36	0,36	0,95	1,67
	Homogeneizador	6,00	6,00	3,18	15,18
	Tanque 1	3,00	3,00	3,18	9,18
	Tanque 2	2,50	2,50	3,18	8,18
	Tanque 3	2,50	2,50	3,18	8,18
	Gradas de depósito 1	0,84	0,84	1,11	2,79
	Gradas de depósito 2	0,84	0,84	1,11	2,79
Fermentación	Gradas de depósito 3	0,84	0,84	1,11	2,79
	Marmita 1	2,89	2,89	2,70	8,48
	Gradas de depósito	0,84	0,84	1,11	2,79
Fechado	Bomba	0,48	0,48	1,51	2,46
	Fechadora	0,36	0,36	0,95	1,67
Batido y envasado	Mesa	3,52	10,56	3,50	17,58
	Tanque 1	0,64	0,64	1,27	2,55
	Tanque 2	0,64	0,64	1,27	2,55
	Tanque 3	0,36	0,36	0,95	1,67
	Gradas de depósito 1	0,84	0,84	1,11	2,79
	Gradas de depósito 2	0,84	0,84	1,11	2,79
	Gradas de depósito 3	0,84	0,84	1,11	2,79
	Mesa	5,41	16,22	3,66	25,28
Mesa	3,40	13,60	3,98	20,98	
Laboratorio	Mesa	1,50	4,50	1,59	7,59
Almacenamiento de etiquetas	Estante 1	2,64	2,64	4,47	9,75
Almacenamiento de insumos	Estante 1	3,52	3,52	5,95	12,99

**Continuación:** Resumen de la aplicación del método de Guerchet.

ÁREA	MÁQUINAS	SS	SG	SE	ST
Comedor	Mesa	2,00	8,00	3,98	13,98
	Banca	1,40	1,40	1,11	3,91
	Mesa	2,00	8,00	3,98	13,98
	Banca	1,40	1,40	1,11	3,91
Cocina	Mesa	3,52	10,56	3,50	17,58
Almacenamiento final	Estante 1	4,69	4,69	1,99	11,36
	Estante 2	4,69	4,69	1,99	11,36

Se realizó una comparación de superficie física que posee cada una de las áreas con relación al área que necesita cada una de las mismas y se indican en la tabla 70.

**Tabla 70.** Comparación de superficies.

ÁREA	Superficie total (maquinaria) $m^2$	Superficie física $m^2$	Sobredimensionada	
			SI	NO
Descarga de materia prima	53,23	118,63	X	
Fermentación	13,74	78,65	X	
Fechado	19,25	20,27	X	
Batido y envasado	61,41	73,82	X	
Laboratorio	7,59	15,84	X	
Almacenamiento de etiquetas	9,75	24,14	X	
Almacenamiento de insumos	12,99	33,3	X	
Comedor	53,35	56,90	X	
Cocina	17,58	25,27	X	
Almacenamiento final	22,73	45,82	X	

### 3.1.26 Análisis SLP en las instalaciones

#### Áreas del sistema productivo y auxiliar

Para el manejo de cada una de las áreas se realizará una codificación, para facilitar la ejecución del análisis de estas, como se puede apreciar en la tabla 71:

**Tabla 71.** Áreas de la empresa.

Código	Área
1	Control de Calidad de materia prima
2	Descarga de materia prima
3	Almacenamiento de insumos
4	Laboratorio
5	Almacenamiento de envases
6	Almacenamiento de etiquetas
7	Fermentación
8	Batido y envasado
9	Fechado
10	Almacenamiento final
11	Sala de caldero
12	Área vacía 1
13	Área vacía 2
14	Cuarto de herramientas
15	Cocina
16	Comedor
17	Baños

### **Razones para la clasificación**

Se identifica las razones de clasificación de acuerdo con las condiciones de la empresa basándose en su sistema de producción como se muestra en la tabla 72:

**Tabla 72.** Razones de calificación.

Código	Razón	Observación
1	Por distancia	Disminución de recorridos
2	Por secuencia	Disminución de tiempos empleados en recorrer distancias innecesarias
3	Por seguridad	Menorar peligros al trasladar materia prima o insumos
4	Por higiene	Mantener una mejor higiene
5	Por conveniencia	Aprovechar áreas vacías

### **Diagrama de relación**

A continuación, en la tabla 73 se muestra la relación que se tiene entre las áreas y las razones de su clasificación:

**Tabla 73.** Matriz de importancia de cercanía entre áreas.

Áreas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	A	A	I	I	I	U	U	U	U	I	U	U	U	U	U	U
	1,2,3,4,5	1,2,3,5	1,2,5	1,2,4	1,2,4	-	-	-	-	1,3,5	-	-	-	-	-	-
2		A	I	I	I	A	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
		1,3,4	1,3,4	1,4	1,4	1,2,3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3			A	U	U	A	A	U	U	U	U	U	U	U	U	U
			1,3,4	-	-	1,2,3,4	1,2,3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4				U	U	A	A	U	U	U	U	U	U	U	U	U
				-	-	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5					A	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U	U
					1,2,4	-	1,2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6						U	I	A	U	U	U	U	U	U	U	U
						-	1,4	1,2,3,4	-	-	-	-	-	-	-	-
7							A	U	U	U	U	U	U	U	U	U
							1,2,3,4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8								A	I	U	U	U	U	U	U	U
								1,2,3,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-
9									A	U	U	U	U	U	U	U
									1,2,3,4,5	-	-	-	-	-	-	-
10										U	U	U	U	U	U	U
										-	-	-	-	-	-	-
11											U	U	I	U	U	U
											-	-	1,3,5	-	-	-
12												U	U	U	U	U
												-	-	-	-	-
13													U	U	U	U
													-	-	-	-
14														U	U	U
														-	-	-
15															E	U
															1,3,4,5	-
16																U
																-
17																

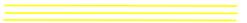
Tomando como base la tabla 73 relacional del caso, tendremos los siguientes pares de proximidad:

**Tabla 74.** Pares de proximidad.

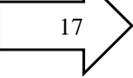
Código	Pares de proximidad
A	(1:2), (1:3), (2:3), (2:7), (3:4), (3:7), (3:8), (4:7), (4:8), (5:6), (5:8), (6:9), (7:8), (8:9), (9:10)
E	(15:16)
I	(1:4), (1:5), (1:6), (1:11), (2:4), (2:5), (2:6), (6:8), (7:10), (11:14)
O	-
U	[(1:5) - (1:10)], [(1:12) - (1:17)] [(2:8) - (2:17)] [(3:5), (3:6)], [(3:9) - (3:17)] [(4:5), (4:6)], [(4:9) - (4:17)] (5:7), [(5:9) - (5:17)] (6:7), [(6:10) - (6:17)] [(7:9) - (7:17)] [(8:11) - (8:17)] [(9:11) - (9:17)] [(10:11) - (10:17)] [(11:12), (11:13)], [(11:15) - (11:17)] [(12:13) - (12:17)] [(13:14) - (13:17)] [(14:15) - (14:17)] (15:17) (16:17)
X	-

Para la representación gráfica de la tabla 74 donde se indica la importancia de cercanía de cada una de las áreas se va a representar cada una como se visualiza en la tabla 75 a continuación.

**Tabla 75.** Código de valorización de líneas por cercanía.

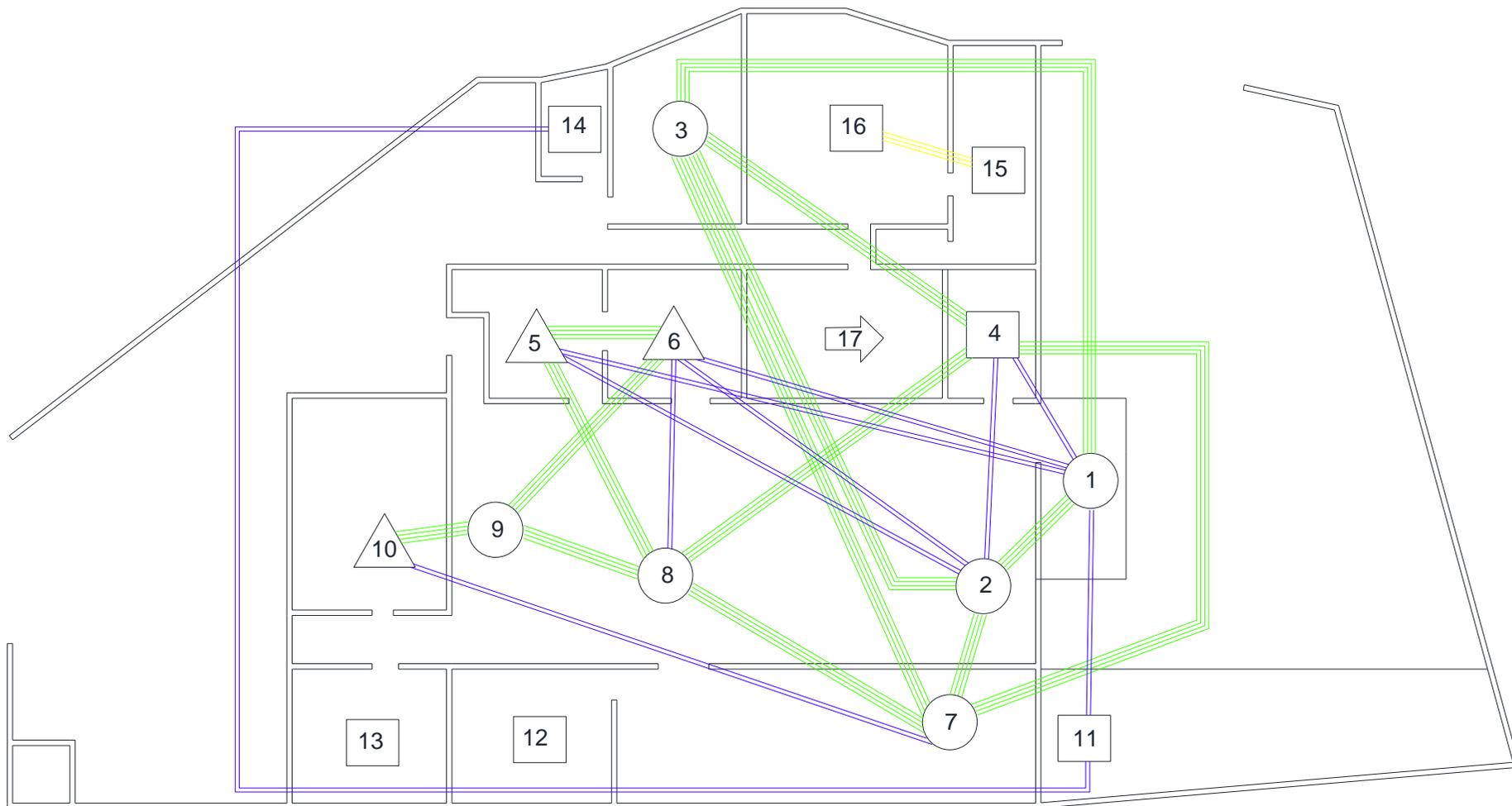
VALOR	CERCANÍA	Código de línea
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Cercanía común y corriente	
U	Sin importancia	
X	No deseable	

**Tabla 76.** Representación de las áreas de trabajo.

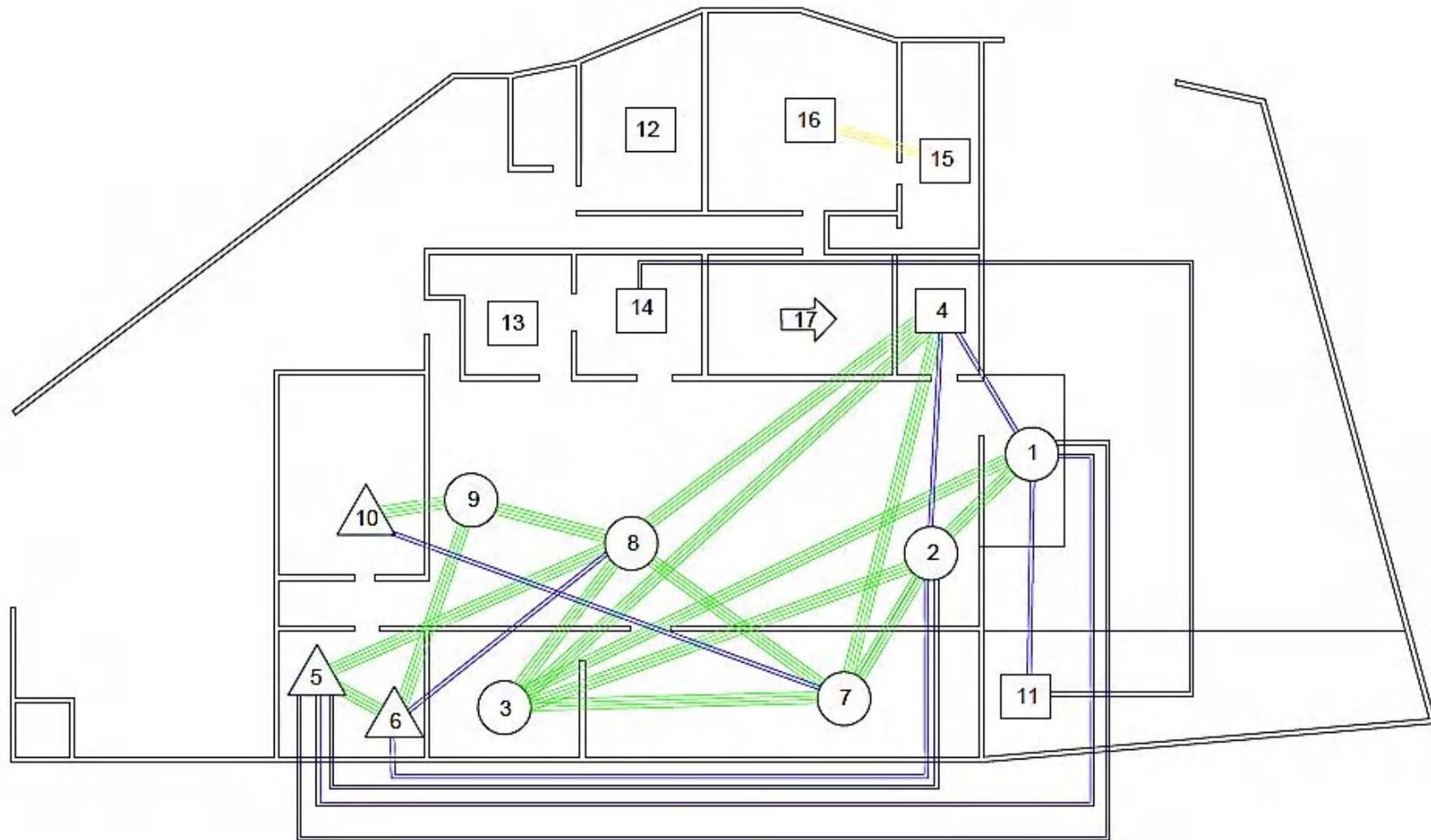
Símbolo	Área de trabajo	Área m <sup>2</sup>
	Control de calidad de materia prima	22,95
	Descarga de materia prima	118,63
	Almacenamiento de insumos	33,30
	Laboratorio	15,84
	Almacenamiento de envases	22,64
	Almacenamiento de etiquetas	24,14
	Fermentación	78,65
	Batido y envasado	73,82
	Fechado	20,27
	Almacenamiento final	45,82
	Sala de caldero	73,34
	Área vacía 1	30
	Área vacía 2	29
	Cuarto de herramientas	9,38
	Cocina	25,27
	Comedor	56,90
	Baños	35,28

Como se muestra en la figura 27 se indica la disposición física actual que posee la empresa, en esta se indica cada una de las áreas su dimensión, ubicación y la importancia de cada una. En base a la tabla 74 que tiene un indicador de cada área se determina la superficie física que posee cada área, con la tabla 70 donde se indica que cada área esta sobre dimensionada e incluso la existencia de áreas vacías donde se podría utilizar para la reducción de la distancia recorrida.

En base a esta tabla 74 se indicó las áreas de acuerdo con criterios básicos para determinar dicha importancia de cercanía. Con ello se realizó la propuesta de reubicación de las áreas como se indica en la figura 28 para la reducción de los transportes y al tratarse de una empresa alimenticia busca la mejora manteniendo la higiene y la seguridad.



**Figura 27.** Disposición física actual.



**Figura 28.** Disposición física propuesta.

El diagrama anterior conseguido con la aplicación del SLP, podemos ver como se usa de mejor manera los espacios que posee la empresa, además disminuyendo la distancia entre áreas que tienen una dependencia entre las mismas.

### 3.1.27 Diagrama de recorrido propuesto

La distribución encontrada anteriormente nos indica que se puede reubicar máquinas u objetos que se encuentran en las distintas áreas, por el sobredimensionamiento. Además de haber encontrado áreas vacías que pueden ser usadas dentro del proceso para la reducción de transportes manteniendo la higiene entre actividades. Como se puede mostrar en el anexo 4.

### 3.1.28 Cursogramas analíticos propuestos

En base a dicha distribución se realiza nuevos cursogramas analíticos, indicando que las actividades que se mantienen. Pero al realizar un cambio de la ubicación de cada una de las áreas se reduce las distancias a recorrer y por tanto el tiempo que toma estos transportes como se indica en el anexo 2.

Debido a estos cambios se tiene la necesidad del cálculo de la velocidad del operario para adquirir un valor de tiempo correspondiente al transporte aproximado a la realidad.

Para la realización del producto es necesario 23 transportes, donde se usa solo la distancia que recorre el operario y el tiempo que se demora el mismo.

$$velocidad_{operario} = \frac{\sum distancia recorrida}{\sum tiempo empleado}$$

$$velocidad_{operario} = \frac{525.28m}{38,62 min}$$

$$velocidad_{operario} = 13,6 \frac{m}{min}$$

Con la velocidad calculada se procedió al cálculo de los nuevos tiempos de transporte del producto a cada una de las áreas y máquinas.

En base a la secuencia de actividades que se realiza en el proceso productivo donde se detalla las distancias recorridas y el tiempo empleado en cada una de las tareas. A continuación, tenemos una tabla 77 de resumen.

**Tabla 77.** Resumen de cursogramas analíticos propuestos.

Actividad		Cantidad	Tiempo(min)	Distancia (m)
Operación		60	1079,4	
Transporte		26	67,12	342,75
Inspección		9	17,65	
Demora		3	363,4	
Almacenaje		1	8,3	
Total		99	1535,87	342,75

### **Resultado:**

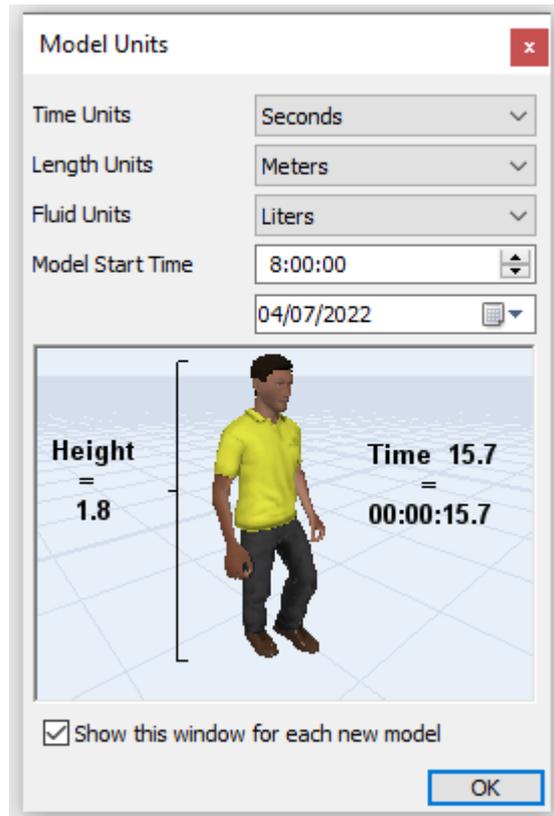
En los cursogramas correspondientes a la propuesta, nos indica que el número de actividades no cambia con relación al método actual, teniendo un total de 99 actividades las que se encuentran distribuidas como 60 operaciones, 26 transportes, 9 inspecciones, 3 demoras y un almacenaje. Teniendo un tiempo de procesamiento de 1535,87 minutos entre las áreas de producción y realizando un recorrido total de 342,75 metros.

Se realizó una comparación entre el resumen de los cursogramas actual y propuesto; el porcentaje de mejora en distancia recorrida corresponde a un 38.75%, mientras que el porcentaje de mejora en tiempo de proceso corresponde a un 0.60%.

### **3.1.29 Simulación del proceso actual**

La simulación busca representar el comportamiento del sistema productivo acercándose mucho a la realidad y permitiendo realizar cambios en el proceso para lograr observar el comportamiento de posibles mejoras sin necesidad de realizar cambios en la planta física.

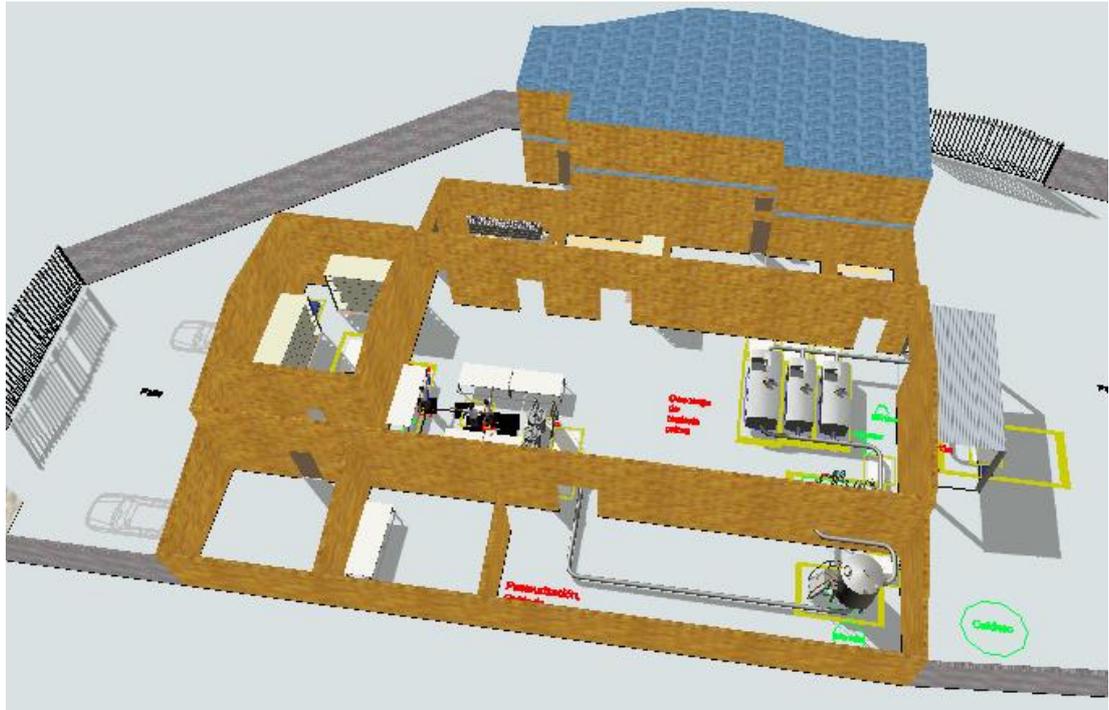
Para iniciar se configura los parámetros iniciales como se muestra en la figura 29.



**Figura 29.** Parámetros configurados para software Flexsim.

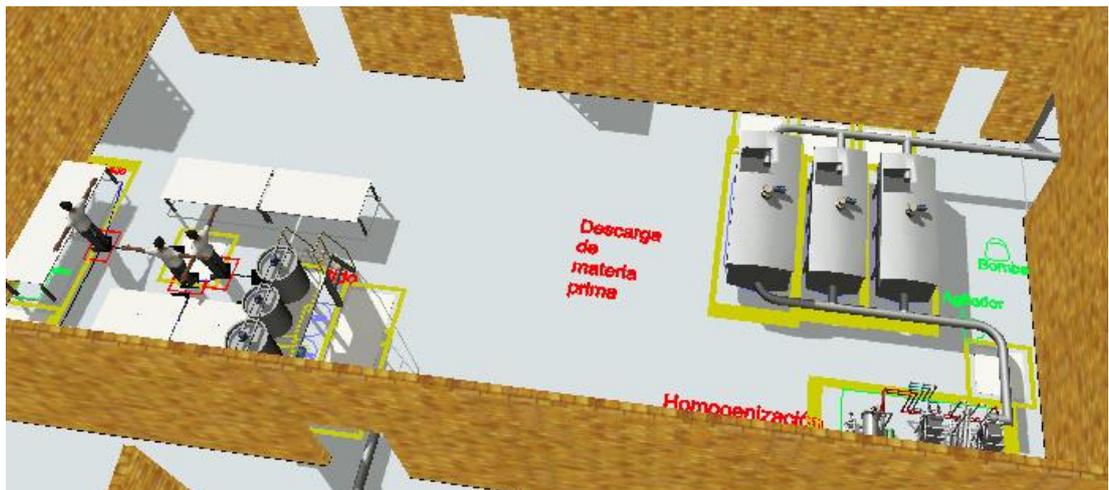
Inicialmente se debe establecer las unidades de trabajo correspondientes a tiempo, longitud, fecha y hora de inicio de simulación y altura del operario.

Para iniciar con el modelado se utiliza el diseño realizado de la planta a través de AutoCAD de la edificación, además se realiza el diseño de cada una de las máquinas utilizadas en el proceso como se muestra a continuación en la figura 30.



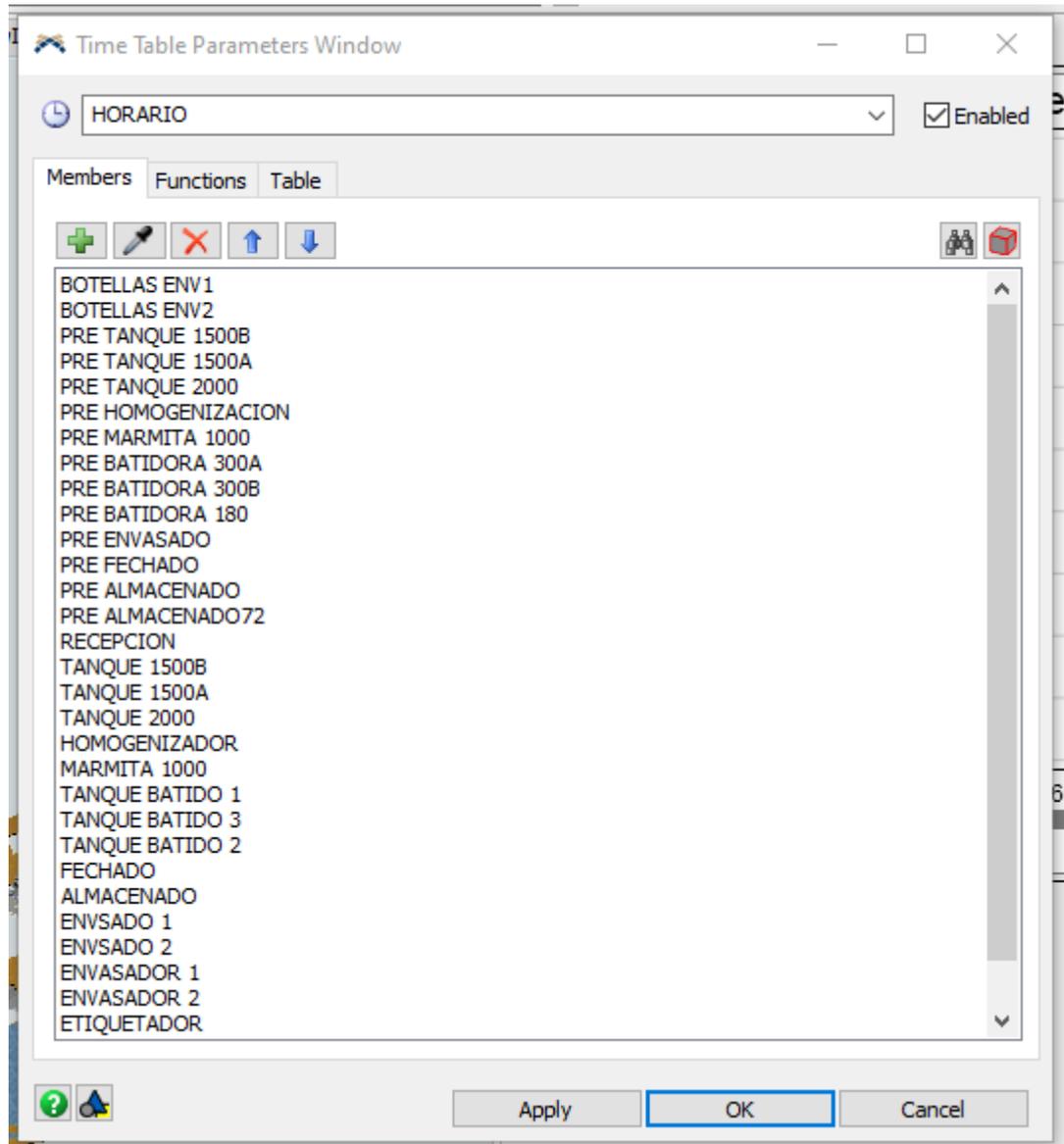
**Figura 30.** Modelo actual de la planta.

Para una mejor visualización del proceso se coloca máquinas similares a las de la planta, sumándose también los elementos básicos de simulación como por ejemplo source processor, combiner, etc.



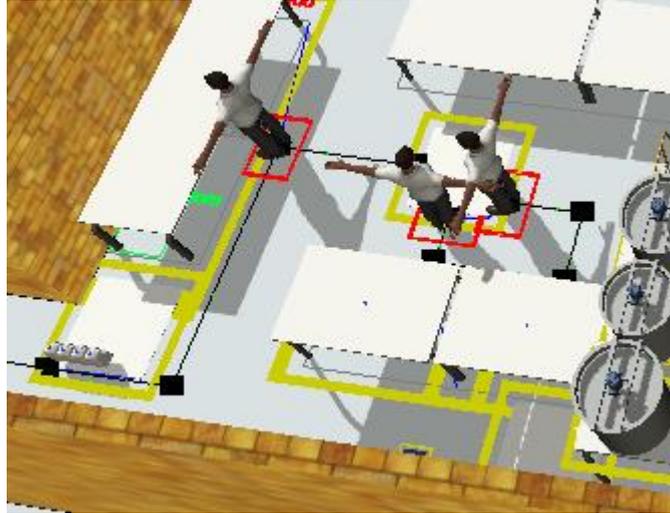
**Figura 31.** Diseño interior de la planta.

La simulación debe estar configurada teniendo en cuenta la distribución de cada área y sus dimensiones, la ubicación de las máquinas para lograr mayor similitud con la empresa incluyendo también los horarios de trabajo.



**Figura 32.** Configuración de los elementos.

En la empresa cada proceso tiene su recorrido ya establecido y esto debe estar bien elaborado siendo similar a las trayectorias de la simulación como se muestra en la figura 33.



**Figura 33.** Configuración de trayectorias.

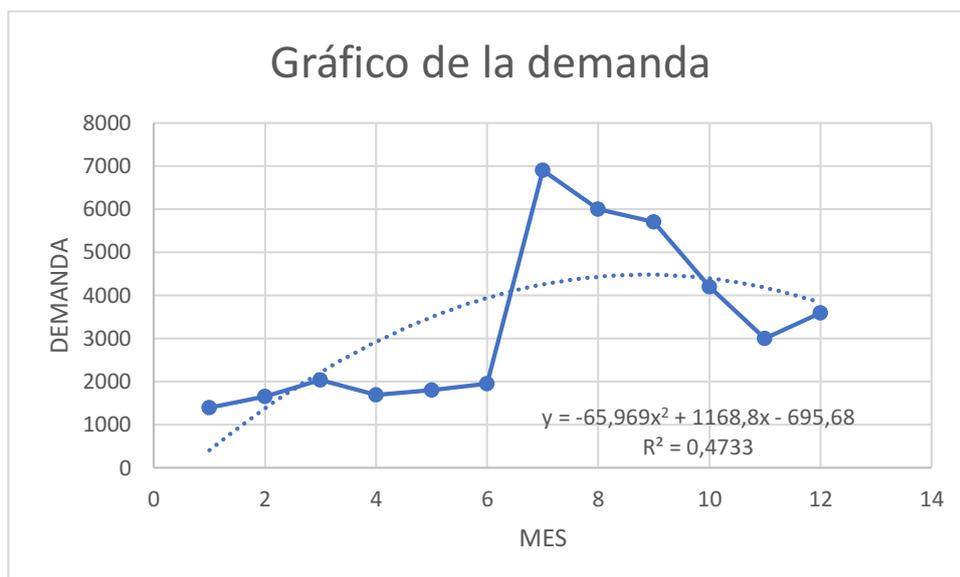
Ya habiendo realizado el modelado se puede simular las jornadas de trabajo ya sea para un día, semana o mes; y a partir de ello se obtienen indicadores.

### **3.1.30 Cálculo de máquinas necesarias para el proceso**

En la propuesta de mejora se tomó en cuenta la existencia de áreas donde no se realizaban actividades en base a los métodos analizados. Además, se optimizó el proceso identificado como el cuello de botella mediante el cálculo del número de máquinas como se indica en la tabla 79.

Para que el valor de numérico de máquinas sea lo más acercado a la realidad de la demanda se realizó el cálculo de la demanda con base a los datos históricos del año 2019, mediante la utilización de la línea de tendencia como se muestra en la figura 34.

Se ha tomado los históricos de ese año debido que se busca normalizar la producción tras la pandemia.



**Figura 34.** Gráfico de la demanda del producto estrella.

Con la ecuación obtenida en base a los datos históricos se calculó la demanda para el mes 13, en base a la línea de tendencia exponencial por su valor más cercano a como se mostró en la figura anterior.

**Tabla 78.** Datos históricos para el cálculo de la demanda.

Meses	Poma fresa 4 lt (unidades)
1	1400
2	1655
3	2035
4	1700
5	1800
6	1950
7	6900
8	6000
9	5700
10	4200
11	3000
12	3600
<b>DEMANDA</b>	<b>3350</b>

Tenemos la capacidad de producción y contamos con la demanda para el siguiente mes por tanto se realiza la comparación para la obtención del número de máquinas necesarias para el cumplimiento de dicha demanda.

**Tabla 79.** Cálculo de número de máquinas.

Área	Proceso	(1) Cps (unidades)	(2) Capacidad de producción al mes (unidades)	(3) Demanda al mes (unidades)	(4) N° de máquinas = (3)/(2)
Preparación	Control de Calidad de Materia prima	6836	164073	3350	1
	Descarga de Materia prima	2454	58903	3350	1
	Homogenización	915	21971	3350	1
Fermentación	Fermentación Láctica	99	2382	3350	2
Dosificado	Batido	891	21378	3350	1
	Envasado	1272	30531	3350	1
	Fechado	2089	50132	3350	1
Almacenado	Almacenado	1792	43012	3350	1

En la tabla 79 tenemos la capacidad de las maquinarias en cada proceso vs la demanda pronosticada para el primer mes del año 2022. Con este estudio se visualiza que es necesario el aumento de una maquina en el área de fermentación en el proceso del mismo nombre.

### **3.1.31 Simulación del proceso propuesto**

En la nueva simulación se hacen los cambios planteados en la nueva distribución de planta, además de añadir una segunda marmita al proceso para mejorar el flujo de trabajo en el área. Hay que tener en cuenta que para la nueva simulación se deberán modificar las trayectorias por el cambio de áreas reduciendo la distancia de recorrido.

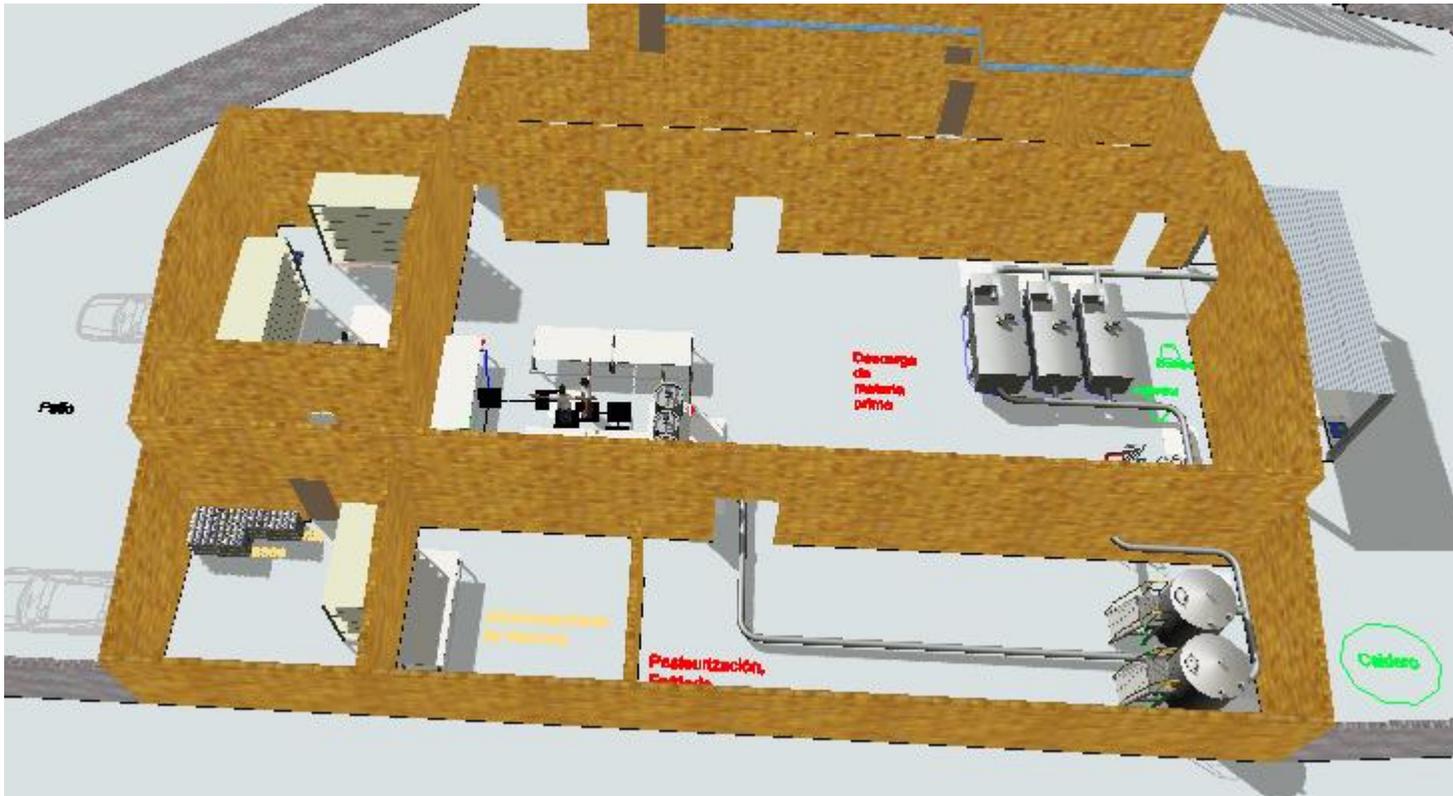
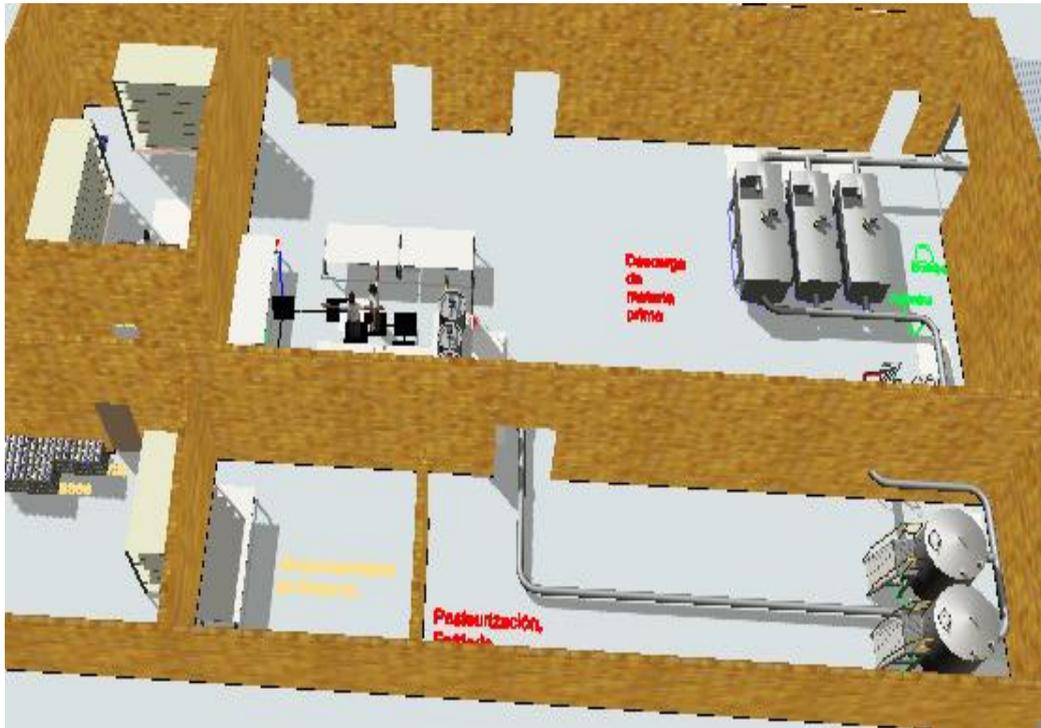


Figura 35. Modelo propuesto de la planta.

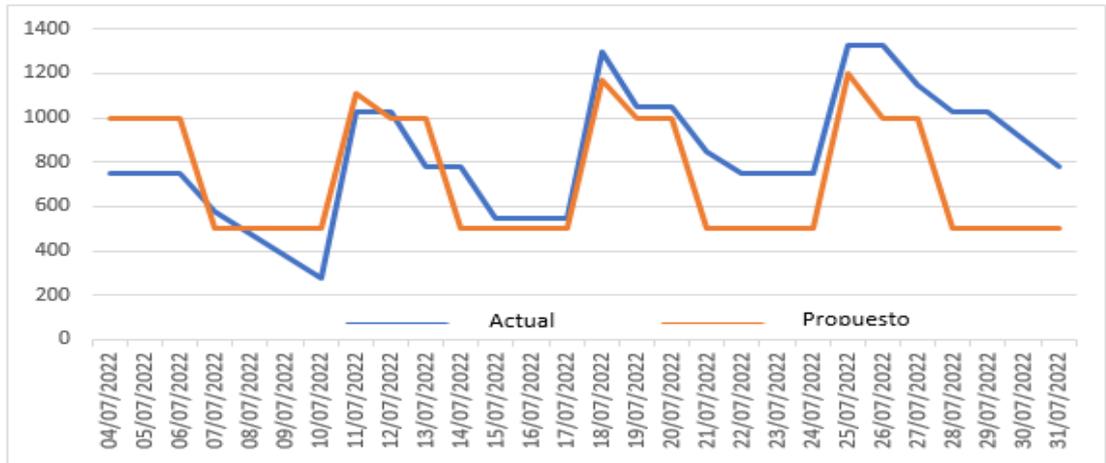
Nuevamente se realiza la configuración de la simulación haciendo los cambios en las máquinas y trayectorias nuevas como se indica en la figura 36.



**Figura 36.** Elementos y trayectorias propuestas.

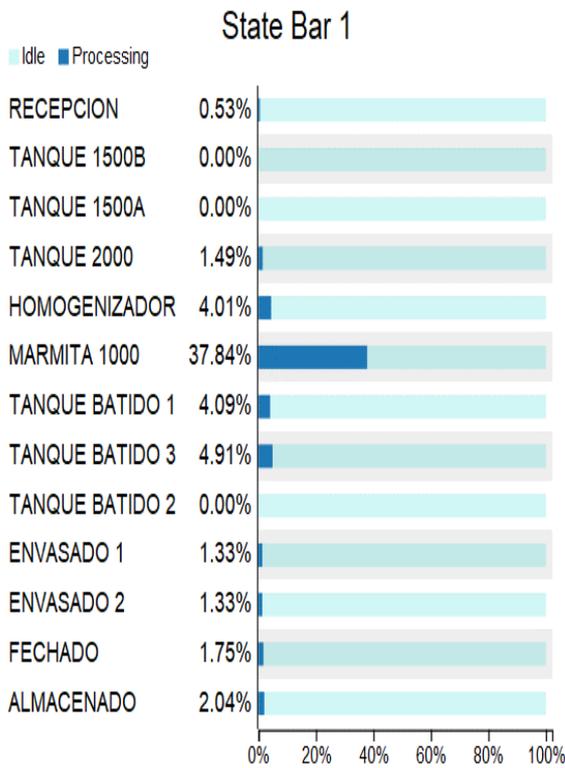
Ya habiendo realizado el modelado se puede simular las jornadas de trabajo ya sea para un día, semana o mes; y a partir de ello se obtienen indicadores que sirven para hacer comparaciones respecto a la nueva producción.

Como se muestra en la figura 37 se tiene una gran cantidad de WIP (trabajo en proceso), esto hace que el proceso se entorpezca y no logre realizar lo planificado y teniendo trabajo en proceso de hasta 863 unidades en promedio, pero una vez implementada una nueva marmita al proceso se logra tener menos trabajo en proceso logrando mejorar el flujo de trabajo con un promedio de 749 unidades logrando reducir un 13,21% de reducción en promedio.

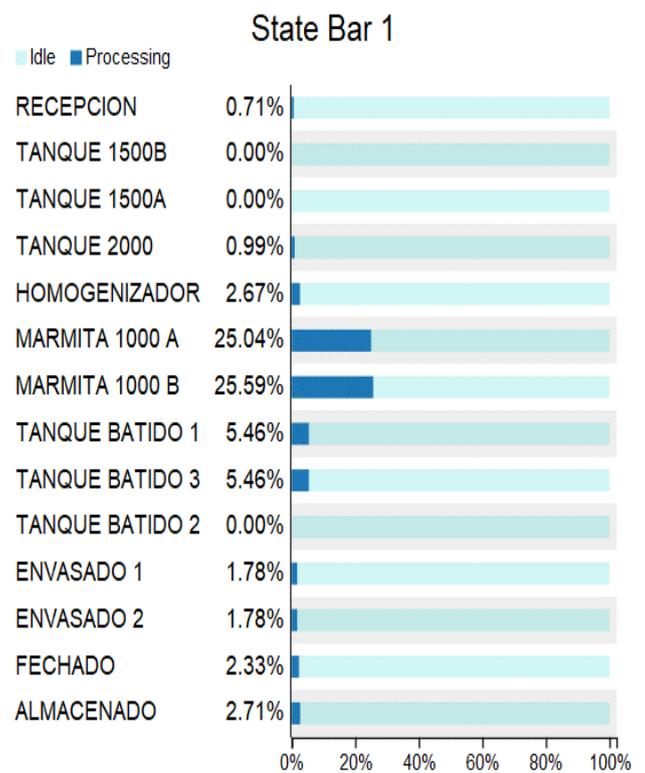


**Figura 37.** Indicador WIP actual vs propuesto.

El indicador mostrado en la figura 38, 39, corresponde a cada uno de los procesos para el modelo actual y propuesto respectivamente, mostrando el porcentaje operación.



**Figura 38.** Indicador barra de estado para el método actual.



**Figura 39.** Indicador barra de estado propuesto para el método propuesto.

En la tabla 80, se visualiza la comparación de distancias entre el método actual vs propuesto durante la ejecución de un lote de 1000 litros equivalente a 250 unidades.

**Tabla 80.** Comparación de tiempo y distancia de método actual vs propuesto.

ACTUAL				PROPUESTO			
Object	State	Time (min)	DIST (m)	Object	State	Time (min)	DIST (m)
OP TRANSPORTE	Travel empty	48,2	699,5	OP TRANSPORTE	Travel empty	44,6	504,7
OP TRANSPORTE	Travel loaded	48,3	699,6	OP TRANSPORTE	Travel loaded	44,7	504,8
	<b>TOTAL</b>	<b>96,5</b>	<b>1399,1</b>		<b>TOTAL</b>	<b>89,3</b>	<b>1009,5</b>

A continuación, se visualiza la capacidad de producción tras un mes de simulación en la distribución actual y propuesta en las tablas 81, 82.

**Tabla 81.** Capacidad de producción de la distribución actual.

ACTUAL		
Fecha	Cp Acum	Cp Diaria
04/07/2022	0	0
07/07/2022	170	170
10/07/2022	470	300
13/07/2022	720	250
15/07/2022	950	230
19/07/2022	1200	250
21/07/2022	1403	203
22/07/2022	1500	97
25/07/2022	1670	170
27/07/2022	1850	180
28/07/2022	1970	120
30/07/2022	2100	130
31/07/2022	2220	120
	<b>TOTAL CP</b>	<b>2220</b>
	Horas Normales	160
	Hora Fin Semana	32
	Total Horas	<b>192</b>
	<b>CP HORA</b>	<b>11,563</b>
	Total días	24
	<b>CP DIAS</b>	<b>92,5</b>

**Tabla 82.** Capacidad de producción de la distribución propuesta.

PROPUESTA		
Fecha	Cp Acum	Cp Diaria
04/07/2022	0	0
07/07/2022	500	500
11/07/2022	890	390
12/07/2022	1000	110
14/07/2022	1500	500
18/07/2022	1830	330
19/07/2022	2000	170
21/07/2022	2500	500
25/07/2022	2800	300
26/07/2022	3000	200
28/07/2022	3500	500
31/07/2022	TOTAL CP	<b>3500</b>
	Horas Normales	160
	Hora Fin Semana	0
	Total Horas	<b>160</b>
	<b>CP HORA</b>	<b>21,875</b>
	Total días	20
	<b>CP DIAS</b>	<b>175</b>

En la distribución actual se toma aspectos tales como que se trabaja incluso los fines de semana, mientras en la propuesta realizada con el aumento de una máquina en el área de fermentación se visualiza que con el cambio ejecutado el trabajo se realiza ya solo en días laborables.

Se observa que con la mejor la capacidad de producción aumenta en 1280 unidades que corresponden a un incremento del 57,66 % en la producción y en base al cálculo de la demanda la producción de la distribución propuesta sería suficiente para cubrir con el requerimiento de esta. En la tabla 83 se muestra la comparación monetaria teniendo un aumento de \$3456 al mes.

**Tabla 83.** Comparación de costos de la distribución actual vs propuesta.

DISTRIBUCIÓN	CAPACIDAD (unidades)	COSTO POR UNIDAD (\$)	COSTO TOTAL (\$)
ACTUAL	2220	2,7	5994
PROPUESTA	3500	2,7	9450

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- La empresa “Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A.” cuenta con un total de 6 trabajadores, 4 operadores distribuidos en la línea de producción, la empresa ofrece un total de 42 productos los cuales mediante un análisis de ventas en los 3 últimos años con ayuda de la metodología ABC se obtuvo que el producto de mayor demanda correspondiente al Yogur en poma de 4 litros sabor a fresa con un porcentaje de consumo de 34.06% correspondiente al valor monetario de \$ 71726,00 anuales.
- Se desarrolló el levantamiento de información dentro de la línea de producción para el producto de mayor demanda, se identificó 8 procesos distribuidos en 4 áreas, seguido a esto se elaboró diagramas de flujo, sinóptico, recorrido, analítico con la finalidad de conocer a detalle la línea de producción, por otra parte, para el estudio de movimientos se utilizó el diagrama bimanual reduciendo un total de 11 movimientos no eficientes y para el estudio de tiempos se usó el método de vuelta a cero, el número de observaciones a efectuarse se ha tomado el criterio de la General Electric Company donde se realiza una observación previa de tiempos tomados de cada proceso para después realizar una comparación y determinar el número de observaciones a efectuarse, se determinó el tiempo normal, estándar de cada proceso y finalmente se identificó que el proceso que retarda la línea de producción es fermentación láctica el cual limita la capacidad de producción de la empresa a 99 unidades diarias.
- Para la elaboración de la propuesta de mejora se realizó una redistribución de planta para reducir las distancias excesivas entre áreas, se usó el método de Guerchet para determinar el área que se necesita para trabajar con cada equipo y máquina, después se aplicó el método SLP donde se identifica las razones de clasificación de acuerdo con las condiciones de la empresa teniendo en cuenta la relación que se tiene entre áreas, como resultados de la nueva distribución de planta se obtiene; una reducción de 559.48 a 342.75 metros disminuyendo

un 38.75% en distancia recorrida, además se obtuvo una mejora de 0.60% en tiempo de proceso desde 1544.47 hasta 1535.87 minutos, posteriormente se determinó que se necesita una maquina más en el área de fermentación con la finalidad de aumentar la capacidad de la línea de producción de la empresa.

- Se utilizó el software FlexSim para simular la situación actual y propuesta para comprobar que la situación actual tiene una producción aproximadamente de 2220 unidades/mes operando normalmente, mientras que en la propuesta se obtuvo una producción de 3500 unidades/mes operando solo en días laborables (lunes a viernes), lo que representa un aumento en 1280 unidades que corresponden a un incremento del 57,66 % en la producción y un crecimiento en valor monetario equivalente a \$3456,00.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Aplicar la metodología 5'S en cada área de la empresa Pasteurizadora Nutrición y Vida S.A para mejorar las condiciones respecto a orden, limpieza y por ende optimizar el ambiente laboral.
- Se recomienda aplicar y dar a conocer a todos los operarios el tiempo estándar de cada proceso con la finalidad de que se familiaricen y por lo tanto no exista retrasos en la línea de producción.
- Poner la marcha la nueva distribución de planta porque reduce la distancia entre áreas de trabajo y hace un buen uso de todas las áreas en especial las áreas vacías ya que están situadas muy cerca de las áreas principales de producción, todo esto de con el fin de reducir tiempos de procesamiento y aumentar la capacidad de producción.
- Se sugiere para los demás productos que ofrece la empresa, se desarrolle un estudio similar al propuesto de mejora con el afán de estandarizarlos y por ende mejorar su proceso de producción.

## MATERIALES DE REFERENCIA

- [1] B. R. Maisancho Andrango, “MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA LÁCTEOS “LA ESENCIA” MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2021.
- [2] D. D. Villagómez García, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOS EMBUTIDOS TIPO II EN LA FÁBRICA EMBUTIDOS MIRAFLORES,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2022.
- [3] J. E. Muñoz, “Estandarización y estudio de tiempos para el ,mejoramiento del proceso productivo en la industria láctea INLADEC.,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2020.
- [4] J. Marcalla and J. Tenorio, “Estudio del proceso de fabricación de yogurt para la optimización de tiempos y movimientos en la empresa de productos lácteos ‘Leito,’” Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2018.
- [5] J. V. Carrera Garcia, “ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA DE LÁCTEOS LLANO VERDE (LLANOLAC S.A.) EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT NATURAL BRÍOS UBICADA EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI,” PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR-MATRIZ, Quito, 2016.
- [6] OIT, “Tiempo de trabajo y organización del trabajo - Introducción,” 2018. [https://www.ilo.org/global/topics/working-time/WCMS\\_617182/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/global/topics/working-time/WCMS_617182/lang-es/index.htm) (accessed Jun. 11, 2022).
- [7] F. Lozada and C. Mariño, “Estudio de Tiempos y Movimientos en los Procesos Productivos de la fabricación de Calzado,” *Univ. Técnica Ambato*, vol. 1, p. 6, 2018.
- [8] L. C. P. Acero, *INGENIERÍA DE MÉTODOS MOVIMIENTOS Y TIEMPOS*, Segunda. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009.

- [9] A. M. Andrade, C. A. Del Río, and D. L. Alvear, “Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,” *Inf. tecnológica*, vol. 30, no. 3, pp. 83–94, 2019, doi: 10.4067/S0718-07642019000300083.
- [10] I. M. Aguirre Talavera, O. A. Velásquez Casco, and W. M. Raúdez Moreno, “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la eficiencia de la producción en la empresa tabacalera Joya de Nicaragua,” *Repos. Inst. UNAN-Managua.*, vol. 1, p. 35, 2017.
- [11] Ekos, “Producción de leche en Ecuador,” *Ekosnegocios*, Sep. 02, 2019. <https://www.ekosnegocios.com/articulo/produccion-de-leche-en-ecuador> (accessed Jun. 08, 2022).
- [12] J. Nuñez, “Generación de estrategias de producción más limpia para la pequeña industria láctea del Ecuador,” SEK, Universidad Internacional, Quito, 2021.
- [13] E. J. Unapucha, “ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN EL ÁREA DE ENVASADO DE LECHE DE LA PASTEURIZADORA EL RANCHITO CIA. LTDA,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2013.
- [14] S. Templates, “Qué es y para que sirve la Ingeniería de Métodos? - Mundo Ingenieril,” 2016. <http://mundo-ingenieril.blogspot.com/2008/11/que-es-y-para-que-sirve-la-ingenieria.html> (accessed Jun. 17, 2022).
- [15] B. Salazar Lopez, “Ingeniería de métodos » Estudio del trabajo » Ingeniería Industrial,” 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/> (accessed Jun. 09, 2022).
- [16] J. M. Hinojosa Lluga, “ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA DE DOSIFICADO DE INGREDIENTES PARA LA EMPRESA BIOALIMENTAR CIA. LTDA,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2020.

- [17] B. Salazar Lopez, “Estudio del trabajo » Ingeniería Industrial Online,” 2018. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/estudio-del-trabajo/> (accessed Jun. 15, 2022).
- [18] G. Kanawaty, *Introducción al estudio del trabajo*, Cuarta. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996.
- [19] R. Chase and R. Jacobs, *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*, 13th ed. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2009.
- [20] M. Jimenez Barroz, S. Escorcía, A. Taboada, and M. Mendoza, “Software para la elaboración de diagramas de estudio del trabajo como herramienta facilitadora en el proceso de enseñanza - Aprendizaje de métodos y tiempos en las actividades productivas: Diagramet,” vol. 38, p. 14, 2017.
- [21] J. Mendoza, “DIAGRAMA DE RECORRIDO DIAGRAMA DE HILOS GRAFICO DE LA TRAYECTORIA INGENIERIA DE METODOS I,” 2018. [https://www.academia.edu/25808380/DIAGRAMA\\_DE\\_RECORRIDO\\_DIAGRAMA\\_DE\\_HILOS\\_GRAFICO\\_DE\\_LA\\_TRAYECTORIA\\_INGENIERIA\\_DE\\_METODOS\\_I](https://www.academia.edu/25808380/DIAGRAMA_DE_RECORRIDO_DIAGRAMA_DE_HILOS_GRAFICO_DE_LA_TRAYECTORIA_INGENIERIA_DE_METODOS_I) (accessed Jun. 20, 2022).
- [22] C. A. Núñez Núñez, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ‘SPLENDID SU LAVANDERÍA,’” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2022.
- [23] O. A. Rivas Castillo, “Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa,” Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2018.
- [24] F. J. Lozada Orozco, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CALZADO LIWI,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2018.

- [25] B. López Salazar, “Cronometraje del trabajo,” 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/cronometraje-del-trabajo/> (accessed Jun. 21, 2022).
- [26] K. A. Constante Paredes, “MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS SAN JOSÉ BASADA EN TIEMPOS Y MOVIMIENTOS,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2022.
- [27] L. M. Chasiluisa Unda, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA IMPACTEX,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2019.
- [28] A. F. Muzo Bombón, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA TEXTIL CM ORIGINAL,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2022.
- [29] B. Niebel and A. Freivalds, *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, Duodécima. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2009.
- [30] W. J. Cangui Yugsi, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA ESTANDARIZAR EL PROCESO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE LAMINAS PRENSADAS DE LA EMPRESA INDUCE,” Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2016.
- [31] Z. Á. Freire Torrez, “Redistribución de instalaciones en el área de producción de pantuflas de la Empresa CM Original de la Provincia de Tungurahua,” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2022.
- [32] M. A. Guachi Curi, “REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA ‘ECUATINTEX,’” Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2022.
- [33] J. A. López Ramos, “REDISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA DE

FOAMY EVA EN LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.,”  
Universidad Técnica de Ambato, AMBATO, 2022.

- [34] Bristream, “Simulación de un proceso industrial mediante el software FlexSim,”2017.  
[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20587/1/Simulacion\\_de\\_un\\_proceso\\_industrial\\_mediante\\_FlexSim.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20587/1/Simulacion_de_un_proceso_industrial_mediante_FlexSim.pdf) (accessed Jun. 27, 2022).

## ANEXOS

### Anexo 1. Mejoras del diagrama bimanual.

Diagrama bimanual para el área de preparación.

<b>PASTEURIZADORA NUTRICION Y VIDA S.A.</b>					
Elaborado por: Cristian Orozco		Diagrama #: 1		Método: Propuesto	
Área:	Preparación	Producto analizado:		Yogur en Poma de 4 lt sabor a fresa	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Inactiva		RE	Alcanzar la tapa de del tanque de leche	1
2	Inactiva		G	Sujetar la tapa	2
3	Inactiva		M	Mover la tapa del tanque de leche	3
4	Inactiva		RL	Soltar la tapa del tanque de leche	4
5	Inactiva		RE	Alcanzar pipeta donde se toma la muestra de leche	5
6	Inactiva		G	Sujetar pipeta	6
7	Inactiva		M	Mover pipeta hasta donde la leche	7
8	Inactiva		G	Tomar muestra de leche	8
9	Inactiva		M	Mover muestra hasta el laboratorio	9
10	Alcanzar recipiente para agregar muestra	RE	G	Sujetar pipeta	10
11	Sujetar recipiente	G	G	Sujetar pipeta	11
12	Mover recipiente debajo de la pipeta	M	G	Sujetar pipeta	12
13	Sujetar recipiente	G	U	Agregar muestra sobre el recipiente	13
14	Sujetar recipiente	G	M	Mover pipeta fuera del recipiente	14
15	Sujetar recipiente	G	RL	Soltar pipeta sobre la mesa	15
16	Sujetar recipiente	G	RE	Alcanzar recipiente de fenolftaleina	16

Continuación: Diagrama bimanual para el área de preparación

Nº	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	Nº
17	Sujetar recipiente	G	G	Sujetar recipiente de fenolftaleína	17
18	Sujetar recipiente	G	M	Mover recipiente de f. sobre el recipiente de leche	18
19	Sujetar recipiente	G	U	Agregar 3 gotas de f.	19
20	Sujetar recipiente	G	M	Mover recipiente de f. hasta donde la mesa	20
21	Sujetar recipiente	G	RL	Soltar recipiente de fenolftaleína	21
22	Sujetar recipiente	G	RE	Alcanzar acidímetro	22
23	Sujetar recipiente	G	U	Apretar perilla de acidímetro	23
24	Soltar recipiente	RL		Inactiva	24
25	Inspeccionar resultados	I	I	Inspeccionar resultados	25
26	Alcanzar tuberías	RE	RE	Alcanzar Tuberías	26
27	Sujetar tuberías	G	G	Sujetar tuberías	27
28	Mover tuberías hacia el tanque	M	M	Mover tuberías hacia el tanque	28
29	Conectar tuberías	U	U	Conectar tuberías	29
30	Soltar tuberías	RL	RL	Soltar tuberías	30
31	Alcanzar bomba	RE	RE	Alcanzar bomba	31
32	Inactiva		U	Activar bomba para transportar leche	32
33	Transportar leche			Transportar leche	33
34	Alcanzar ingredientes	RE	RE	Alcanzar ingredientes	34
35	Sujetar ingredientes	G	G	Sujetar ingredientes	35
36	Mover ingredientes hacia el tanque de leche	M	M	Mover ingredientes sobre el tanque de leche	36
37	Soltar ingredientes en Tanque	RL	RL	Soltar ingredientes en Tanque	37
38	Inactiva		RE	Alcanzar botón de agitador	38
39	Inactiva		U	Activar agitador del tanque	39
40	Agitar leche			Agitar leche	40
41	Inactiva		RE	Alcanzar cacillo	41
42	Inactiva		G	Sujetar cacillo	42
43	Inactiva		M	Mover cacillo dentro del tanque de leche	43
44	Inactiva		I	Inspeccionar leche agitada	44
45	Inactiva		M	Mover cacillo fuera del tanque el tanque de leche	45
46	Inactiva		RL	Soltar cacillo	46
47	Alcanzar tuberías	RE	RE	Alcanzar Tuberías	47
48	Sujetar tuberías	G	G	Sujetar tuberías	48
49	Mover tuberías hacia el homogeneizador	M	M	Mover tuberías donde el Homogenizador	49
50	Conectar tuberías	U	U	Conectar tuberías	50

Continuación: Diagrama bimanual para el área de preparación.

N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
51	Soltar tuberías	RL	RL	Soltar tuberías	51
52	Alcanzar tablero de configuración	RE	RE	Alcanzar tablero de configuración	52
53	Configurar tablero	U	U	Configurar tablero	53
54	Homogenizar leche			Homogenizar leche	54
55	Trasladar leche a la marmita			Trasladar leche a la marmita	55
Total movimientos		Movimientos efectivos		Movimientos no efectivos	
83		80		3	

Diagrama bimanual para el área de fermentación.

PASTEURIZADORA NUTRICION Y VIDA S.A.					
Elaborado por: Cristian Orozco		Diagrama #: 2		Método: Propuesto	
Área: Fermentación		Producto analizado:		Yogur en Poma de 4 lt sabor a fresa	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Alcanzar tablero de configuración	RE	RE	Alcanzar tablero de configuración	1
2	Inactiva		U	Encender caldero	2
3	Inactiva		U	Activar agitador de la marmita	3
4	Agitar leche			Agitar leche	4
5	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de vapor	5
6	Inactiva		G	Sujetar válvula	6
7	Inactiva		U	Abrir válvula de vapor	7
8	Inactiva		RL	Soltar válvula	8
9	Pasteurizar leche			Pasteurizar leche	9
10	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de vapor	10
11	Inactiva		G	Sujetar válvula	11
12	Inactiva		U	Cerrar válvula de Vapor	12
13	Inactiva		RL	Soltar válvula	13
14	Inactiva		RE	Alcanzar cacillo	14
15	Inactiva		G	Sujetar cacillo	15
16	Inactiva		M	Mover cacillo dentro de la marmita	16
17	Inactiva		I	Inspeccionar leche Pasteurizada	17
18	Inactiva		M	Mover cacillo fuera de la marmita	18
19	Inactiva		RL	Soltar cacillo	19
20	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de agua fría	20
21	Inactiva		G	Sujetar válvula	21

Continuación: Diagrama bimanual para el área de fermentación.

N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
22	Inactiva		U	Abrir válvula de agua fría	22
23	Inactiva		RL	Soltar válvula de agua fría	23
24	Enfriar leche			Enfriar leche	24
25	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de agua fría	25
26	Inactiva		G	Sujetar válvula	26
27	Inactiva		U	Cerrar válvula de agua fría	27
28	Inactiva		RL	Soltar válvula de agua fría	28
29	Alcanzar fermento	RE	RE	Alcanzar fermento	29
30	Sujetar fermento	G	G	Sujetar fermento	30
31	Mover fermento hacia la marmita	M	M	Mover fermento sobre la marmita	31
32	Soltar fermento sobre la marmita	RL	RL	Soltar fermento dentro la marmita	32
33	Inocular			Inocular	33
34	Inactiva		RE	Alcanzar botón del agitador	34
35	Inactiva		U	Desactivar agitador de la marmita	35
36	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de agua fría	36
37	Inactiva		G	Sujetar válvula	37
38	Inactiva		U	Abrir válvula de agua fría	38
39	Enfriar			Enfriar leche	39
40	Inactiva		RE	Alcanzar válvula de agua fría	40
41	Inactiva		G	Sujetar válvulas	41
42	Inactiva		U	Cerrar válvulas de agua fría	42
43	Inactiva		RL	Soltar válvula de agua fría	43
44	Inactiva		RE	Alcanzar pipeta donde se toma la muestra de leche	44
45	Inactiva		G	Sujetar pipeta	45
46	Inactiva		M	Mover pipeta hasta donde la leche	46
47	Inactiva		G	Tomar muestra de leche	47
48	Inactiva		M	Mover muestra hasta el laboratorio	48
49	Alcanzar recipiente para agregar muestra	RE	G	Sujetar pipeta	49
50	Sujetar recipiente	G	G	Sujetar pipeta	50
51	Mover recipiente debajo de la pipeta	M	G	Sujetar pipeta	51
52	Sujetar recipiente	G	U	Agregar muestra sobre el recipiente	52

Continuación: Diagrama bimanual para el área de fermentación.

N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
53	Sujetar recipiente	G	M	Mover pipeta fuera del recipiente	53
54	Sujetar recipiente	G	RL	Soltar pipeta sobre la mesa	54
55	Sujetar recipiente	G	RE	Alcanzar recipiente de fenolftaleína	55
56	Sujetar recipiente	G	G	Sujetar recipiente de fenolftaleína	56
57	Sujetar recipiente	G	M	Mover recipiente de f. sobre el recipiente de leche	57
58	Sujetar recipiente	G	U	Agregar 3 gotas de fenolftaleína	58
59	Sujetar recipiente	G	M	Mover recipiente de f. hasta donde la mesa	59
60	Sujetar recipiente	G	RL	Soltar recipiente de fenolftaleína	60
61	Sujetar recipiente	G	RE	Alcanzar acidímetro	61
62	Sujetar recipiente	G	U	Apretar perilla de acidímetro	62
63	Soltar recipiente	RL		Inactiva	63
64	Inspeccionar resultados	I	I	Inspeccionar resultados	64
Total movimientos		Movimientos efectivos		Movimientos no efectivos	
79		76		3	

Diagrama bimanual para el área de dosificado.

PASTEURIZADORA NUTRICION Y VIDA S.A.					
Elaborado por: Cristian Orozco		Diagrama #: 3		Método: Propuesto	
Área:	Dosificado	Producto analizado:		Yogur en Poma de 4 lt sabor a fresa	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Alcanzar tuberías	RE	RE	Alcanzar tuberías	1
2	Sujetar tuberías	G	G	Sujetar tuberías	2
3	Mover tuberías hacia el tanques de batido	M	M	Mover tuberías hasta los tanques de batido	3
4	Conectar tuberías	U	U	Conectar tuberías	4
5	Soltar tuberías	RL	RL	Soltar tuberías	5
6	Alcanzar bomba	RE	RE	Alcanzar bomba	6
7	Inactiva		U	Activar bomba para transportar yogur natural	7
8	Transportar yogur natural			Transportar yogurt natural	8
9	Inactiva		U	Desactivar bomba	9
10	Alcanzar ingredientes	RE	RE	Alcanzar ingredientes	10
11	Sujetar ingredientes	G	G	Sujetar ingredientes	11

Continuación: Diagrama bimanual para el área de dosificado.

N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
12	Mover ingredientes hacia tanques de yogur	M	M	Mover ingredientes hacia tanques de yogur	12
13	Soltar ingredientes en los Tanques	RL	RL	Soltar ingredientes en los tanques	13
14	Inactiva		RE	Alcanzar cacillo	14
15	Inactiva		G	Sujetar cacillo	15
16	Inactiva		M	Mover cacillo dentro del tanque de batido	16
17	Inactiva		U	Batir yogur de fresa	17
18	Inactiva		I	Inspeccionar consistencia	18
19	Inactiva		M	Mover cacillo fuera del tanque de batido	19
20	Inactiva		RL	Soltar cacillo	20
21	Alcanzar envases	RE	RE	Alcanzar envases	21
22	Sujetar envases	G	G	Sujetar envases	22
23	Mover envases hasta la mesa de dosificado	M	M	Mover envases hasta la mesa de dosificado	23
24	Soltar envases sobre la mesa	RL	RL	Soltar envases sobre la mesa	24
25	Alcanzar envase	RL	RL	Alcanzar válvula de dosificado	25
26	Sujetar envase	G	G	Sujetar válvula	26
27	Sujetar envase	G	U	Abrir válvula	27
28	Sujetar envase	G	U	Dosificar	28
29	Sujetar envase	G	U	Cerrar válvula	29
30	Sujetar envase	G	RL	Soltar válvula	30
31	Sujetar envase	G	U	Tapar envase	31
32	Inactiva		RE	Alcanzar etiqueta	32
33	Inactiva		G	Sujetar etiqueta	33
34	Poner etiqueta	U	U	Poner etiqueta	34
35	Inspeccionar resultados	I	I	Inspeccionar resultados	35
36	Mover envases hasta la mesa de fechado	M	M	Mover envases hasta la mesa de fechado	36
37	Alcanzar panel de control de maquina de fechado	RE	RE	Alcanzar panel de control de maquina de fechado	37
38	Inactiva		U	Encender máquina de fechado	38
39	Configurar fecha	U	U	Configurar fecha	39
40	Alcanzar envase	RE	RE	Alcanzar envase	40
41	Sujetar envase	G	G	Sujetar envase	41
42	Mover envase hasta sensor de fechado	M	M	Mover envase hasta sensor de fechado	42
43	Fechar	U	U	Fechar	43
44	Soltar envase sobre la mesa	RL	RL	Soltar envase sobre la mesa	44
45	Inactiva		U	Apagar máquina de fechado	45
Total movimientos		Movimientos efectivos		Movimientos no efectivos	
75		72		3	

Diagrama bimanual para el área de almacenado.

<b>PASTEURIZADORA NUTRICION Y VIDA S.A.</b>					
Elaborado por: Cristian Orozco			Diagrama #: 4		Método: Propuesto
Área:		Almacenado	Producto analizado:		Yogur en Poma de 4 lt sabor a fresa
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Alcanzar coche transportador	RE	RE	Alcanzar coche transportador	1
2	Sujetar coche trasportador	G	G	Sujetar coche transportador	2
3	Mover choche donde la mesa de fechado	M	M	Mover choche donde la mesa de fechado	3
4	Alcanzar envases	RE	RE	Alcanzar envases	4
5	Sujetar envases	G	G	Sujetar envases	5
6	Mover envases hasta el coche trasportador	M	M	Mover envases hasta el coche trasportador	6
7	Soltar envases dentro del coche trasportador	RL	RL	Soltar envases dentro del coche trasportador	7
8	Alcanzar mango de choche trasportador	RE	RE	Alcanzar mango de choche trasportador	8
9	Sujetar mango del coche	G	G	Sujetar mango del coche	9
10	Mover choche donde los estantes del yogur	M	M	Mover choche donde los estantes del yogur	10
11	Soltar mango del coche	RL	RL	Soltar mango del coche	11
12	Alcanzar envases	RE	RE	Alcanzar envases	12
13	Sujetar envases	G	G	Sujetar envases	13
14	Posicionar envases hasta su respectivo lugar	PP	PP	Posicionar envases hasta su respectivo lugar	14
15	Soltar envases	RL	RL	Soltar envases	15
Total movimientos		Movimientos efectivos		Movimientos no efectivos	
30		30		0	

## Anexo 2. Cursogramas analíticos propuestos

Cursograma analítico del proceso control de calidad de materia prima.

CURSOGRAMA ANALÍTICO			Diagrama #:	1						
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"	Área:	Preparación						
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros fresa	Operarios:	1						
Fecha:		17/6/2022	Realizado por:	Cristian Orozco						
Método:		Propuesto	Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz						
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
No	P.	Descripción				○	→	□	●	△
1	Control de calidad de materia prima	Esperar que permitan el ingreso a proveedores			2,1	○	→	□	●	△
2		Ingresar a Control de calidad de materia prima	18,92		0,6	○	→	□	○	△
3		Destapar tanques de leche de los proveedores			1,6	●	→	□	○	△
4		Tomar una muestra de leche		20ml	1,5	●	→	□	○	△
5		Ir a laboratorio para analizar muestra de leche	9,8		0,45	○	→	□	○	△
6		Realizar prueba de acidez		20ml	3,1	●	→	□	○	△
7		Realizar prueba de grasa		20ml	3	●	→	□	○	△
8		Analizar resultados			2	○	→	□	○	△
9		Registrar en formulario el resultado			1,2	●	→	□	○	△
10		Dirigirse a descarga de materia prima	7,95		0,35	○	→	□	○	△
Total			36,67		15,9	5	3	1	1	0

Cursograma analítico del proceso de descarga de materia Prima.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Diagrama #:	2					
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"			Área:	Preparación					
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros			Operarios:	1					
Fecha:		17/6/2022			Realizado por:	Cristian Orozco					
Método:		Propuesto			Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz					
Identificación de Actividades				Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción					●	→	□	⊐	▲
1	Descarga de materia prima	Preparar bomba de succión				2	●	→	□	⊐	▲
2		Ir donde tanques de proveedores		4,56		0,25	○	→	□	⊐	▲
3		Conectar tuberías				2,2	●	→	□	⊐	▲
4		Transportar la leche a los tanques de acero inoxidable		8,7	1000 litros	15	○	→	□	⊐	▲
5		Ir al cuarto de insumos		18,24		1,34	○	→	□	⊐	▲
6		Tomar ingredientes(azúcar, gelatina)				0,5	●	→	□	⊐	▲
7		Regresar donde el agitador industrial		19,23		1,41	○	→	□	⊐	▲
8		Agregar azúcar, gelatina en agitador				1,6	●	→	□	⊐	▲
9		Agitar ingredientes				6	●	→	□	⊐	▲
10		Ir donde el tanque de almacenamiento de leche		5,6		0,25	○	→	□	⊐	▲
11		Agregar ingredientes el tanque de almacenamiento de leche				1,8	●	→	□	⊐	▲
12		Agitar la leche con todos los ingredientes			1000 litros	10,2	●	→	□	⊐	▲
13		Verificar resultado				1,9	○	→	■	⊐	▲
14		Ir donde el homogenizador		7,7		0,37	○	→	□	⊐	▲
Total				64,03		45,82	7	6	1	0	0

Cursograma analítico del proceso de homogenización.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Diagrama #:	3					
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"			Área:	Preparación					
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros			Operarios:	1					
Fecha:		17/6/2022			Realizado por:	Cristian Orozco					
Método:		Propuesto			Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz					
Identificación de Actividades				Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción					●	➔	□	D	▲
1	Homogenización	Conectar tuberías para iniciar la etapa de homogenizado				2,25	●	➔	□	D	▲
2		Configurar tablero de mando				1,45	●	➔	□	D	▲
3		Homogenizar leche			1000 litros	30	●	➔	□	D	▲
4		Trasladar leche homogenizada a la marmita		5,4	1000 litros	10	○	➔	□	D	▲
5		Verificar leche homogenizada				1,6	○	➔	■	D	▲
6		Ir donde tanques de almacenamiento		21,7		1,15	○	➔	□	D	▲
7		Lavar tanques				10	●	➔	□	D	▲
8		Esterilizar tanques				5,2	●	➔	□	D	▲
9		Ir donde homogenizador		5,3		0,25	○	➔	□	D	▲
10		Lavar homogenizador				60	●	➔	□	D	▲
11		Ir donde marmita		20,5		1,1	○	➔	□	D	▲
Total				52,9		123	6	4	1	0	0

Cursograma analítico del proceso de fermentación láctica.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Diagrama #:		4				
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:		Fermentación				
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros		Operarios:		1				
Fecha:		17/6/2022		Realizado por:		Cristian Orozco				
Método:		Propuesto		Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz				
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción				●	→	□	D	△
1	Fermentación Láctica	Encender caldero			1,8	●	→	□	D	△
2		Activar agitador de la marmita			0,3	●	→	□	D	△
3		Abrir válvulas de vapor			1	●	→	□	D	△
4		Pasteurizar la leche hasta 90°C		1000 litros	90	●	→	□	D	△
5		Verificar temperatura			1,8	○	→	□	D	△
6		Cerrar válvulas de vapor			1,1	●	→	□	D	△
7		Apagar caldero			1	●	→	□	D	△
8		Preparar sistema de enfriamiento			2,2	●	→	□	D	△
9		Abrir válvulas (agua)			1,2	●	→	□	D	△
10		Enfriar hasta que llegue a 45°C		1000 litros	120	●	→	□	D	△
11		Verificar temperatura			1,8	○	→	□	D	△
12		Cerrar válvulas			1,05	●	→	□	D	△
13		Ir por fermento	11		0,8	○	→	□	D	△
14		Tomar fermento			0,4	●	→	□	D	△
15		Traer fermento	11		0,8	○	→	□	D	△
16		Agregar fermento			1,4	●	→	□	D	△
17		Apagar agitador			0,3	●	→	□	D	△
18		Esperar que el fermento haga efecto			360	○	→	□	D	△
19		Abrir la válvula (agua helada)			1	●	→	□	D	△
20		Enfriar hasta que llegue a temperatura deseada (18 - 20°C)			600	●	→	□	D	△
21		Cerrar válvula de agua helada			1,2	●	→	□	D	△
22		Tomar nueva muestra		20ml	1,6	●	→	□	D	△
23		Ir a laboratorio para analizar muestra de leche	35,15		1,75	○	→	□	D	△
24		Realizar prueba de acidez			3,3	●	→	□	D	△
25		Analizar resultados			2,35	○	→	□	D	△
26		Dirigirse donde la marmita	35		1,75	○	→	□	D	△
Total			92,15		1199,9	18	4	3	1	0

Cursograma analítico del proceso de batido

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Diagrama #:		5				
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:		Dosificado				
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros		Operarios:		1				
Fecha:		17/6/2022		Realizado por:		Cristian Orozco				
Método:		Propuesto		Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz				
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción				●	➔	□	D	△
1	Batido	Conectar tuberías			2,2	●	➔	□	D	△
2		Preparar bomba			2,3	●	➔	□	D	△
3		Transportar yogurt natural desde marmita hasta los tanques de batido	20,1	400 litros	12,1	○	➔	□	D	△
4		Regresar donde la marmita	19		1	○	➔	□	D	△
5		Lavar marmita			10,5	●	➔	□	D	△
6		Esterilizar marmita			5,4	●	➔	□	D	△
7		Ir al cuarto de insumos	7,1		0,52	○	➔	□	D	△
8		Tomar ingredientes(saborizante, colorante, mermelada)			0,7	●	➔	□	D	△
9		Volver a los tanques de batido	7,1		0,52	○	➔	□	D	△
10		Agregar todos los ingredientes			3	●	➔	□	D	△
11		Batir o mezclar		400 litros	4,5	●	➔	□	D	△
12		Verificar resultado		400 litros	2,1	○	➔	■	D	△
Total			53,3		44,84	7	4	1	0	0

Cursograma analítico del proceso de envasado

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Diagrama #:	6					
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"			Área:	Dosificado					
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros			Operarios:	2					
Fecha:		17/6/2022			Realizado por:	Cristian Orozco					
Método:		Propuesto			Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz					
Identificación de Actividades				Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción					●	➔	■	●	▲
1	Envasado	Ir al cuarto de almacenamiento de envases		11,4		0,83	○	➔	□	D	△
2		Tomar envases				0,4	●	➔	□	D	△
3		Ir al cuarto de almacenamiento de tapas, etiquetas		1		0,1	○	➔	□	D	△
4		Tomar tapas, etiquetas				0,6	●	➔	□	D	△
5		Volver con tapas, etiquetas, envases a la mesa de envasado		11,4		0,83	○	➔	□	D	△
6		Encender mechero				0,5	●	➔	□	D	△
7		Limpiar mesa donde se va a envasar				2,5	●	➔	□	D	△
8		Desinfectar botellas en el mechero			200 u	3,6	●	➔	□	D	△
9		Dosificar yogur en la poma de 4L			100 u	14,1	●	➔	□	D	△
10		Batir				3	●	➔	□	D	△
11		Dosificar yogur en la poma de 4L			100 u	14,15	●	➔	□	D	△
12		Desinfectar, tapar envases de 4L			200 u	3,8	●	➔	□	D	△
13		Poner etiquetas			200 u	3,6	●	➔	□	D	△
14		Analizar resultados			200 u	2,1	○	➔	■	D	△
15		Lavar tanques				10,1	●	➔	□	D	△
16		Esterilizar tanques				5	●	➔	□	D	△
Total				23,8		65,21	12	3	1	0	0

Cursograma analítico del proceso de fechado.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Diagrama #:	7						
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:	Dosificado						
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros		Operarios:	1						
Fecha:		17/6/2022		Realizado por:	Cristian Orozco						
Método:		Propuesto		Aprobado por:	Ing. Christian Ortiz						
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama					
Nº	P.	Descripción				○	→	□	D	△	
1	Fechado	Llevar envases a máquina de fechado	5,2	100 u	5	○	→	□	D	△	
2		Encender máquina de fechado			0,4	●	→	□	D	△	
3		Esperar que encienda completamente máquina de fechado			1,3	○	→	□	D	△	
4		Configurar fecha			2,2	●	→	□	D	△	
5		Fechar			100 u	8,8	●	→	□	D	△
6		Apagar máquina de fechado			0,4	●	→	□	D	△	
7		Verificar fechado			100 u	2	○	→	□	D	△
Total			5,2		20,1	4	1	1	1	0	

Cursograma analítico del proceso de almacenado

CURSOGRAMA ANALÍTICO			Diagrama #:		8					
Empresa:		"NUTRICIÓN Y VIDA S.A"		Área:		Almacenado				
Producto analizado:		Yogur poma 4 litros		Operarios:		1				
Fecha:		17/6/2022		Realizado por:		Cristian Orozco				
Método:		Propuesto		Aprobado por:		Ing. Christian Ortiz				
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (min)	Símbolos del Diagrama				
Nº	P.	Descripción				●	→	□	D	△
1	Almacenado	Colocar en choche transportador		100 u	5,2	●	→	□	D	△
2		Transportar a cuarto frio	14,7	100 u	8,6	○	→	□	D	△
3		Almacenar en su respectivo lugar		100 u	8,3	○	→	□	D	△
Total			14,7		22,1	1	1	0	0	1

**Anexo 3. Tablas de características de las máquinas por áreas.**

Máquina/ elemento	Área pasteurización			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Marmita 1	Ø 1,70	1,40	-	2000 l
Gradas de depósito	1,20	0,70	0,70	
Bomba	0,50	0,70	0,95	Bomba de succión de líquidos (US-Electronics) 3 HP 60 l/min

Máquina/ elemento	Área Fechado			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Fechadora	0,60	1,20	0,60	
Mesa	3,20	0,95	1,10	

Máquina/ elemento	Área Batido			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Tanque 1	Ø 0,80	1,00	-	300 l
Tanque 2	Ø 0,80	1,00	-	300 l
Tanque 3	Ø 0,60	0,60	-	180 l
Gradas de depósito 1	1,20	0,70	0,70	
Gradas de depósito 2	1,20	0,70	0,70	
Gradas de depósito 3	1,20	0,70	0,70	
Mesa	4,70	0,95	1,15	

Máquina/ elemento	Área Envasado			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Mesa	3,40	0,95	1,00	

Máquina/ elemento	Área Almacenado de etiquetas			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Estante 1	0,94	0,95	2,81	

Máquina/ elemento	Área Almacenamiento final			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Estante 1	3,75	0,95	1,25	
Estante 2	3,75	0,95	1,25	

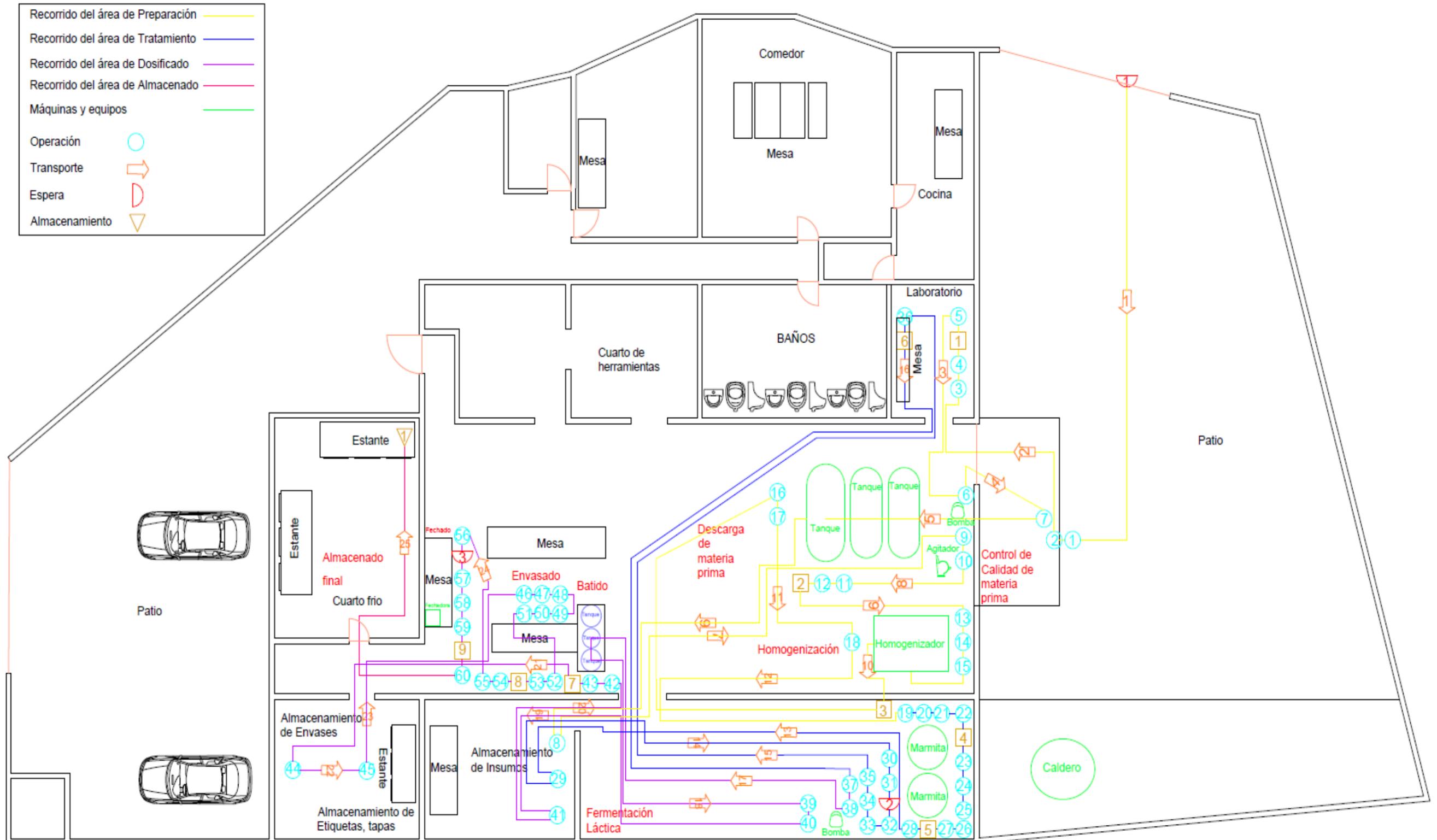
Máquina/ elemento	Área Cocina			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Mesa	3,20	0,95	1,10	

Máquina/ elemento	Área Comedor			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Mesa	2,00	0,95	1,00	
Banca	2,00	0,85	0,70	
Mesa	2,00	0,95	1,00	
Banca	2,00	0,85	0,70	

Máquina/ elemento	Área Almacenado de insumos			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Mesa	3,20	0,95	1,10	

Máquina/ elemento	Área Laboratorio			
	Ancho (m)	Alto (m)	Profundidad (m)	Observación
Mesa	3,00	0,95	0.5	

Anexo 4. Distribución propuesta.



Anexo 5. Encuesta.



**Elaborado por:** Cristian Orozco

**Encuestados:** Todos los operarios que trabajan en la línea de producción.

**Instrucciones:** Marque con una X la respuesta que usted crea conveniente

**Pregunta 1. ¿Tiene conocimientos sobre estudio de tiempos?**

Si ( ) No ( )

**Pregunta 2. ¿Sabe cuánto tiempo se demora en realizar sus múltiples procesos?**

Si ( ) No ( )

**Pregunta 3. ¿Hace falta que la línea de producción de yogur necesite de mejoras?**

Si ( ) No ( )

**Pregunta 4. ¿Cree que la cantidad actual de trabajadores es la necesaria para la producción de yogur?**

Si ( ) No ( )

**Pregunta 5. ¿Sabe que se necesita para realizar una estandarización de tiempos en una línea de producción?**

Si ( ) No ( )

**Pregunta 6. ¿Existen tiempos de descanso después de realizar cada etapa de producción?**

Si ( ) No ( )

**Pregunta 7. ¿Su proveedor proporciona materia prima e insumos a tiempo para no retrasar la línea de producción?**

Si ( ) No ( )

**Pregunta 8. ¿Hay retrasos de materia prima e insumos durante el proceso de producción?**

Si ( ) No ( )

## Anexo 6. Ponderación de factores para cada área.

Factores para el método de Westinghouse – Área Preparación			
Factor	Valor	tipo	Descripción
Habilidad	0	D	Regular
Esfuerzo	0	D	Regular
Condiciones	-0,03	E	Aceptables
Consistencias	-0,02	E	Aceptables
<b>Valor Rítmico Británico</b>	<b>1</b>		

Factores para el método de Westinghouse – Área de Fermentación			
Factor	Valor	tipo	Descripción
Habilidad	0,03	C2	Buena
Esfuerzo	0	D	Regular
Condiciones	-0,03	E	Aceptables
Consistencias	-0,02	E	Aceptables
<b>Valor Rítmico Británico</b>	<b>1</b>		

Factores para el método de Westinghouse – Área de Dosificado			
Factor	Valor	tipo	Descripción
Habilidad	0	D	Regular
Esfuerzo	0,02	C2	Buena
Condiciones	-0,03	E	Aceptables
Consistencias	-0,02	E	Aceptables
<b>Valor Rítmico Británico</b>	<b>1</b>		

Factores para el método de Westinghouse – Área de Almacenado			
Factor	Valor	tipo	Descripción
Habilidad	0,03	C2	Buena
Esfuerzo	0,02	C2	Buena
Condiciones	-0,03	E	Aceptables
Consistencias	-0,02	E	Aceptables
<b>Valor Rítmico Británico</b>	<b>1</b>		