



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

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

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

**Tema:**

---

**REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN  
DE LA EMPRESA LÁCTEOS AMILAC**

---

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

**ÁREA:** Industrial y manufactura

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

**AUTOR:** Doris Fernanda Clavón Taipe

**TUTOR:** Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

Ambato - Ecuador

agosto – 2023

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEOS AMILAC, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Doris Fernanda Clavón Taípe, 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, agosto 2023

-----  
Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEOS AMILAC 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, agosto 2023



Doris Fernanda Clavón Taipe

C.C. 0550011738

AUTOR

## 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, agosto 2023



Doris Fernanda Clavón Taipe

C.C. 0550011738

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por la señorita Doris Fernanda Clavón Taipe, 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 Investigación, titulado REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEOS AMILAC, 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 Presidente del Tribunal.

Ambato, agosto 2023

-----  
Ing. Pilar Urrutia, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Daysi Ortiz, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. José Naranjo, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

## DEDICATORIA

*Dedicado con todo mi corazón a Dios y a mis padres Fernando Clavón e Hilda Taipe por el esfuerzo, dedicación y apoyo incondicional, quienes a lo largo de mi vida velaron por mi bienestar y educación.*

*A mi abuelito Papá Jorge, quien ahora se encuentra en el reino de los cielos, por depositar su entera confianza en mí en cada desafío que se presentaba, sin poner en tela de juicio mi inteligencia y capacidad. Por eso le doy mi trabajo en ofrenda querido abuelito por su absoluto apoyo y amor. Gracias por todo.*

*A mis hermanos, Edwin, Tania, Byron y Evelyn por estar presentes en mis alegrías y fracasos durante todos mis años de vida.*

*Doris Fernanda Clavón Taipe*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por haber nacido en una familia honesta y llena de amor.*

*A la Universidad Técnica de Ambato, que abrió sus puertas y me permitió formarme profesionalmente.*

*Al Ing. Israel Naranjo por su paciencia, tiempo y conocimiento proporcionados durante el desarrollo del trabajo de investigación.*

*A la empresa LÁCTEOS AMILAC por la apertura y cooperación durante el desarrollo del trabajo de investigación.*

*Doris Fernanda Clavón Taipe*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Antecedentes investigativos.....	1
1.2.1 Contextualización del problema.....	3
1.2.2 Fundamentación teórica.....	5
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO II.....	15
METODOLOGÍA .....	15
2.1 Materiales.....	15
2.2 Métodos.....	16
2.2.1 Modalidad de la investigación.....	16
2.2.2 Población y muestra.....	17
2.2.3 Recolección de información.....	18
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	19
CAPÍTULO III.....	20

RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
3.1    Análisis y discusión de los resultados.....	20
3.1.1    Diagnóstico inicial.....	20
3.1.2    Gestión por procesos .....	23
3.1.3    Análisis del método de producción actual de la empresa .....	38
3.1.4    Selección de metodología de distribución de instalaciones.....	52
3.1.5    Distribución de planta, método actual.....	53
3.1.6    Desarrollo de propuesta de distribución.....	58
3.1.7    Comparación de distancia recorrida actual vs propuesta .....	71
CAPÍTULO IV .....	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	84
4.1    Conclusiones .....	84
4.2    Recomendaciones.....	85
MATERIALES DE REFERENCIA .....	86
Referencias bibliográficas .....	86
Anexos .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de análisis de relaciones .....	10
Tabla 2. Código de proximidades.....	11
Tabla 3. Materiales empleados .....	15
Tabla 4. Distribución de personal de la empresa “LÁCTEOS AMILAC” .....	17
Tabla 5. Toma de tiempos según la organización General Electric .....	18
Tabla 6. Datos de la empresa “LÁCTEOS AMILAC” .....	20
Tabla 7. Procesos estratégicos .....	23
Tabla 8. Procesos operativos .....	24
Tabla 9. Procesos de apoyo .....	23
Tabla 10. Tamaños y sabores de productos ofertados .....	26
Tabla 11. Descripción de las actividades que se involucran en el proceso productivo .....	28
Tabla 12. Recursos de la línea de producción .....	34
Tabla 13. Tabla de calificación a los operarios de trabajo.....	38
Tabla 14. Tabla resumen de tiempos preliminar observado .....	39
Tabla 15. Tabla resumen del estudio de tiempos y movimientos .....	40
Tabla 16. Cursograma analítico actual “LÁCTEOS AMILAC” .....	41
Tabla 17. Resumen del diagrama de recorrido.....	44
Tabla 18. Tiempo estándar actual del primer día de trabajo.....	48
Tabla 19. Tiempo estándar actual del segundo día de trabajo.....	48
Tabla 20. Ventas promedio en litros, año 2020 y 2021 .....	50
Tabla 21. Ponderación de métodos de redistribución de planta .....	52
Tabla 22. Numeración de valores de proximidad.....	54
Tabla 23. Tabla relacional entre procesos .....	55
Tabla 24. Espacio requerido según el método de Guerchet.....	63
Tabla 25. Espacio requerido de la planta .....	64
Tabla 26. Resumen del diagrama de recorrido .....	67
Tabla 27. Cursograma analítico propuesto .....	69
Tabla 28. Matriz resumen de método actual vs propuesta .....	72
Tabla 29. Comparativa entre el antes y el después para el segundo día de trabajo....	74
Tabla 30. Comparativa entre el antes y el después para la semana de trabajo .....	75

Tabla 31. Comparativa entre el antes y el después para el mes de trabajo .....	76
Tabla 32. Principios básicos de redistribución de planta .....	78
Tabla 33. Análisis de costo de mano de obra .....	79
Tabla 34. Desplazamientos producidos por los operarios .....	80
Tabla 35. Costo de manejo de material .....	81
Tabla 36. Cálculo del costo por el manejo de materiales, situación actual y propuesta .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos para desarrollar el estudio de tiempos y movimientos .....	5
Figura 2. Pasos del método SLP.....	9
Figura 3. Método análisis carga distancia.....	9
Figura 4. Método costo de manejo de materiales punto de equilibrio .....	10
Figura 5. Modelo de tabla relacional.....	11
Figura 6. Ejemplo diagrama PERT .....	12
Figura 7. Entorno de simulación de FlexSim .....	13
Figura 8. Localización de “LÁCTEOS AMILAC” .....	21
Figura 9. Planta de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC” .....	21
Figura 10. Estructura organizacional de la empresa “LÁCTEOS AMILAC” .....	22
Figura 11. Mapa de procesos de la empresa “LÁCTEOS AMILAC” .....	25
Figura 12. Productos en diversas presentaciones que ofrece “LÁCTEOS AMILAC” .....	26
Figura 13. Proceso de producción para la elaboración del yogurt “LÁCTEOS AMILAC” .....	27
Figura 14. Layout general de la planta de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC” .....	35
Figura 15. Análisis de la situación actual de la planta en el área de producción .....	37
Figura 16. Diagrama de recorrido .....	43
Figura 17. Planta de producción en software FlexSim .....	45
Figura 18. Capacidad de producción de la planta .....	49
Figura 19. Variación anual de ventas, año 2020 y 2021 .....	50
Figura 20. Capacidad de producción vs demanda .....	51
Figura 21. Diagrama relacional, situación actual .....	56
Figura 22. Diagrama PERL .....	57
Figura 23. Layout con objetos a retirar .....	58
Figura 24. Layout sin objetos innecesarios.....	59
Figura 25. Diagrama PERL de software QM for Windows, método propuesto .....	60
Figura 26. Diagrama correlacional propuesto .....	61
Figura 27. Layout propuesto.....	62
Figura 28. Espacios disponibles para las áreas de trabajo .....	65

Figura 29. Diagrama de recorrido propuesto .....	66
Figura 30. Layout propuesto.....	68
Figura 31. Desplazamiento actual vs propuesto .....	71

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación, permitió identificar la distribución actual de la planta, con la finalidad de determinar mejoras en tiempo y distancias recorridas por el personal en el manejo de materiales, así como en los espacios de trabajo.

El objetivo fue determinar la situación actual de la empresa LÁCTEOS AMILAC para elaborar una distribución de planta, con base a 3 etapas: Primero, se elaboró el levantamiento de información mediante un estudio de tiempos y movimientos, realizado sobre los 11 procesos para elaborar el yogurt en sus diferentes presentaciones y sabores, dando un resultado de 745,78 minutos y 29,32 metros requeridos para elaborar y transportar un lote de 500 lts. Segundo, se elaboró el layout actual, para identificar los espacios de trabajo, el método de Guerchet permitió dimensionar las áreas y, mediante el empleo de la metodología SLP y el software QM for Windows, se determinó que existen 3 objetos innecesarios y un alto grado de recorridos por parte del personal, una vez regulada la propuesta de la nueva distribución de planta, se ajustó el tiempo empleado para elaborar la producción a 735,57 minutos y 15,34 metros, esto optimiza la planta en un 1,37% del tiempo empleado y en un 47,68% en relación a los recorridos, mejorando los espacios para uso de desplazamiento de los operarios y reduciendo los desplazamientos de insumos y herramientas de trabajo. Finalmente, y como tercera etapa, se calcula el costo por el manejo de materiales, determinando que, la empresa podrá tener un ahorro mensual de \$160,80 equivalente al 47,68%.

**Palabras clave:** Análisis carga – Distancia, capacidad de producción, distribución de planta, estudio de tiempos y movimientos, SLP.

## ABSTRACT

The present investigation, allowed to identify the current distribution of the plant, with the purpose of determining improvements in time and distances traveled by the personnel in the handling of materials, as well as in the work spaces.

The objective was to determine the current situation of LÁCTEOS AMILAC's company to elaborate a plant distribution, based on 3 stages: First, the information gathering was elaborated through a study of times and movements, carried out on the 11 processes to elaborate the yogurt in its different presentations and flavors, giving a result of 745.78 minutes and 29.32 meters required to prepare and transport a batch of 500 liters. Second, the current layout was elaborated, to identify the workspaces, the Guerchet method allowed to size the areas and, through the use of the SLP methodology and the QM for Windows software, it was determined that there are 3 unnecessary objects and a high degree of routes by the staff, once the proposal for the new plant distribution was regulated, the time used to prepare the production was adjusted to 735.57 minutes and 15.34 meters, this optimizes the plant by 1.37% of the time spent and 47.68% in relation to the routes, improving the spaces for the movement of operators and reducing the displacement of supplies and work tools. Finally, the cost of handling materials is calculated, determining that the company may have a monthly saving of \$160.80, equivalent to 47.68%.

**Keywords:** Load – distance analysis, production capacity, plant layout, study of times and movements, SLP.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Tema de investigación

REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEOS AMILAC

### 1.2 Antecedentes investigativos

Diversos estudios relacionados a la mejora de procesos mediante la redistribución de planta señalan la utilización de metodologías apropiadas en función a los problemas que se tienen como: exceso de transportes, material en proceso, espacios físicos limitados, por lo que se emplea como base el estudio de tiempos y movimientos con la finalidad de determinar la situación actual así también como el Layout de la empresa, y así aplicar métodos cualitativos y cuantitativos como: SLP, Carga distancia, centro de gravedad, logrando una reducción del 10% en tiempo improductivo por transportes en las empresas de elaboración de yogurt y leche [1], [2], [3].

Un artículo científico con la temática de rediseño de una planta productora de lácteos publicado en la revista Scientia et Technica, tiene por objetivo emplear diversos métodos cualitativos SLP, como cuantitativos (CRAFT y QAP), de los cuales se determinó que la mejor metodología empleada con resultados de mejora fue la metodología CRAFT logrando un flujo continuo sin pérdida de tiempo [4].

Existen diversas metodologías que contribuyen a mejorar la eficiencia de la distribución de planta, a través de actividades como: determinar de manera teórica el método de distribución apropiado para analizar la empresa de forma inicial mediante diagramas de flujo y estudio de tiempos del proceso de producción de lácteos, para de esta manera establecer una propuesta de mejora mediante métodos como el de eslabones permitiendo establecer la relación entre cada área, además del cálculo de superficies, minimizando tiempos de transportes de los operarios, logrando reducir costos de producción en un 4%, determinando así el costo beneficio de manera positiva agregando valor a la organización [5].

En las empresas de lácteos, se ha empleado la distribución de planta acorde al producto, debido a cada actividad realizada para cada producto se maneja dentro de la industria con características iguales y en volúmenes de producción altos [6], un estudio, señala que es importante el flujo y manejo de materiales acorde al producto fabricado por medio de la determinación de configuración interna de las instalaciones, los cuales deben tener criterios cualitativos a través de la tabla de relaciones [7].

En organizaciones de distinta actividad productiva se han aplicado un análisis de distribución de planta, el procedimiento llevado a cabo se refleja en el desarrollo de propuestas rentables para reducir distancias innecesarias y optimizar el espacio de la misma [8], la cual se emplea el levantamiento de información inicial, aplicación de técnicas de distribuciones de las instalaciones y toma de decisiones como herramientas multicriterio, además de la generación de alternativas en donde se emplea el método SLP, en el cual emplea una visión cualitativa del problema, para de esta manera validar por medio del software WinQSB para la resolución de problemas y determinación de la alternativa de mejora, estos análisis logran una disminución del 12.22% en metros de la distancia de recorrido lo que equivale en tiempo a un 3.45% de minutos menos en el tiempo total de fabricación [9].

Al aplicar los métodos de distribución, es aconsejable comprobarlos, por lo cual se han desarrollado trabajos de investigación que complementan el estudio mediante simulación de las condiciones actuales y propuestas de las empresas mediante el software FlexSim, que permite obtener datos de rendimiento y utilización de los operarios, capacidades de producción y transportes, por lo cual un estudio empleado con dicha metodología se logra un incremento de la productividad semanal de hasta el 3,41% en el primera producción y 5,79% en la segunda en relación a la situación actual. Se estima que el aumento de productividad generaría una utilidad del 9.33% equivalente a \$4.097,43 anuales [10], por lo cual la distribución de planta mejora las condiciones de la organización.

### **1.2.1 Contextualización del problema**

A nivel mundial, las organizaciones necesitan adaptarse a los cambios del mercado, para lo cual deben incrementar su capacidad productiva implementando de forma parcial o total tecnología para los procesos productivos, y de esta manera desarrollar nuevos productos o servicios para sus clientes. Para lograr este objetivo las organizaciones deben contar con la disponibilidad de espacio con instalaciones lo suficientemente flexibles, dado que de forma paulatina van perdiendo la bondad de la distribución inicial y comienzan a desarrollarse problemas como: cuellos de botella, congestión y deficiente utilización del espacio, acumulación de material en proceso, puestos de trabajo ociosos o sobrecargados, ansiedad y malestar de la mano de obra, trabajadores calificados desarrollando operaciones poco complejas, accidentes e incidentes laborales y dificultad en el control de las operaciones y del personal [1].

Los problemas que se observan respecto a la deficiente distribución de planta, se reflejan en el inadecuado nivel de adyacencia entre los centros de actividad de la organización, lo que genera el desaprovechamiento de la jornada de trabajo en actividades de transporte que no agregan valor. Por tal motivo genera un aumento de los tiempos de fabricación unitario y disminuye los niveles de productividad del trabajo, generando grandes pérdidas económicas [11].

En América Latina, los aspectos de diseño y análisis de la decisión de distribución de planta es un problema omnipresente [4], no se ven a simple vista, por tanto, las empresas especialmente de Lácteos se han visto afectados pues cuentan con una infraestructura compleja para transporte de materiales, en los cuales se tiene tuberías, estaciones de contención de líquidos con un costo de transporte promedio de \$340 en instalaciones [12], es así que el análisis del diseño de distribución afecta en la capacidad de producción teniendo limitantes al momento de incrementar la demanda del producto.

Por otra parte, se han determinado problemas de falta de flexibilidad en cuanto a la optimización de transportes si los espacios de trabajo son reducidos, por lo cual el manejo de materiales tiende a ser lento y difícil, el volumen de producción por lo general es menor y la inversión en inventario es mayor, por tal motivo es esencial el

desarrollo correcto de la distribución de planta en miras a la optimización del espacio con flujos continuos de material [13].

En el Ecuador, generalmente las organizaciones de producción de lácteos, no cuentan con distribuciones eficientes según menciona el estudio [1], por la falta de conocimiento y la importancia de reducción de transporte de materia prima, pues a simple vista no se determinan los niveles improductivos sin un estudio previo de todo el proceso, generando desperdicios como: transportes, tiempos, movimientos e incluso acumulación de material en proceso, de esta manera se ha creado la necesidad de redistribuir las condiciones actuales para ser más competitivos. Cabe destacar que la redistribución es una inversión que a largo plazo y acorde a la demanda puede incrementar el ingreso económico minimizando las actividades que no agregan valor por la desorganización del espacio físico y el flujo del proceso [1].

La empresa “LÁCTEOS AMILAC” cuenta con un flujo de producción continuo de diversos productos y se ha visto afectada por el incumplimiento en cuanto a fechas de entrega, ocasionado por tiempos improductivos, que subyacen en la desorganización del espacio físico de la empresa generando distancias excesivas de transporte de los diversos productos en cada proceso, recalando que la organización actual de los procesos fue creada recientemente y diseñada de manera arbitraria sin un estudio previo. Por este motivo es de vital importancia analizar la distribución espacial de la planta en su proceso de producción con el objetivo de optimizar el flujo de materiales y de esta forma impulsar las ventas a través de una mejor utilización de los recursos productivos [14]. Otra dificultad observada al interior de la fábrica es la falta de espacio en los pasillos y señalización insuficiente, lo que genera un flujo lento de personas y materiales, además de interrumpir las operaciones realizadas por los empleados. Por tanto, la organización requiere de una redistribución que permita contar con un proceso más ágil y flexible, en las cuales se distribuya mejor el espacio con la finalidad de tener cerca los procesos para evitar altos tiempos de transporte de materia prima que afectan a la productividad de la empresa causando pérdidas económicas y clientes.

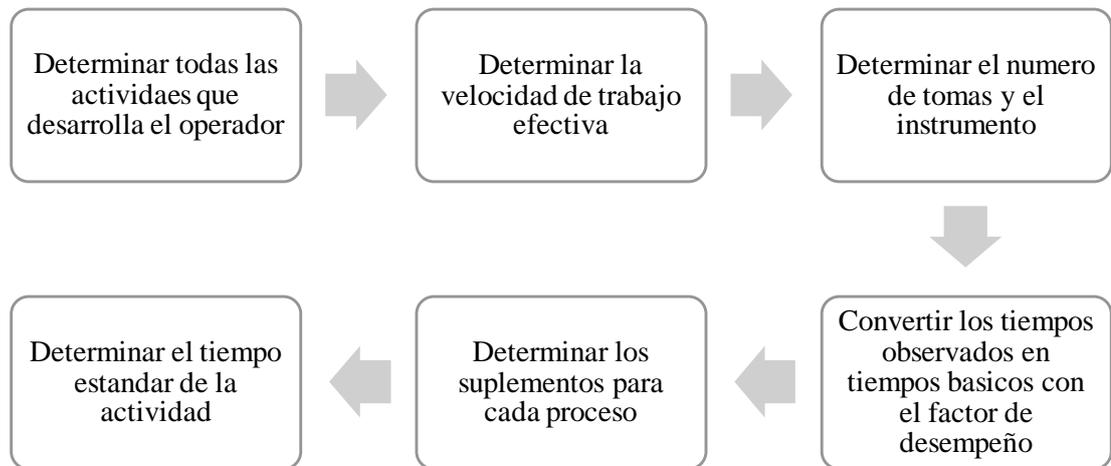
## 1.2.2 Fundamentación teórica

### Productividad

La productividad es la capacidad de desarrollar tareas en determinado tiempo con una cantidad de recursos asignados de los diferentes negocios. Tener en cuenta los valores de productividad que maneja la empresa es importante para optimizar todos los procesos de la planta [11].

### *Estudio de tiempos*

Es el método para determinar la cantidad de trabajo que desarrolla un empleado o una maquina en base al cronometraje de todas las actividades aplicando el desempeño y el factor de suplementos para establecer el tiempo que se demora [15]. La Figura 1, muestra la secuencia de pasos para cumplir con el estudio de tiempos.



**Figura 1.** Pasos para desarrollar el estudio de tiempos y movimientos [15]

El estudio de tiempos tiene como objetivos:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad [2].

El estudio de tiempos cuenta con herramientas base para analizar las actividades que se desarrollan por cada operación, entre algunas está:

#### *Cursograma analítico*

Es la representación gráfica del orden de operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen lugar durante un proceso o procedimiento y comprende la información considerada para el análisis [17].

#### *Diagrama de recorrido*

Es el recorrido de un producto sobre una superficie física tomando en cuenta las operaciones, inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento. Este diagrama es similar al diagrama de flujo porque utilizan los mismos símbolos [18].

#### *Tiempo estándar*

Es el tiempo requerido para ejecutar una serie de pasos y actividades para cumplir con la elaboración de un objetivo común. La elaboración de un producto o el cumplimiento del tiempo de un servicio se centra en el manejo de los recursos presentes según las metas a corto o largo plazo [18].

#### *Capacidad de producción*

Se divide en 2 partes: la capacidad diseñada es el máximo número de salidas de producción diaria, semanal y mensual y; la capacidad actual es la cantidad real de salidas que tiene un producto de la planta [19].

#### *Estudio de movimientos*

Relaciona los desplazamientos y transportes realizados por el personal de producción o por los productos, este se fundamenta con el estudio de tiempos para elaborar un correcto control sobre la línea de producción [20].

#### **Distribución de planta**

Se trata de ubicar los elementos de producción como materiales, máquinas y herramientas e instalaciones de un entorno físico, además de considerar puestos de

trabajo, líneas de ensamble, bodegas y todo lo inherente dentro de la planta industrial que tiene por objetivo mejorar el flujo [21].

### *Crterios y objetivos de la distribución de planta*

La distribución de planta tiene 4 líneas de acción fundamentales como lo son:

- **Unidad:** Facilitar el sentimiento de pertenencia y reducir las distorsiones por tener objetivos contradictorios.
- **Efectividad:** Minimizar el movimiento de productos, personas o información pues estos no añaden valor.
- **Flexibilidad:** Diseñar las instalaciones atendiendo a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo en productos.
- **Seguridad:** Garantizar el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta [3].

Un buen diseño de layout para una determinada configuración de productos será en base a la actividad y al flujo del proceso [22]. La distribución de planta tiene como ejes los siguientes parámetros:

- Reducción de las distancias de tránsito
- Incremento de la producción.
- Disminución de la congestión.
- Facilitar el mantenimiento
- Liberación de áreas ocupadas innecesariamente.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de adaptación a los cambios de condiciones.
- Mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad del trabajador.
- Incremento de la moral y la satisfacción del personal.

La psicogeografía muestra que el aspecto físico de los lugares afecta a la razón y por tanto, al rendimiento del equipo y las instalaciones [23].

### *Tipos de distribución de planta*

A continuación, se describe las distribuciones de planta más empleadas [24]:

- Distribución por posición fija

Se basa en aquel producto que necesita ser transformado en un punto fijo en la cual, el personal, maquinaria y materiales se acercan y alejan para realizar las operaciones, generalmente, el volumen de fabricación y la variedad de la producción es limitada.

- Distribución en planta por producto

Se basa en los recursos dispuestos de manera que el producto sigue una secuencia reconocible, generalmente el volumen de fabricación es elevado y la variedad es baja.

- Distribución en planta funcional

Hace referencia a los recursos que se disponen en función a las tareas y actividades en los que los productos viajan de un área a otra, el volumen de producción es intermedio y los productos son similares.

- Distribución de planta híbrida

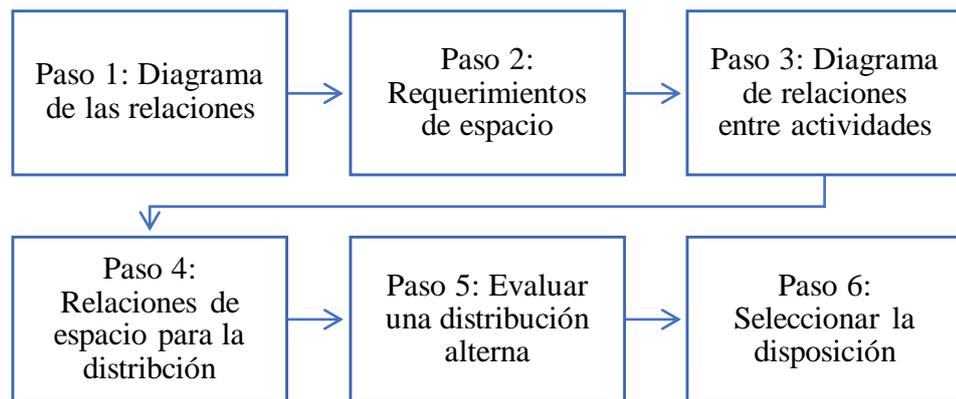
Es el conjunto de las distribuciones anteriormente mencionadas en células.

### **Metodologías de distribución de planta**

Existen diversas metodologías de distribución que determinan la localización óptima de las máquinas, herramientas y mano de obra para tener mínimos transportes entre procesos, entre algunas están:

#### *Método SLP*

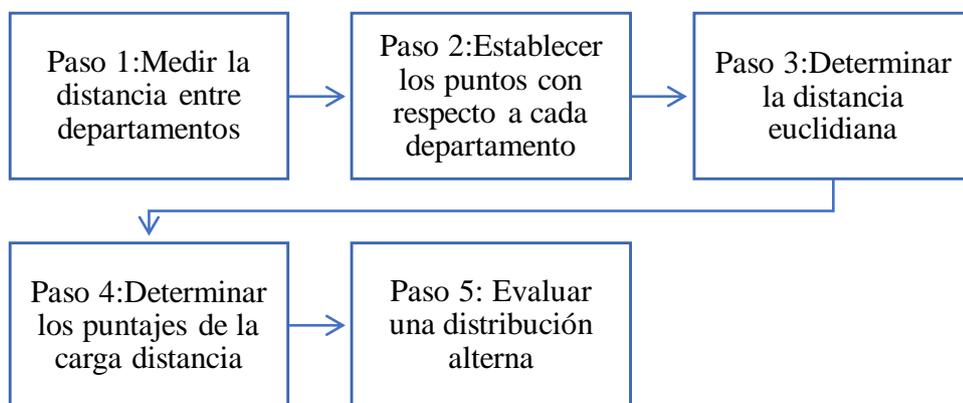
El método incorpora el flujo de los materiales en el estudio de la distribución de procesos según la planificación de manera racional, estableciendo una serie de fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar los elementos y las relaciones existentes entre ellos [25]. La Figura 2, muestra los pasos para elaborar el método SLP.



**Figura 2.** Pasos del método SLP [24]

### *Método análisis carga distancia*

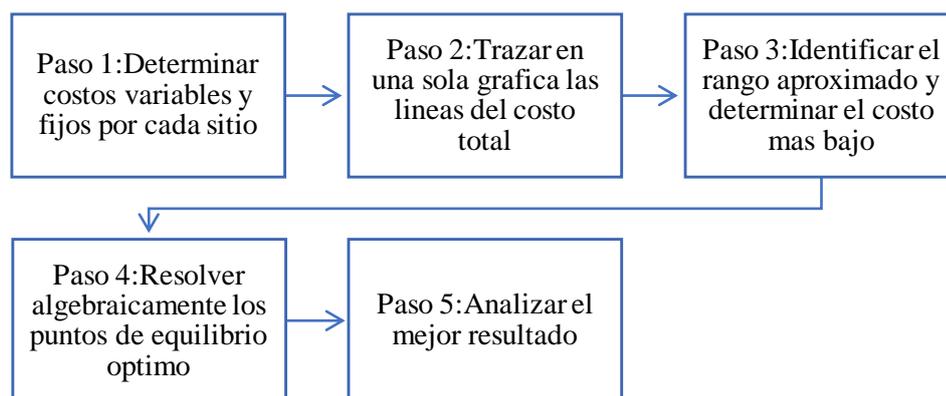
Mediante esta herramienta, se compara las alternativas de distribución de planta en términos de tiempo, de acuerdo con este análisis, se plantea una minimización del transporte de materiales o productos que intervienen en el proceso productivo [26]. La Figura 3, muestra los pasos para elaborar el análisis de carga distancia.



**Figura 3.** Método análisis carga distancia [26]

### *Método costo por manejo de materiales punto de equilibrio*

El análisis se realiza mediante el punto de equilibrio, donde, se compara todas las alternativas obtenidas de los factores cuantitativos que son expresados en términos del costo total [26], la cual define los rangos del costo de implementación. Figura 4, muestra los pasos del método de costo por manejo de materiales.



**Figura 4.** Método costo de manejo de materiales punto de equilibrio [26]

### Parámetros de selección de distribución de planta

A continuación, se muestra los tipos de redistribución de planta:

#### *Análisis de relaciones*

Son los parámetros requeridos a tomar en cuenta cuando se requiere establecer una interacción entre los espacios de trabajo, aquí se coloca los puntos de mayor a menor importancia. La Tabla 1, muestra los puntos sobre el manejo del flujo de relación.

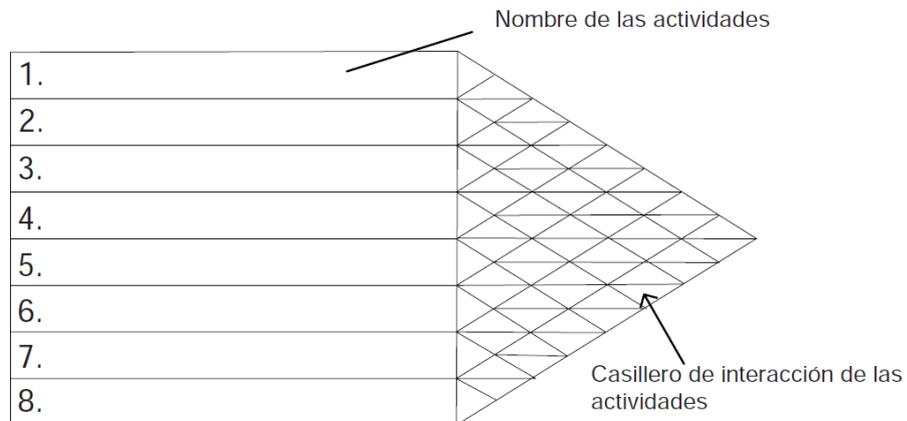
**Tabla 1.** Parámetros de análisis de relaciones

Fuente de información	Relación
Flujo de proceso	Secuencia entre los procesos existentes.
Análisis funcional	Dirección que toma el proceso durante la elaboración de un proceso.
Gestión de procesos	Interacción entre los diversos procesos existentes en la planta de producción.
Sistema de gestión ambiental	Parámetros del uso de principio las 4R.
Sistema de seguridad	Condiciones del espacio de trabajo adaptadas al operario.

#### *Tabla relacional*

Descripción grafica del grado de proximidad entre los procesos en función de cada sección de la planta. Este es un diagrama en forma de diagonal que permite evaluar los

puntos generados por la persona que emplea este método [27]. La Figura 5, muestra el modelo de tabla relacional.



**Figura 5.** Modelo de tabla relacional [27]

### *Código de proximidades*

Es la elaboración de pares ordenados en dependencia del manejo adecuado de toda la relevancia entre los procesos de una línea de producción, aquí se observa los puntos requeridos en base a la relación de un proceso determinado bajo el modelo en serie [28]. La Tabla 2, muestra la relevancia según el idioma internacional.

**Tabla 2.** Código de proximidades [28]

Código	Proximidad	Color	N. líneas
<b>A</b>	Absolutamente necesario	Rojo	4
<b>E</b>	Especialmente importante	Amarillo	3
<b>I</b>	Importante	Verde	2
<b>O</b>	Normal	Azul	1
<b>U</b>	Sin importancia	-	-
<b>X</b>	No deseable	Plomo	1 zigzag

### *Diagrama PERT*

Es la representación gráfica de los desplazamientos existentes de una planta de producción para identificar la ruta crítica o el conjunto de procesos esenciales para realizar una meta en común. La Figura 6, muestra un ejemplo del diagrama PERT [29].

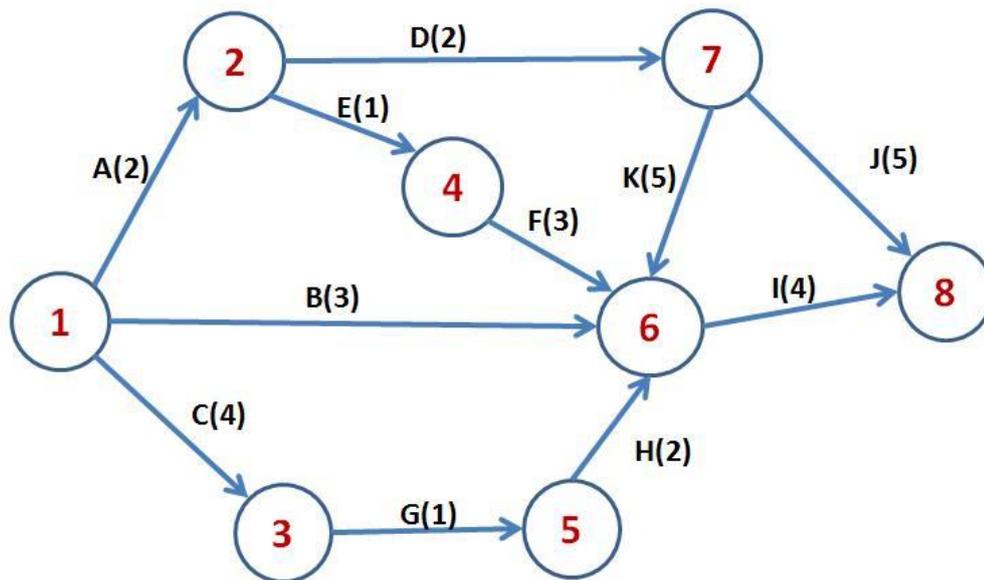


Figura 6. Ejemplo diagrama PERT [29]

### Simulación de manufactura

Es una herramienta que permite reproducir virtualmente los procesos y estudiar su comportamiento para analizar el impacto de las variables que puedan intervenir o para comparar diferentes alternativas de diseño sin el alto coste de los experimentos a escala real [30].

#### *Beneficios del modelo de simulación*

Dado que su alcance engloba los datos de producción de manufactura, el tamaño de la zona de reserva de trabajo en proceso, la secuencia de la carga, la entrega interna en planta y las operaciones de ensamble, los resultados previstos del comportamiento del sistema son muy precisos [31] y tiene los objetivos:

- Explorar diferentes alternativas.
- Optimizar los tiempos de producción.
- Aumentar la calidad y fiabilidad del diseño.
- Análisis de puntos críticos del proceso.
- Producción.
- Lay-out (disposición de medios).
- Análisis de la capacidad máxima de producción.

- Evaluar el diseño de instalaciones para adaptarse a la fabricación de nuevos modelos.
- Evitar costes extra al simular el proceso antes de instaurarlo.
- Visualización del proceso antes de la implantación.
- Facilidad de revisión, modificación y optimización de diseños en tiempo real.
- Reducir tiempos de implantación.

Los entornos virtuales que presenta la simulación de manufactura contribuyen al desarrollo de productividad [32], por lo cual, un software con mayor flexibilidad y más utilizados se conoce como FlexSim.

### *FlexSim*

Software de modelado dinámico y de análisis de simulaciones en entornos 3D que permite comprender y desarrollar mejoras de cualquier tipo de sistema para obtener datos históricos bajo escenarios como se muestra en la Figura 7 [33].

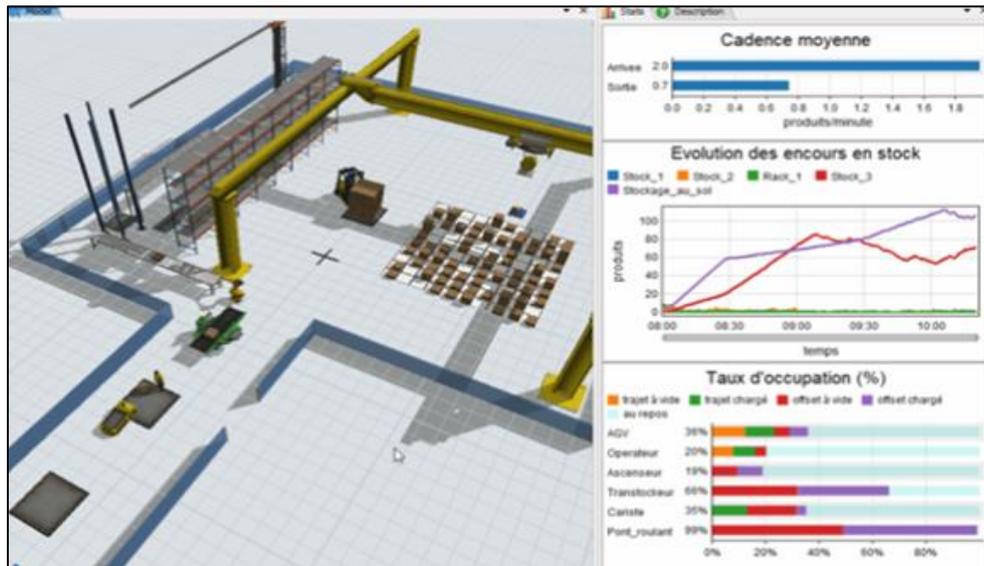


Figura 7. Entorno de simulación de FlexSim [33]

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una redistribución de instalaciones en el área de producción de la empresa LÁCTEOS AMILAC.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar la distribución actual de planta y el proceso de producción en la empresa LÁCTEOS AMILAC.
- Aplicar metodologías de distribución de instalaciones para el rediseño del área productiva.
- Validar la redistribución propuesta en un ambiente de simulación virtual.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales

La Tabla 3, muestra los materiales y programas empleados en el desarrollo del proyecto.

**Tabla 3.** Materiales empleados

Materiales	Figura	Descripción
Computadora		Dispositivo tecnológico que ayuda la transcripción y el desarrollo del proyecto.
Móvil		Componente para la toma de respaldos fotográficos y toma de tiempos vuelta a cero.
Microsoft Word		Programa que permite redactar y clasificar la información obtenida durante el desarrollo del proyecto.
Microsoft Excel		Software que nos ayuda al análisis y procesamiento de datos compilados.
Ficha de tiempos y movimientos		Documento para registrar las actividades y tiempos que se emplea en todo el proceso de la elaboración del yogurt.

**Tabla 3.** Materiales empleados (continuación)

Materiales	Figura	Descripción
Encuesta		Formato que recopila información descriptiva para apoyar al diagnóstico inicial.
Software AutoCAD 2016		Utilizado para el diseño del layout actual en 3D de la empresa y distribución.
Software FlexSim 2019		Interfaz utilizada para modelar, analizar y visualizar los procesos de la planta.

## 2.2 Métodos

A continuación, se detalla los métodos utilizados para el desarrollo del proyecto.

### 2.2.1 Modalidad de la investigación

#### Investigación cualitativa

Esta investigación fue utilizada en el capítulo 3, apartado 3.1 y 3.2 para delimitar los datos informativos de la empresa como medio de introducción, además, se presentó los datos de los procesos según la planificación estimada de la alta dirección para obtener información relevante durante el seguimiento del personal de producción.

#### Investigación cuantitativa

El presente proyecto de titulación contó con un enfoque cuantitativo porque en el capítulo 3 se recopiló información de la empresa dividida en 3 secciones: primero, en el apartado 3.1, se analizó las ventas anuales para obtener el producto de mayor demanda; segundo, en los apartados 3.2 – 3.5, se determinó el tiempo estándar de los

procesos involucrados de la línea de producción y; tercero, en los apartados 3.6 y 3.7, se estimó la mejora a partir de los datos introducidos en el software de simulación FlexSim. Con esta distribución del estudio se diseñó adecuadamente los cambios sobre la planta de producción.

### **Investigación bibliográfica documental**

Se utilizó en todos los apartados del capítulo 2 para recopilar información de estudios desarrollados sobre la industria de lácteos mediante fuentes primarias y secundarias como libros, artículos científicos, publicaciones, revistas, manuales, normativas vigentes y páginas web para fortalecer y ampliar conocimientos de los métodos aplicables y contribuir de forma técnica – científica al proyecto.

### **Investigación aplicada**

Se empleó la investigación aplicada como base de los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización para la solución del problema y mejorar la disposición física de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”.

### **Investigación de campo**

Se utilizó la investigación de campo en el apartado 3.1 bajo el método visitas técnicas en la empresa “LÁCTEOS AMILAC” para recopilar información real sobre el estado actual de la planta de producción, calificando las metodologías de trabajo para generar un método que mejore la distribución de la organización.

#### **2.2.2 Población y muestra**

La organización cuenta con un total de 3 personas distribuidas en 11 procesos, tomando como base al 100% de la población para el estudio.

A continuación, la Tabla 4, muestra el desglose de personal de la planta de producción.

**Tabla 4.** Distribución de personal de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”

<b>Ítem</b>	<b>Proceso</b>	<b>Personal</b>
1	Recepción de materia prima	1 colaborador
2	Estandarización o Descremación	
3	Pasteurización	

**Tabla 4.** Distribución de personal de la empresa “LÁCTEOS AMILAC” (continuación)

Ítem	Proceso	Personal
4	Enfriamiento	1 colaborador
5	Inoculación	
6	Incubación o Reposo	
7	Batido	
8	Saborizado	
9	Envasado	1 colaborador
10	Empacado	
11	Almacenamiento	

### 2.2.3 Recolección de información

Para recopilar la información se realizó un diagnóstico del estado de situación interna y posición de los procesos en la planta mediante el método de encuestas al personal y entrevista al gerente de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”. Se evaluó y filtró los datos mediante el levantamiento de procesos y la elaboración de diagramas de flujo de la planta.

Para el estudio de tiempos, la General Electric determinó una tabla que relaciona el número de observaciones a partir del tiempo preliminar que una empresa tarda en la elaboración de un producto, la Tabla 5, muestra las condiciones para elaborar de forma correcta el estudio.

**Tabla 5.** Toma de tiempos según la organización General Electric

General Electric	
Tiempo de ciclo (minutos)	Total, muestras para estudio
1.00	30
2.00	20
4-5	15
5-10	10
10-20	8
20-40	5

Se empleó metodologías de distribución de instalaciones para el nuevo diseño del área productiva; el layout y el diagrama de recorrido de la planta actual se elaboraron

mediante la técnica de vigilancia directa. Se desarrolló el estudio de tiempos y movimientos del proceso mediante el método de cronometraje vuelta a cero y observación directa utilizando diagramas de flujo, ensamble y cursogramas analíticos. Se aplicó técnicas de distribución de instalaciones como el método de carga distancia y metodología SLP mediante observación directa para obtener la distribución óptima de la planta. Por otro lado, se desarrolló propuestas de mejora en base a la técnica seleccionada haciendo uso del layout propuesto.

Se validó la redistribución propuesta, en un ambiente de simulación virtual obteniendo la alternativa de mayor eficiencia en la matriz de análisis de mejoras.

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

Para el procesamiento y análisis de datos recopilados, se empleó las siguientes actividades:

- Análisis de la información recopilada en la entrevista enfocada a los problemas que existe en la distribución actual de la planta mitigando los datos incompletos e innecesarios.
- Registro de información de procesos mediante el software de procesamiento de texto de Microsoft Word.
- Organización de información mediante el uso de fichas de levantamiento de procesos con el uso del software de Microsoft Excel y Microsoft Word representando los resultados del estudio de tiempos y movimientos.
- Representación de los resultados tabulados mediante el software Excel y el software de Simulación FlexSim.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

##### 3.1.1 Diagnóstico inicial

###### Reseña histórica

En el año 2017, tras la desintegración de una sociedad de 45 accionistas en la microempresa LIBERLAC CIA. LTDA., nace en marzo del mismo año, la empresa “LÁCTEOS AMILAC”, a cargo de los socios, Sr. Humberto Casa y el Sr. Carlos Chancusig, con el objetivo de continuar con el legado, en el barrio Pilacoto, parroquia Guaytacama, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi – Ecuador. “LÁCTEOS AMILAC”, es una microempresa que produce 500 litros de leche en dos días para las ciudades de Quito, Riobamba. En la actualidad “LÁCTEOS AMILAC” produce entre 500 a 700 litros de leche diarios para la elaboración de yogurt. Cuenta con tres trabajadores, 1 contador externo y 4 empleados de venta, su distribución principal se enfoca en el mercado de Quito, Ambato y Riobamba con planes de expansión a Machala, Guayaquil e Ibarra.

###### Datos de la empresa

La Tabla 66, muestra los datos informativos de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”.

**Tabla 6.** Datos de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”

<b>Razón social</b>	“LÁCTEOS AMILAC”	
<b>Socios</b>	Carlos Chancusig	Humberto Casa
<b>Sitio web</b>	<a href="https://www.facebook.com/groups/449293156051848">https://www.facebook.com/groups/449293156051848</a>	
<b>Contacto</b>	099 251 7894	
<b>Horario de atención</b>	7:00 am- 16:00 pm	
<b>Logo</b>		

### *Localización*

“LÁCTEOS AMILAC” está ubicado en la provincia de Cotopaxi, parroquia Guaytacama – barrio Pilacoto, a 12 Km al norte de Latacunga, a 5 min del paso desnivel de la piedra colorada, como se observa en la Figura 8 y la Figura 9, muestra la planta productiva.



**Figura 8.** Localización de “LÁCTEOS AMILAC”



**Figura 9.** Planta de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”

### **Filosofía empresarial**

#### *Misión*

Satisfacer las necesidades de sus consumidores, ofreciendo calidad en cada producto que se elabora a precios que se adapten al bolsillo del cliente. Brindando la mejor experiencia en relaciones laborales, comerciales con nuestros proveedores y distribuidores.

### *Visión*

“LÁCTEOS AMILAC” tiene la visión de crecer como empresa y resaltar por la calidad, manteniendo un enfoque en el servicio de todos los consumidores y apoyo a la sociedad.

### *Valores*

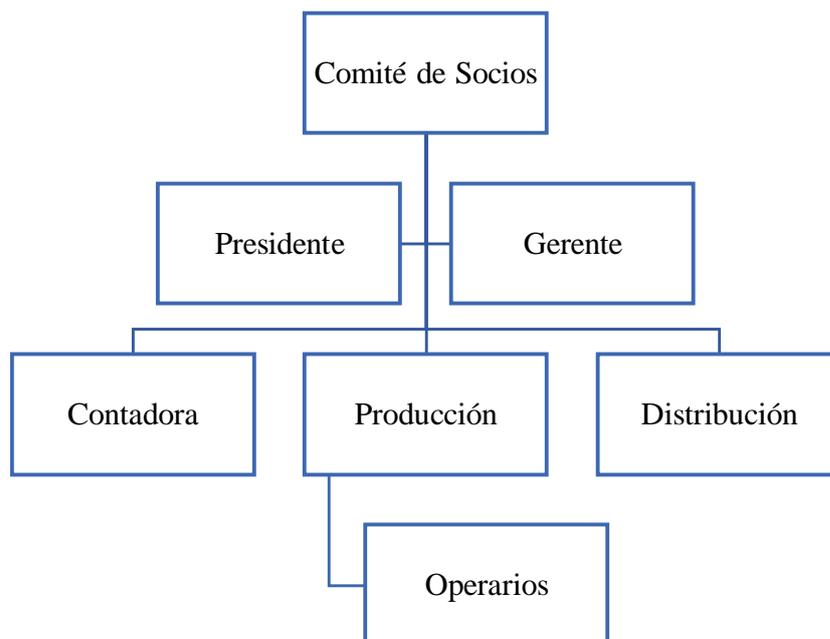
Igualdad, sencillez, respeto, calidad, trabajo en equipo, compromiso social.

### *Objetivos*

- ✓ Elaborar productos derivados de la leche con la finalidad de obtener mercancía de calidad y a su vez que cubran los requerimientos del mercado.
- ✓ Proporcionar fuentes de empleo, ofreciendo confianza y apoyo al personal.
- ✓ Mejorar el volumen de producción en cuanto a calidad.

### *Estructura organizacional*

A continuación, la Figura 10, muestra la estructura organizacional, los roles, actividades y toma de decisiones de los colaboradores de la empresa “LÁCTEOS AMILAC” según su nivel jerárquico.



**Figura 10.** Estructura organizacional de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”

### 3.1.2 Gestión por procesos

De conformidad con base en el mapa de procesos, se definió la clasificación de todos los procesos que se involucran en la planta de producción para elaborar los productos que oferta la empresa.

#### *Procesos estratégicos*

Los procesos estratégicos que direccionan la empresa según los puntos clave sobre el mercado potencial. La Tabla 7, muestra la distribución de los procesos estratégicos con los que cuenta la planta de producción.

**Tabla 7.** Procesos estratégicos

<b>Área de la planta</b>	<b>Procesos</b>
Mercados y clientes	Administración de mercado basado en las necesidades del cliente.
	Toma de decisiones frente a cambios del mercado.
Gestión humana	Distribución de actividades para los operarios.
	Manejo de datos de seguimiento a operarios.

#### *Procesos de apoyo*

Los procesos de apoyo complementan a la planta de producción para mantener en constante producción a la misma. La Tabla 9, muestra los procesos de apoyo con los que cuenta la planta de producción.

**Tabla 8.** Procesos de apoyo

<b>Área de la planta</b>	<b>Procesos</b>
Gestión de mantenimiento	Mantenimiento preventivo
	Mantenimiento correctivo
Gestión contable	Control de inventario
	Declaraciones
Gestión de insumos	Control de ventas
	Control de equipos materiales

### *Procesos operativos*

Los procesos operativos gestionan la distribución adecuada de recursos para obtener el producto ofertado. La Tabla 8, muestra los procesos operativos con los que cuenta la planta de producción.

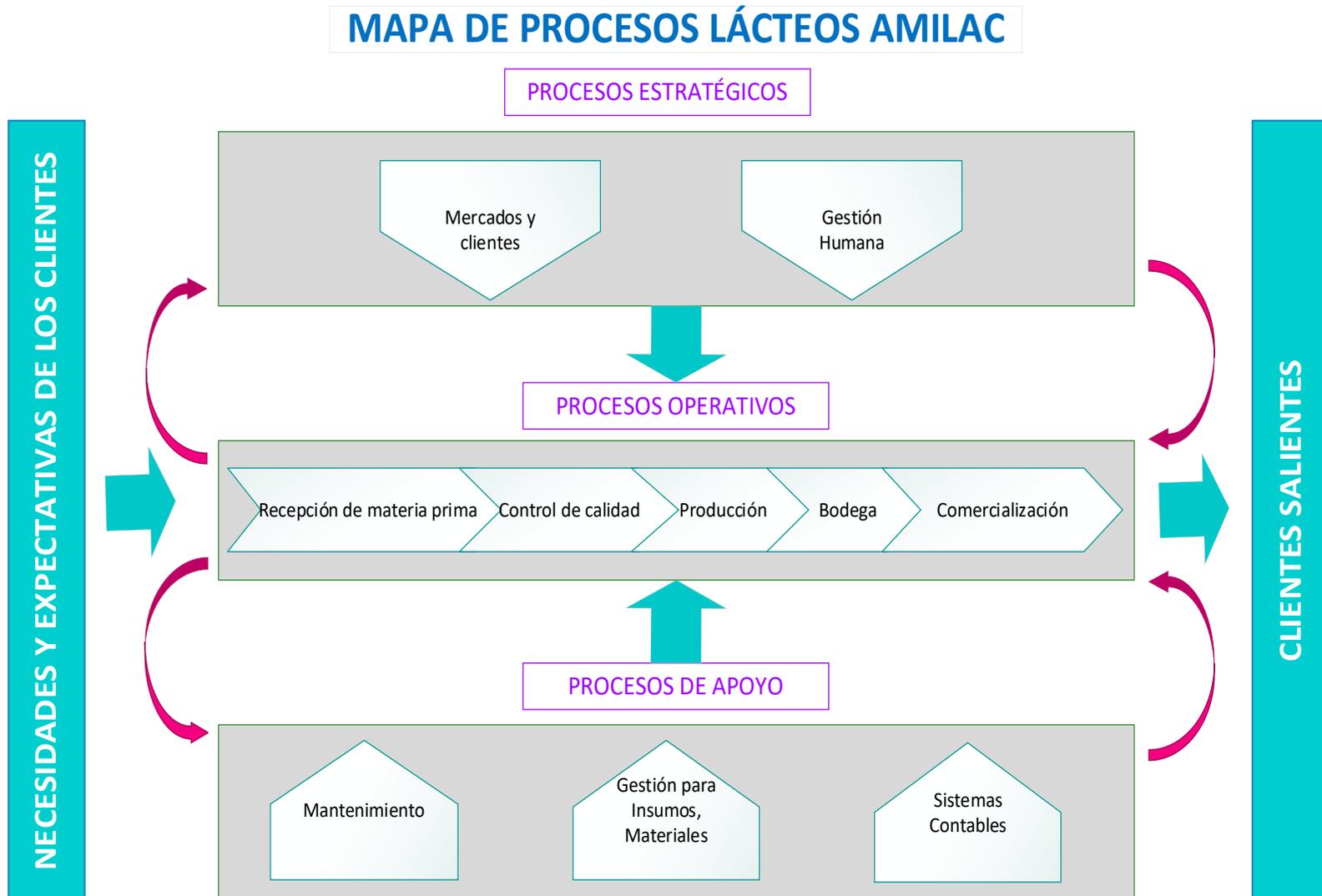
**Tabla 9.** Procesos operativos

<b>Área de la planta</b>	<b>Procesos</b>
Recepción de materia prima	Pedido de materia prima
	Logística de cadena de suministro
Control de calidad	Control de acidez
	Control de producto final
Producción	Estandarización o Descremación
	Pasteurización
	Enfriamiento
	Inoculación
	Incubación o reposo
	Batido
	Saborizado
	Envasado
Bodega	Almacenamiento de producto terminado
Comercialización	Distribución de productos

Sectorizar los procesos dentro de la planta de producción mejora notablemente la adecuación de las actividades requeridas de cada espacio de trabajo para elaborar el producto con una distribución en cadena constante durante el tiempo. El empleo de los recursos de forma óptima durante una jornada de trabajo hace que la empresa se mantenga en el mercado de forma estable mejorando las consideraciones tomadas por el cliente y satisfaciendo sus necesidades.

### **Mapa de procesos**

La Figura 11, muestra los procesos estratégicos, operativos y de apoyo presentes en la planta de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”.



**Figura 11.** Mapa de procesos de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”

## Productos que ofrece “LÁCTEOS AMILAC”

La Tabla 10, muestra las presentaciones y sabores de Yogurt que oferta la empresa “LÁCTEOS AMILAC”. La Figura 12, muestra los productos ofertados.

**Tabla 10.** Tamaños y sabores de productos ofertados

Presentación	Sabores
Yogurt de 100 ml	Fresa
Yogurt de 180 ml	Mora
Yogurt de 250 ml	Durazno
Yogurt de 500 ml	Guanábana
Yogurt de 1000 ml	Coco
Yogurt de 2000 ml	
Yogurt de 4000 ml	



**Figura 12.** Productos en diversas presentaciones que ofrece “LÁCTEOS AMILAC”

## Proceso productivo

De acuerdo con los datos obtenidos por parte del gerente, la Figura 13, muestra el diagrama de flujo del proceso productivo para la elaboración del yogurt.

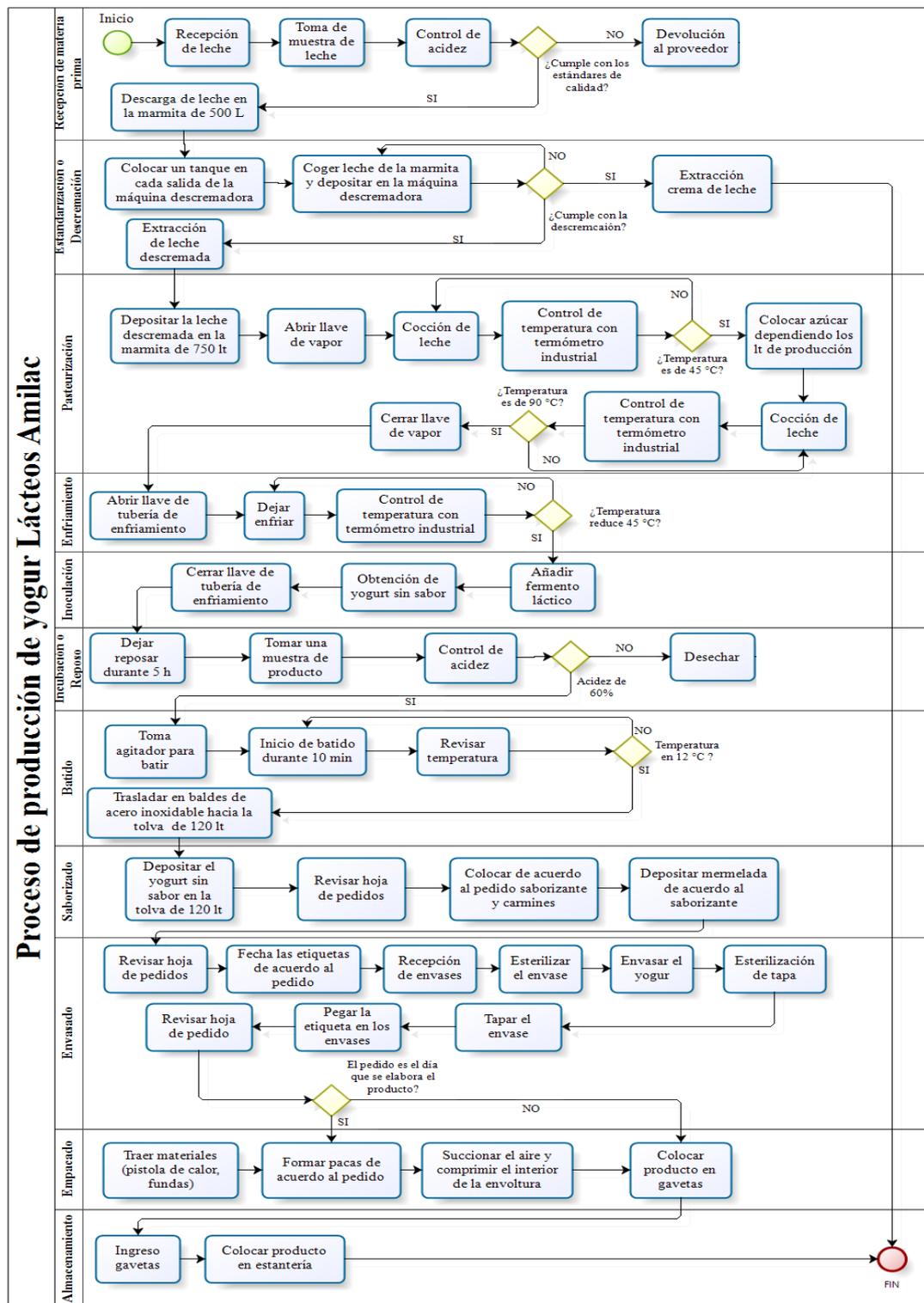


Figura 13. Proceso de producción para la elaboración del yogur “LÁCTEOS AMILAC”

### Actividades del proceso productivo

El proceso productivo de la empresa “LÁCTEOS AMILAC” cuenta con 11 procesos, la Tabla 11, muestra la descripción de la línea de producción.

**Tabla 11.** Descripción de las actividades que se involucran en el proceso productivo

		<p align="center"><b>PROCESOS PRODUCTIVOS</b> <b>“LÁCTEOS AMILAC”</b></p>
Ítem	Proceso	
<b>Recepción de materia prima</b>		
1	Descripción del proceso	<p>En esta fase fundamental el operario comprueba el grado de agentes químicos presentes en la leche. A continuación, se toma 10 ml de muestra para hacer un control de acidez. Si la materia prima escala los estándares de calidad (la muestra debe tornarse rosada y tener una acidez de 16° a 17° Dornin) se descarga en la marmita de 500 lts.</p>
	Figura	
<b>Estandarización o Descremación</b>		
2	Descripción del proceso	<p>Una vez que la materia prima está en la marmita de 500 lts. se coloca en cada salida de la máquina descremadora un tanque de acero inoxidable de 40 lts. luego, se deposita la leche para obtener crema de leche y descremada.</p>

**Tabla 11.** Descripción de las actividades que se involucran en el proceso productivo (Continuación)

		<p align="center"><b>PROCESOS PRODUCTIVOS</b> <b>“LÁCTEOS AMILAC”</b></p>	
Ítem	Proceso		
	Figura		
<b>Pasteurización</b>			
3	Descripción del proceso	<p>En este proceso se deposita toda la leche descremada en la marmita de 750 lts. y se abre la llave de vapor para la cocción, una vez transcurrido un tiempo de 25 minutos, se realiza el control de temperatura (estándar de 45°C) con un termómetro industrial para azúcar en base al tamaño de producción.</p> <p>Después de 1h transcurrida, se realiza un segundo control de temperatura y, una vez alcanzados los 90°C, se cierra la llave de vapor.</p>	
	Figura		

**Tabla 11.** Descripción de las actividades que se involucran en el proceso productivo (Continuación)

		<p align="center"><b>PROCESOS PRODUCTIVOS</b> <b>“LÁCTEOS AMILAC”</b></p>
Ítem	Proceso	
<b>Enfriamiento</b>		
	Descripción del proceso	En este proceso se abre la llave de la tubería de enfriamiento, donde, el agua fluye por las paredes de la marmita durante un tiempo no mayor a 10 minutos hasta obtener una temperatura de 45°C.
4	Figura	
<b>Inoculación</b>		
	Descripción del proceso	Una vez que la marmita llega al punto de 45°C, se añade el fermento láctico hasta obtener yogurt sin sabor, en este punto se cierra la llave de la tubería de enfriamiento.
5	Figura	

**Tabla 11.** Descripción de las actividades que se involucran en el proceso productivo (Continuación)

		<b>PROCESOS PRODUCTIVOS</b> <b>“LÁCTEOS AMILAC”</b>
Ítem	Proceso	
<b>Incubación o Reposo</b>		
6	Descripción del proceso	El yogurt reposa durante 5 horas, después, se extrae una muestra para realizar el control de acidez (estándar entre 50 a 55° D).
	Figura	
<b>Batido</b>		
7	Descripción del proceso	Con un agitador se realiza el proceso manual de batido durante 10 minutos para reducir la temperatura a un promedio de 12°C.
	Figura	

**Tabla 11.** Descripción de las actividades que se involucran en el proceso productivo (Continuación)

		<b>PROCESOS PRODUCTIVOS</b> <b>“LÁCTEOS AMILAC”</b>
Ítem	Proceso	
<b>Saborizado</b>		
8	<p>Descripción del proceso</p>	<p>Una vez listo el yogurt sin sabor, en una tolva de 120 lts. se añade el saborizante y carmines (colorante), posteriormente, se deposita la mermelada de acuerdo al saborizante.</p>
8	<p>Figura</p>	
<b>Envasado</b>		
9	<p>Descripción del proceso</p>	<p>Se coloca la fecha en las etiquetas según el pedido y se añade el yogurt en el envase esterilizado adecuado para sellar con una tapa esterilizada y se coloca las etiquetas finales.</p>
9	<p>Figura</p>	

**Tabla 11.** Descripción de las actividades que se involucran en el proceso productivo (Continuación)

		<b>PROCESOS PRODUCTIVOS</b> <b>“LÁCTEOS AMILAC”</b>
Ítem	Proceso	
<b>Empacado</b>		
	Descripción del proceso	En este proceso se revisa la hoja de lote de pedidos y si la fecha de entrega. Se hace pacas con la ayuda de una funda y pistola de calor. La pistola succiona el aire comprimido que tiene dentro de la envoltura para organizar a colocar las pacas en gavetas.
10	Figura	
<b>Almacenamiento</b>		
	Descripción del proceso	Una vez ingresadas las gavetas, se ubica la producción en estanterías para su almacenamiento final.
11	Figura	

### *Recursos por proceso*

Para determinar los recursos que intervienen en el proceso, el anexo 6, muestra la recolección de información sobre la maquinaria requerida para cada etapa y, la Tabla 12, muestra la distribución de los mismos en la elaboración del yogurt.

**Tabla 12.** Recursos de la línea de producción

<b>RECURSOS POR PROCESO</b>			
<b>N</b>	<b>Proceso</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Máquinas</b>
1	Recepción de materia prima	Operario 001	Tolva de materia prima
2	Estandarización o Descremación		Descremadora de leche
3	Pasteurización		Marmita
4	Enfriamiento		
5	Inoculación		
6	Incubación o reposo	Operario 002	Marmita
7	Batido		
8	Saborizado		
9	Envasado	Operario 003	Tolva
10	Empacado		Selladora de envases
11	Almacenamiento		

### **Descripción de la planta de producción (layout general)**

A continuación, la Figura 14, muestra las áreas de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”. Esta distribución es empírica y basada en las necesidades iniciales de la empresa.

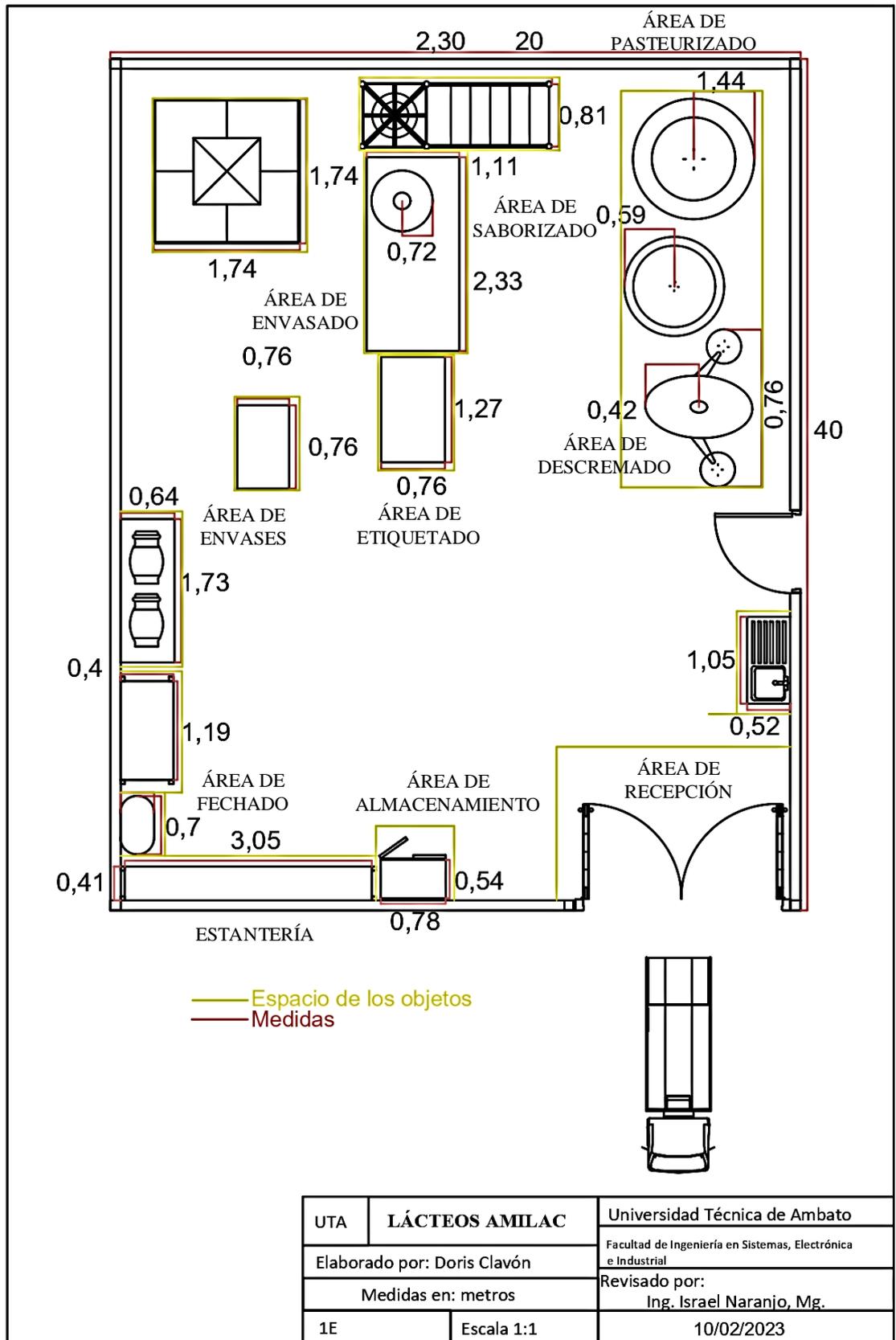


Figura 14. Layout general de la planta de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”

## **Entrevista sobre el estado de la situación inicial**

En este punto se muestra el análisis de la entrevista que se empleó al gerente (véase anexo 1), muestra la información obtenida con el fin de entender el estado de situación inicial de la planta de producción.

De acuerdo con la entrevista dirigida hacia el gerente, la planta de producción cuenta con 3 operarios que elaboran 11 procesos, existe un control de calidad obligatorio para el control de la materia prima y el producto casi terminado en el que se requiere conocer el grado de acidez. El único producto que la empresa "LÁCTEOS AMILAC" es el yogurt en distintas presentaciones y sabores, los lotes de producción que ingresan no cubren al 100% la planificación de lotes de pedido requeridos semanalmente.

Los procesos empleados en la fabricación son en su mayoría manuales y artesanales, la planta no cuenta con equipo y maquinaria adecuado a la totalidad de las operaciones. Por otro lado, la planta fue construida y distribuida en base a la experiencia y conocimiento de los fundadores, ocasionando traslados improductivos y una baja optimización de espacios de trabajo.

### *Análisis de la situación actual mediante Ishikawa*

La Figura 15, muestra las causas del deficiente manejo del espacio de trabajo, que, hacen imposible cubrir con la capacidad de producción diseñada.

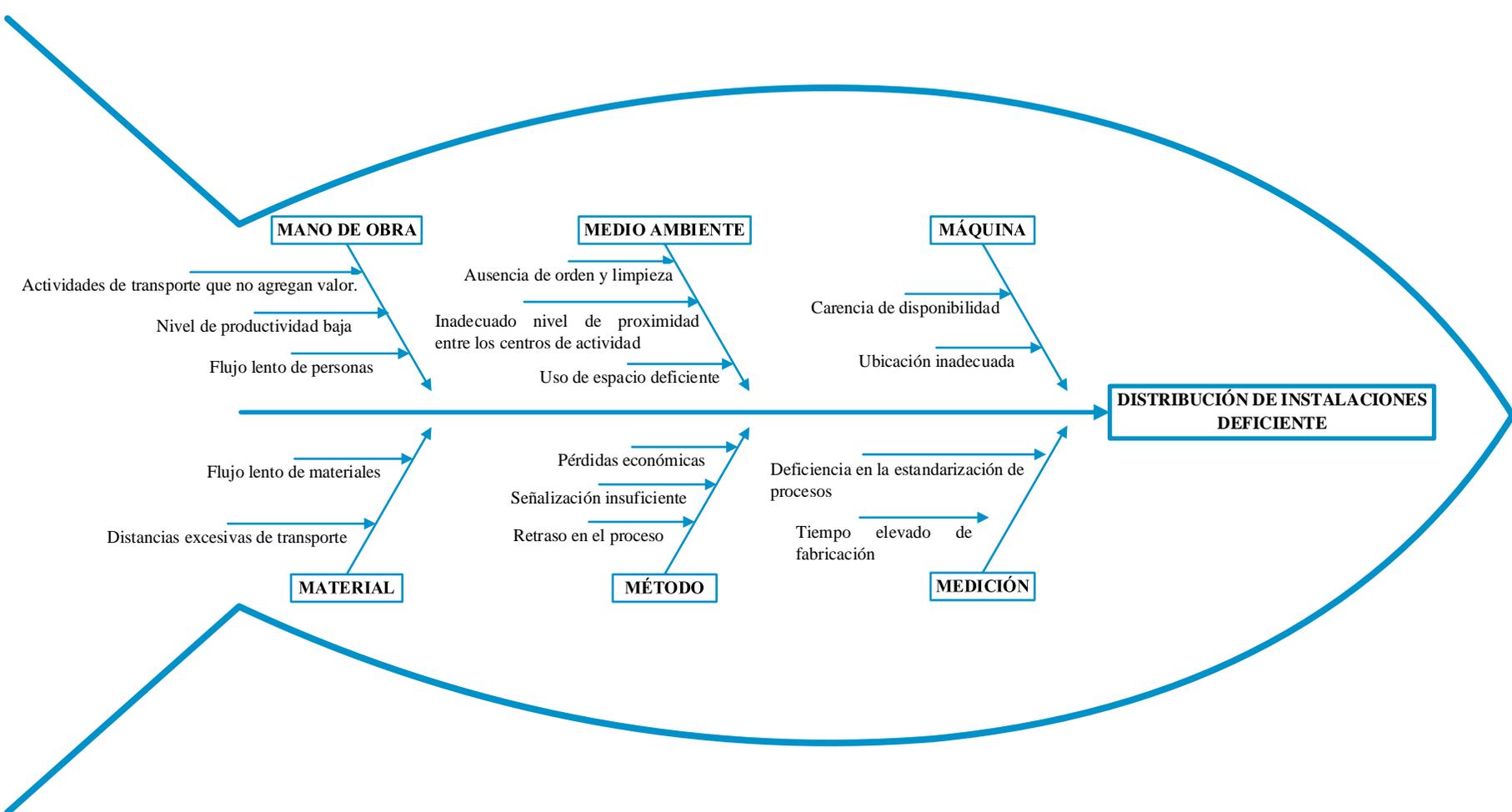


Figura 15. Análisis de la situación actual de la planta en el área de producción

### 3.1.3 Análisis del método de producción actual de la empresa

#### Estudio de tiempos

Para elaborar un adecuado estudio de tiempos, fue necesario obtener datos previos, se estableció el manejo de la tabla General Electric como metodología de trabajo.

#### *Selección de método de toma de observaciones*

Para el desarrollo adecuado del trabajo de investigación, el método empleado para la toma de muestras es vuelta a cero, se emplea para un lote de producción, donde, se observa los tiempos por proceso.

#### *Calificación a operarios de trabajo*

El operario de trabajo elabora las actividades de forma moderada, la Tabla 13, muestra el factor de desempeño resumen del anexo 3 y los suplementos resumen del anexo 4.

**Tabla 13.** Tabla de calificación a los operarios de trabajo

<b>Operario</b>	<b>Actividades</b>	<b>Factor de desempeño (%)</b>	<b>Suplementos (%)</b>
Operario 01	8	1,08	0,20
Operario 02	12	0,99	0,19
Operario 03	14	1,01	0,19

#### *Estudio preliminar de tiempos*

Para obtener el número de observaciones, se realizó un registro preliminar de tiempos estimados tomando una muestra de 5 observaciones, (véase los anexos 7 – 17) de los procesos para elaborar 500 litros de yogurt. Tomando en cuenta los criterios de General Electric, para cada proceso, la Tabla 14, muestra el resumen del total de toma de muestras.

**Tabla 14.** Tabla resumen de tiempos preliminar observado

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”		
<b>Elaborado por:</b>	Doris Fernanda Clavón Taipe	
<b>Fecha de investigación:</b>	29/10/22	
<b>Producto:</b>	Lote de 500 litros	
<b>Ítem</b>	<b>Proceso</b>	<b>Tiempo preliminar observado para un lote (min/lote)</b>
1	Recepción de materia prima	64,54
2	Estandarización o Descremación	146,29
3	Pasteurización	127,25
4	Enfriamiento	87,21
5	Inoculación	9,04
6	Incubación o reposo	90,84
7	Batido	26,18
8	Saborizado	16,58
9	Envasado	40,43
10	Empacado	12,03
11	Almacenamiento	8,81
<b>Tiempo de ciclo</b>		<b>629,20</b>

### Análisis

Actualmente, para la elaboración de un lote de 500 lts. cada 2 días, se requiere de un tiempo de 629,20 minutos/lote y, el tiempo de ciclo para elaborar una unidad es de 2,52 minutos/producto. La General Electric (véase Tabla 5), determina que el número de observaciones requerido para el estudio de tiempos es de 15 muestras.

### Toma de tiempos

A continuación, la Tabla 15, muestra el resumen del estudio de tiempos y movimientos obtenido de la planta de producción como producto de los datos recolectados (véase los anexos 18 – 28).

Tabla 15. Tabla resumen del estudio de tiempos y movimientos

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”		
<b>Elaborado por:</b>	Doris Fernanda Clavón Taipe	
<b>Fecha de investigación:</b>	29/10/22	
<b>Producto</b>	Lote de 500 litros	
<b>Ítem</b>	<b>Proceso</b>	<b>Tiempo estándar del lote (min/lote)</b>
1	Recepción de materia prima	67,91
2	Estandarización o descremación	187,41
3	Pasteurización	161,46
4	Enfriamiento	102,71
5	Inoculación	10,60
6	Incubación o reposo	106,70
7	Batido	22,35
8	Saborizado	19,05
9	Envasado	41,97
10	Empacado	14,68
11	Almacenamiento	10,94
<b>Tiempo de ciclo</b>		<b>745,78</b>

### Análisis

El tiempo que se requiere para elaborar un lote de 500 litros es de 745,78 min/lote que se distribuyen en un tiempo de: 67,91 min/lote para la recepción de materia prima; 187,41 min/lote para la estandarización o descremación; 161,46 min/lote para la pasteurización; 102,71 min/lote para el enfriamiento; 10,60 min/lote para la inoculación; 106,70 min/lote para el enfriamiento; 22,35 min/lote para el batido; 19,05 min/lote para el saborizado; 10,94 min/lote para el empacado y; 10,94 min/lote para el almacenamiento.

### *Cursograma analítico*

La Tabla 16, muestra el cursograma analítico de los procesos que se involucran en la línea de producción para la elaboración del yogurt.

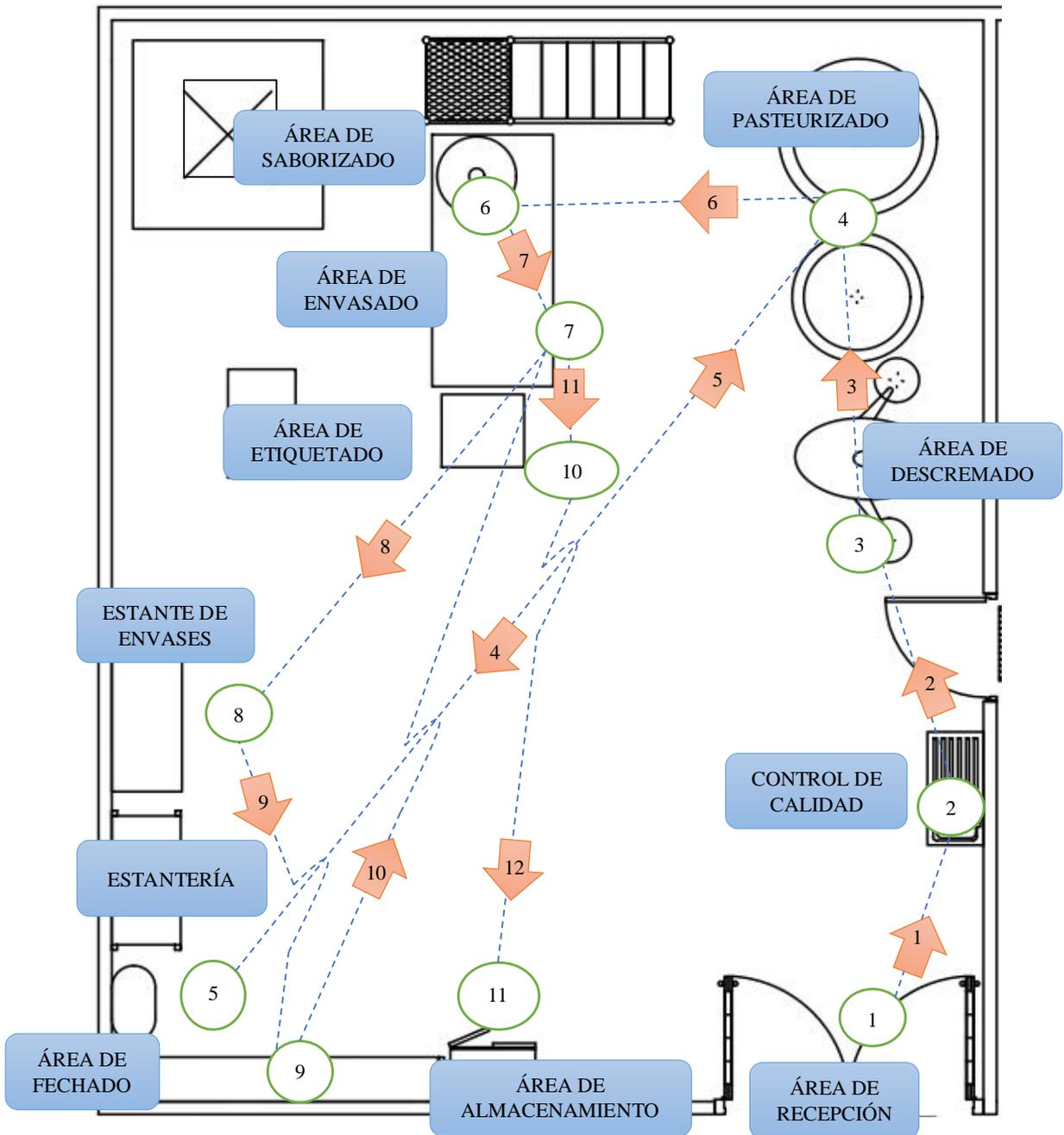
Tabla 16. Cursograma analítico actual "LÁCTEOS AMILAC"

		<b>"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"</b>							
Cursograma Analítico Actual									
<b>Empresa:</b>	"LÁCTEOS AMILAC"	<b>Método:</b>	Actual	<b>Hoja:</b>	1 de 1				
<b>Producto:</b>	Lote de 500 litros	<b>Realizado por:</b>	Doris Clavón	<b>Diagrama:</b>	1				
<b>Departamento:</b>	Producción	<b>Aprobado por:</b>	Ing. Israel Naranjo	<b>Fecha:</b>	16/11/2022				
<b>Área:</b>	Planta de producción	<b>Operarios:</b>	Personal de producción	<b>Aprobación:</b>	29/11/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N.	Descripción			○	⇒	□	D	▽	
1	Recepción de leche		5,61	○					
2	Toma de muestra de leche		5,37	○					Se realiza un control de calidad sobre el nivel de la presencia de acidez y otros agentes nocivos.
3	Desplazarse al área de control de calidad	0,80	0,07		⇒				
4	Control de acidez		9,11			□			
5	Descarga de leche en la marmita de 500 lts.		32,24	○					
6	Colocar un tanque en cada salida de la máquina descremadora		5,98	○					La materia prima debe entrar a la línea de producción.
7	Tomar leche de la marmita y depositar en la máquina descremadora	1,00	2,66		⇒				
8	Extracción de leche descremada		135,55	○					
9	Desplazarse a la marmita de 750 ml	2,20	0,42		⇒				
10	Depositara la leche descremada en la marmita de 750 lts.		3,36	○					
11	Abrir llave de vapor		1,65	○					Se requiere calentar la materia prima, para eliminar agentes externos.
12	Cocción de leche 85°C		104,31	○					
13	Desplazarse al estante de herramientas	3,84	2,68		⇒				
14	Recoger las herramientas		2,61			□			
15	Desplazar las herramientas al área de pasteurizado	3,84	2,68		⇒				
16	Medir temperatura con termómetro industrial		2,93	○					
17	Colocar azúcar		2,88	○					
18	Cerrar llave de vapor		1,57	○					
19	Abrir llave de tubería de enfriamiento		1,81			□			Se regresa a condiciones iniciales.
20	Dejar enfriar hasta 45°C		83,45	○					
21	Medir temperatura con termómetro industrial		1,92	○					Prueba de control de calidad.
22	Añadir fermento láctico		5,82	○					
23	Cerrar llave de tubería de enfriamiento		3,18	○					
24	Dejar reposar		82,51	○					Se debe dejar reposar, para no alterar las propiedades de la materia prima.
25	Tomar una muestra de producto		1,61	○					Prueba de control de calidad.
26	Control de acidez		6,45			□			

27	Tomar agitador		1,78	●					
28	Inicio de batido		8,44	●					
29	Revisar temperatura		3,14			■			Prueba de control de calidad.
30	Llenar en baldes de acero inoxidable		5,30	●					
31	Desplazar los baldes al área de la tolva de 120 lts.	2,00	0,31		➔				
32	Verter el yogurt sin sabor en la tolva de 120 lts.		5,30	●					
33	Revisar hoja de pedidos		1,84	●					Se observa los detalles del pedido del cliente.
34	Colocar saborizante y carmines		3,14	●					
35	Añadir mermelada		5,14	●					
36	Desplazarte al área de envasado	4,00	0,75		➔				
37	Revisar hoja de pedidos		1,93	●					
38	Desplazarse al área de envases	2,04	2,99		➔				
39	Colocar envases en gavetas		4,38	●					
40	Desplazarse al área de fechado	1,00	0,45		➔				
41	Fechar las etiquetas de acuerdo al pedido		2,81	●					Se colocan sobre la mesa previo ingreso.
42	Desplazarse al área de envasado	3,04	15,49		➔				
43	Esterilizar el envase		0,94			■			Se elimina los agentes nocivos para mantener el máximo nivel de control de calidad.
44	Envasar el yogurt		1,65	●					
45	Esterilización de tapa		1,05			■			Se elimina los agentes nocivos para mantener el máximo nivel de control de calidad.
46	Tapar el envase		0,90	●					
47	Desplazarse al área de etiquetado	0,80	0,93		➔				
48	Pegar la etiqueta en los envases		1,90	●					
49	Revisar hoja de pedido		1,18	●					
50	Formar pacas de acuerdo al pedido		5,75	●					
51	Succionar el aire y comprimir el interior de la envoltura		0,89	●					Evitar el exceso de aire que modifique las propiedades del producto.
52	Colocar producto en gavetas		4,36	●					
53	Ingreso de gavetas		0,90	●					
54	Traslado al área de almacenaje	4,76	8,20		➔				
Resumen									
Actividad		Actual	Propuesta	Tiempo (min/lote)		745,78			
Operación	●	35	0	Distancia (m)		29,32			
Transporte	➔	12	0	Observaciones generales					
Inspección	■	7	0	El proceso requiere de actividades de control de calidad, los operarios miden y regulan las condiciones de la materia prima para mantener las ordenanzas mínimas de los agentes de control sobre la producción de productos de consumo primario.					
Demora	⬇	0	0						
Almacenaje	▼	0	0						
TOTAL		54	0						

*Diagrama de recorrido*

La Figura 16, muestra el diagrama de recorrido de las áreas de la línea de producción para la elaboración del yogurt.



**Figura 16.** Diagrama de recorrido

A continuación, la Tabla 17, muestra los recorridos de la Figura 16, sobre el diagrama de recorrido.

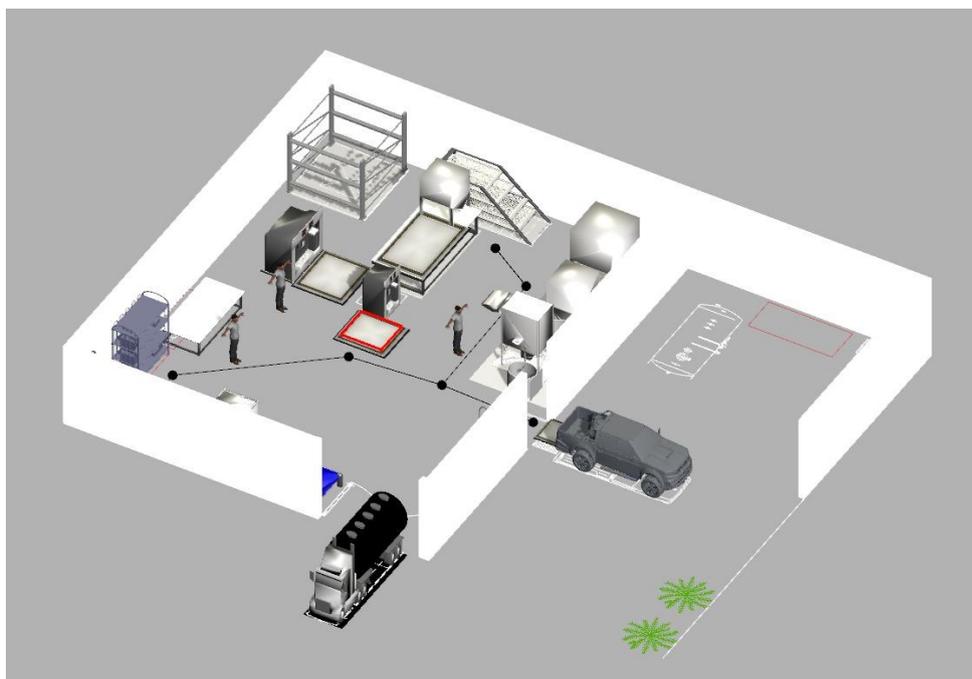
Tabla 17. Resumen del diagrama de recorrido

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”		
<b>Elaborado por:</b>		Doris Fernanda Clavón Taipe		
<b>Fecha de investigación:</b>		29/11/22		
<b>Producto</b>		Lote de 500 litros		
Distancia (m)	Símbolo	Operación		
	1	Recepción de materia prima		
0,80	1	Desplazamiento a control de calidad		
	2	Control de calidad		
1,00	2	Desplazamiento a descremado		
	3	Descremado		
2,20	3	Desplazamiento a pasteurizado		
	4	Pasteurizado		
3,84	4	Desplazamiento a estantería		
	5	Estantería de herramientas		
3,84	5	Desplazamiento a pasteurizado		
	4	Pasteurizado		
2,00	6	Desplazamiento a saborizado		
	6	Saborizado		
4,00	7	Desplazamiento a envasado		
	7	Envasado		
2,04	8	Desplazamiento a estante de envases		
	8	Estante de envases		
1,00	9	Desplazamiento a fechado		

Distancia (m)	Símbolo	Operación
	9	Finalizado
3,04	10	Desplazamiento a envasado
	7	Envasado
0,80	11	Desplazamiento a etiquetado
	10	Etiquetado
4,76	12	Desplazamiento a almacenaje
	11	Almacenaje
<b>Distancia recorrida:</b>		29,32 metros

*Simulación de la situación actual en software FlexSim*

Una vez elaborado el diagrama de recorrido, fue necesario plantear la distribución en el software FlexSim, donde, una vez introducidos los datos de las áreas que conforman la línea de producción, el software se encarga de determinar las salidas producidas, con los tiempos establecidos, la Figura 17, muestra la simulación en el software FlexSim.



**Figura 17.** Planta de producción en software FlexSim

La simulación, muestra las máquinas y equipos requeridos para elaborar el lote diario de 500 lts., independientemente de la distribución de presentaciones, el gerente requiere que el personal realice el máximo de capacidad diseñada, para evitar gastos por distribución de recursos. En la simulación se observa los nodos con los puntos en los cuales los operarios realizan los recorridos, esto delimita todos los puntos sobre el que los objetos, se desplazan para elaborar cada proceso, hasta obtener el producto final, al segundo día de trabajo. En esta parte de la simulación, se observa ciertas zonas mal adecuadas y la falta de salida de objetos que son innecesarios debido a que no tienen influencia sobre la elaboración del producto terminado.

#### *Capacidad de producción teórica*

La capacidad teórica de la planta, determina el número de unidades que salen en una jornada de trabajo, para el caso de estudio, se determina un tiempo de dos días para la elaboración de un lote de pedido. A continuación, la Ecuación (1), muestra el cálculo de las horas efectivas para una semana de trabajo.

$$\text{Horas efectivas a la semana} = \#Empleado1 * jornada * días de trabajo \quad (1)$$

$$\text{Horas efectivas a la semana} = 8 \text{ horas} * 5 \text{ días} * 1 \text{ empleado}$$

$$\text{Horas efectivas a la semana} = 40 \text{ horas a la semana}$$

La Ecuación (2), muestra el tiempo estándar en horas de trabajo.

$$\text{Tiempo estándar en horas} = \frac{\text{Lote de 500 litros}}{\text{Minutos empleados}} * 1 \text{ hora} \quad (2)$$

$$\text{Tiempo estándar en horas} = \frac{745,78 \text{ minutos por lote de 500 litros}}{60 \text{ minutos}} * 1 \text{ hora}$$

$$\text{Tiempo estándar en horas} = 12,42 \text{ horas por lote de 500 litros}$$

La Ecuación (3), muestra el cálculo de la capacidad de producción para un lote de 500 litros durante una semana de trabajo.

$$Cp_{semanal} = \frac{\text{Horas efectivas a la semana}}{\text{Tiempo estandar del lote de 500 litros}} \quad (3)$$

$$Cp_{semanal} = \frac{40 \text{ horas}}{12,42 \text{ horas por lote de 500 litros}}$$

$$Cp_{semanal} = 4,27 \text{ lotes de 500 litros por semana}$$

La Ecuación (4), muestra la capacidad de producción para un mes.

$$Cp_{semanal} = Cp_{semanal} * \text{semanas al mes} \quad (4)$$

$$Cp_{semanal} = 4,27 \frac{\text{lotes de 500 litros}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}}$$

$$Cp_{semanal} = 17,08 \text{ lotes de 500 litros al mes}$$

La ecuación (5), muestra la cantidad de litros que se producen al mes.

$$Cp_{mensual} = 17,08 \frac{\text{lotes de 500 litros}}{\text{mes}} * 500 \text{ litros} \quad (5)$$

$$Cp_{mensual} = 8540 \text{ litros al mes}$$

#### Análisis

Durante la primera jornada de trabajo para elaborar el lote de 500 lts., se termina con el proceso de estandarización; en total, la empresa requiere de 12,42 horas para elaborar un lote de 500 lts., lo que equivale a un poco más de una jornada de trabajo; bajo los cálculos teóricos, la empresa realiza 8540 lts. al mes, esta estimación es la aproximada al valor de la demanda mensual. Este tiempo no considera el traslapado de procesos, por lo tanto, se puede acercar al valor real de la empresa.

#### *Capacidad de producción de la simulación*

Mediante la elaboración de la planta de producción en el software de simulación FlexSim (véase anexo 29), donde, se toma la referencia del segundo día de trabajo, por el método de trabajo según un lote de pedido de 500 lts. mínimos a producir, la Tabla 18, muestra el tiempo estándar de producción actual de la planta bajo, extraído de la simulación.

**Tabla 18.** Tiempo estándar actual del primer día de trabajo

Staytime	
Object	Average
_1_Recepción de materia prima	41.00
_1_1_Inspección de MP	29.54
_2_Estandarización o Descremación	173.47
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	0.00
_8_Saborizado	0.00
_9_Envasado	0.00
_10_Empacado	0.00
_11_Almacenamiento	0.00

Content	
Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.00
_1_1_Inspección de MP	0.00
_2_Estandarización o Descremación	0.00
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00
_8_Saborizado	0.00
_9_Envasado	0.00
_10_Empacado	0.00
_11_Almacenamiento	0.00

Salida de producto	
Object	Input
Almacén	0.00

A continuación, la Tabla 19, muestra el tiempo estándar del segundo día de trabajo extraído de la simulación.

**Tabla 19.** Tiempo estándar actual del segundo día de trabajo

Staytime	
Object	Average
_1_Recepción de materia prima	50.76
_1_1_Inspección de MP	19.90
_2_Estandarización o Descremación	166.05
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	381.25
_8_Saborizado	0.37
_9_Envasado	0.50
_10_Empacado	0.58
_11_Almacenamiento	0.04

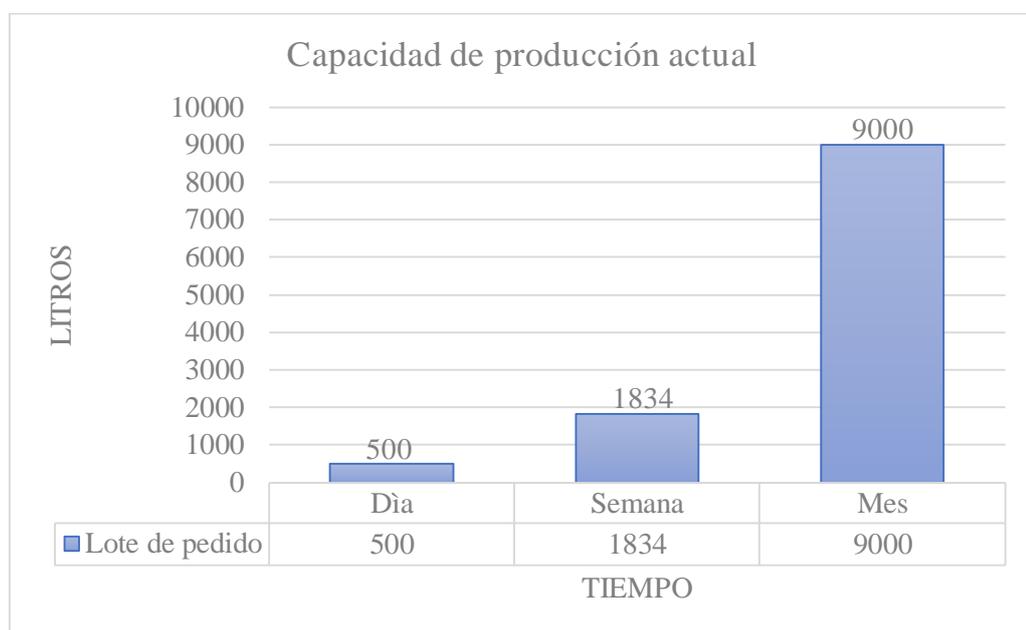
Content	
Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.00
_1_1_Inspección de MP	0.00
_2_Estandarización o Descremación	0.00
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	1.00
_9_Envasado	0.00
_10_Empacado	0.00
_11_Almacenamiento	0.00

Salida de producto	
Object	Input
Almacén	500.00

Durante el primer día, los operarios elaboran los procesos para procesamiento de la materia prima, considerando el factor de control de calidad, de esto método, se altera las propiedades, reduciendo agentes externos nocivos para la salud, obteniendo las condiciones adecuadas del producto final.

El tiempo para el segundo día de trabajo es de 265,78 minutos, durante el primer día de trabajo, los operarios dejan reposar toda la materia prima, por lo tanto, no existen productos terminados. La Figura 18, muestra la capacidad de producción de la planta, según los datos obtenidos del software FlexSim.



**Figura 18.** Capacidad de producción de la planta

Del análisis se observa que la capacidad: diaria es de 500 lts.; semanal es de 1834 lts. y; mensual es de 9000 lts. considerando el segundo día de trabajo para obtener producto terminado.

#### *Capacidad teórica vs capacidad de la simulación*

La capacidad teórica determinó que existe una salida mensual de 8540 lts. y, la capacidad obtenida de la simulación es de 9000 lts. al mes, por lo que existe una variación de 460 lts., equivalente a una variación del 5,11% dada por las estimaciones introducidas en el software, es decir, FlexSim toma los lotes de producción uno detrás de otro, haciendo que toda la producción en general aumente.

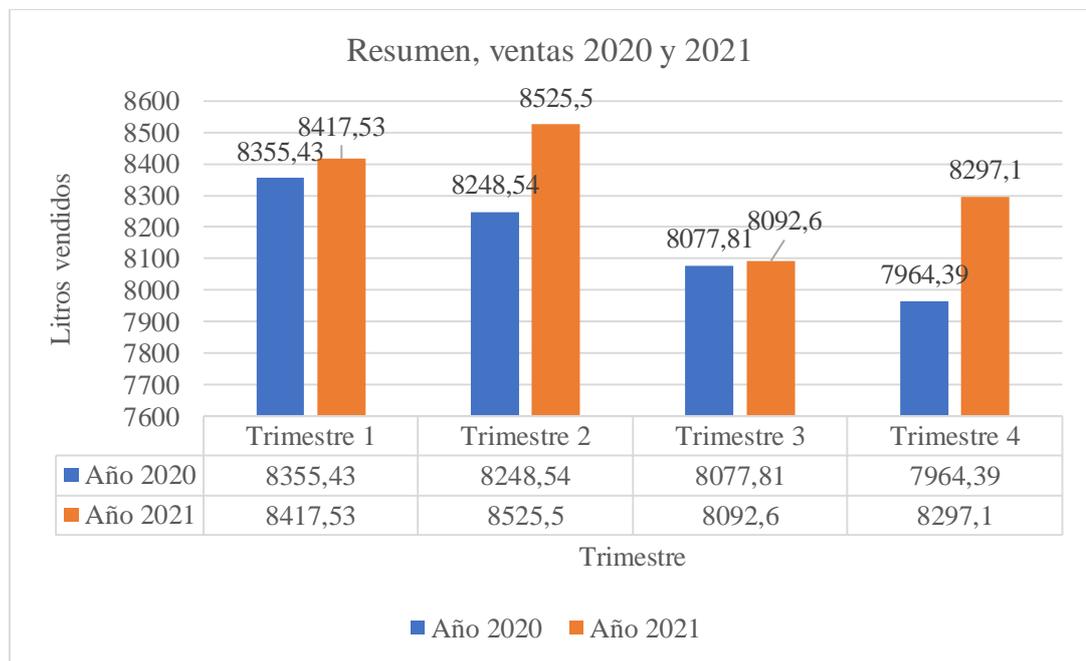
### *Demanda anual*

Otra consideración tomada, fue la relación que tiene la empresa tenga, con respecto al mercado, confirmando que, se requiere de una disposición de planta por producto, debido a que la capacidad excede la demanda. La Tabla 20, muestra el resumen de ventas del anexo 30.

**Tabla 20.** Ventas promedio en litros, año 2020 y 2021

Periodo	Litros vendidos	
	Año 2020	Año 2021
Trimestre I	8355,43	8417,53
Trimestre II	8248,54	8525,5
Trimestre III	8077,81	8092,6
Trimestre IV	7964,39	8297,1

La Figura 19, muestra la variación de los 4 trimestres, año 2020 y 2021.



**Figura 19.** Variación anual de ventas, año 2020 y 2021

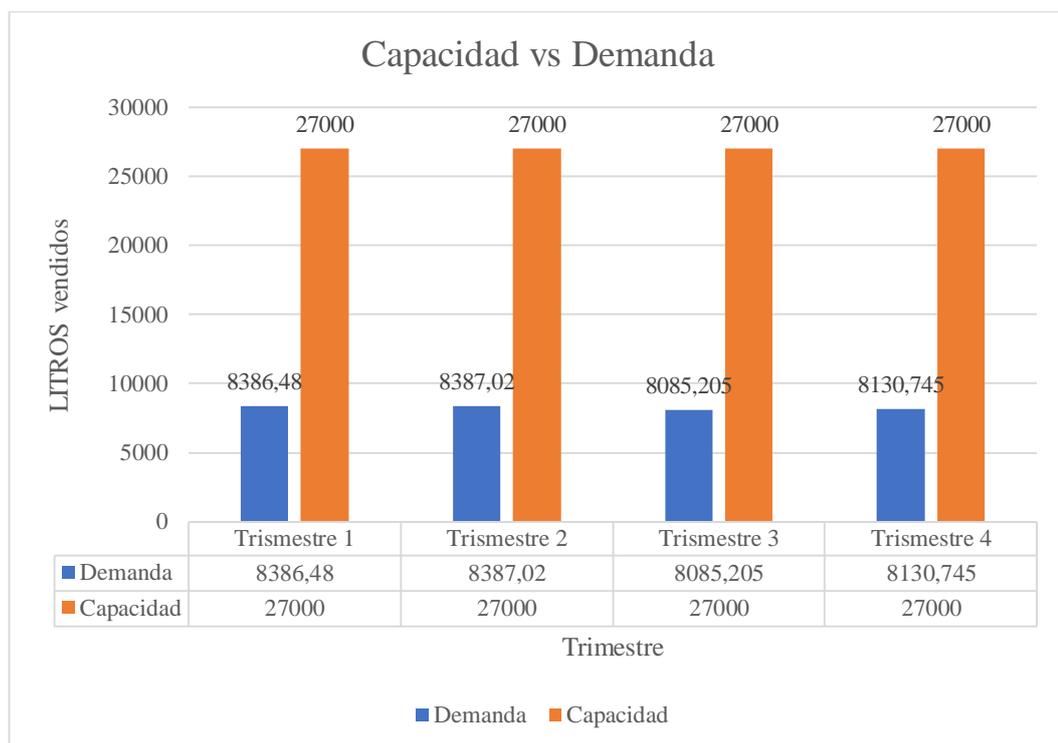
### Análisis

En el año 2021, se vendió 32646,17 litros, mientras que, en el año 2020, se vendió 33332,73 litros. Las ventas trimestrales, aumentaron en un promedio de 2,04%

mientras que la demanda proyectada se encuentra en el grado de cumplimiento con la capacidad de proyección para el año 2022.

### Relación de capacidad de producción vs demanda

La producción mensual, se destina en el valor mínimo de 500 litros, para iniciar con la producción diaria, la Figura 20, muestra la relación que existe entre la capacidad de producción y la demanda de los clientes.



**Figura 20.** Capacidad de producción vs demanda

### Análisis

La capacidad trimestral de la planta, en un entorno trimestral, se encuentra en un valor promedio de 27000 lts. y, la demanda, en promedio trimestral, no supera los 8200 lts., por lo tanto, no es necesario el incremento de recursos productivos como maquinaria y mano de obra, pero si es necesario el cambio de distribución con el manejo por proceso, donde, el anexo 31, muestra las ventajas de elaborar este método moderno elaboración del trabajo.

Se considera que la capacidad sobrepasa el valor de la demanda, por un aproximado de 18800 lts. trimestrales o 1600 lts. por mes.

### 3.1.4 Selección de metodología de distribución de instalaciones

Para evaluar el método más eficiente, que se ajuste a las necesidades de la planta, se determinó las características primarias que requiere el producto. El requerimiento se obtuvo bajo las siguientes consideraciones de: el producto debe pasar por una serie de máquinas para realizar los 11 procesos propuestos; se requiere de una disposición de planta para elaborar 500 lts. en 2 días de trabajo o menos y; el trabajo debe cubrir una demanda de 500 lts. para empezar la producción del día.

#### Ponderación de métodos de distribución de planta

Para la elección de distribución, se consideró los métodos de disposición por posición fija, disposición por proceso y disposición por producto. La Tabla 21, muestra la tabla resumen del anexo 32 que coloca los factores a considerar para realizar la ponderación de cada método de distribución de planta.

Tabla 21. Ponderación de métodos de redistribución de planta

Detalle: Análisis del grado de adecuación	Disposición de planta				
	Ponderación	Por proceso	Total	Por producto	Total
Factor material	12	3	36	2	24
Factor espera	14	2	28	3	42
Factor movimiento	17	2	34	1	17
Factor hombre	17	3	51	2	34
Factor servicio	7	3	21	3	21
Factor maquinaria	17	3	51	3	51
Factor edificio	7	3	21	3	21
Factor medioambiente	10	2	20	2	20
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>262</b>		<b>230</b>

#### Análisis

El cálculo de los PESOS PONDERADOS, se realiza al multiplicar la PONDERACIÓN objetiva, con la CALIFICACIÓN DEL FACTOR para cada método de distribución. Donde, la escala se elabora en 1 (bajo), 2 (medio) y 3 (alto), para calificar los factores con una porción porcentual de 0,0 a 1 (0% a 100%). Mediante el

método de ponderación, se denotó que: para una disposición de planta por proceso, se ponderó un valor de 262, se considera que las máquinas, cubren con los requerimientos de la planta y; para una disposición de planta por producto, se ponderó un valor de 230, se considera que la materia prima y el producto debe desplazarse por la planta de producción.

Los detalles adversos considerados fueron:

- Se requiere de varias inspecciones de la materia prima para evaluar el grado de aceptabilidad del producto.
- Se debe realizar demoras para dejar la materia prima en reposo, se evita la pérdida de sus propiedades primarias.
- El almacenamiento del producto final es requerido cerca al área de recepción de la materia prima.

### **3.1.5 Distribución de planta, método actual**

#### *Consideraciones de la alta dirección*

Para determinar de mejor manera, la relación que debe existir entre los procesos, se considera las siguientes situaciones:

- El área de recepción de materia prima, se debe encontrar lo más próximo posible al área de ingreso de los vehículos de transporte, para reducir el desplazamiento al mínimo, sobre el movimiento de la leche cruda.
- El área de control de calidad, no se puede desplazar, se considera que no existen más tuberías para una reinstalación de lavado.
- La descremadora, debe estar sujeta a los 2 tanques colocadores en cada tubería de salida.
- El tanque de multiprocesos, donde se realiza el pasteurización, enfriamiento, inoculación, incubación o reposo y batido, requiere de herramientas colocadas en la estantería.
- Se requiere que la mesa de trabajo no se desplace, debido a que se encuentran las escaleras en un lugar estratégico, para que se pueda colocar la leche sobre el tanque de 120 lts.

- El tanque colocado entre el tanque de recepción de materia prima y el tanque de multiprocesos y la estructura colocada a un lado de las escaleras, se van a retirar, estos objetos, no agregan valor a la planta de dirección.
- La estantería de colocación de envases, se debe colocar cerca de la máquina de fechado y del área de envasado, para realizar el mínimo recorrido durante toda la planta de producción.
- La estantería se puede desplazar sobre la planta, se requiere de herramientas y de los envases, cerca del área de envasado.
- El refrigerador se requiere no desplazar, se considera que se encuentra bien cerca del área de entrada y salida de producto final.

*Tabla relacional*

La Tabla 22, muestra la lista de razones para la empresa según la relación de la planta de producción.

**Tabla 22.** Numeración de valores de proximidad

<b>N.</b>	<b>Motivo</b>	<b>Descripción</b>
1	Secuencia de operaciones	Se estima el grado de relevancia entre las operaciones.
2	Mínima distancia de recorrido	Empleo de la menor cantidad de movimiento de herramienta o insumos.
3	Uso de máquinas y equipos	Manejo de las mismas herramientas en todas las operaciones.
4	Requerimiento del personal	El desplazamiento requerido por el personal, a través de la planta.
5	Requerimiento de inspección	La inspección es un factor importante sobre la leche y el grado aceptado de acidez.
6	Seguridad de operaciones	Requerimiento del manejo adecuado de energías presentes para el manejo de las tolvas.

La Tabla 23 (a), muestra los argumentos planteados y la Tabla 23 (b), muestra la correlación presente entre los procesos de la planta.

**Tabla 23.** Tabla relacional entre procesos (a)

Código	Proximidad	Color	N. líneas
<b>A</b>	Absolutamente necesario	Rojo	4
<b>E</b>	Especialmente importante	Amarillo	3
<b>I</b>	Importante	Verde	2
<b>O</b>	Normal	Azul	1
<b>U</b>	Sin importancia	-	-
<b>X</b>	No deseable	Plomo	1 zigzag

**Tabla 23.** Tabla relacional entre procesos (b)

1		Recepción de materia prima	A
2		Control de calidad	1 E A 2 U
3		Estandarización o Descremación	1 E 6 U A 2 U 6 U
4		Pasteurización	1 E 3 U 6 U A 3 U 4 U 6 U
5		Estantería	1 1 5 U 4 U 6 U 1 3 1 5 U 4 U 6 U
6		Enfriamiento	3 1 3 1 5 U 4 U 6 U 1 2 1 3 1 5 U 4 U 6 U
7		Inoculación	3 1 3 1 4 U 5 U 6 U 1 3 1 4 U 4 U 6 U 5 U 6 U
8		Incubación o reposo	4 1 4 U 4 U 4 U 6 U 5 U 6 U U 4 U 4 U 4 U 5 U 6 U 5 U 6 U
9		Batido	3 U 5 U 4 U 5 U 5 U 6 U A 4 U 5 U 5 U 5 U 6 U
10		Saborizado	1 U 4 U 5 U 5 U 5 U 6 U A 3 U 5 U 6 U 5 U 6 U
11		Envasado	1 U 3 U 5 U 6 U 6 U A 3 U 4 U 5 U 6 U
12		Área De Envases	1 U 3 U 4 U 6 U A 4 U 4 U 5 U 6 U
13		Fechado	1 U 4 U 5 U A 3 U 5 U
14		Empacado	1 U 5 U A 5 U
15		Almacenamiento	1

*Diagrama relacional*

Para identificar la relación existente en la Figura 21, muestra la relación entre los procesos de la planta de producción.

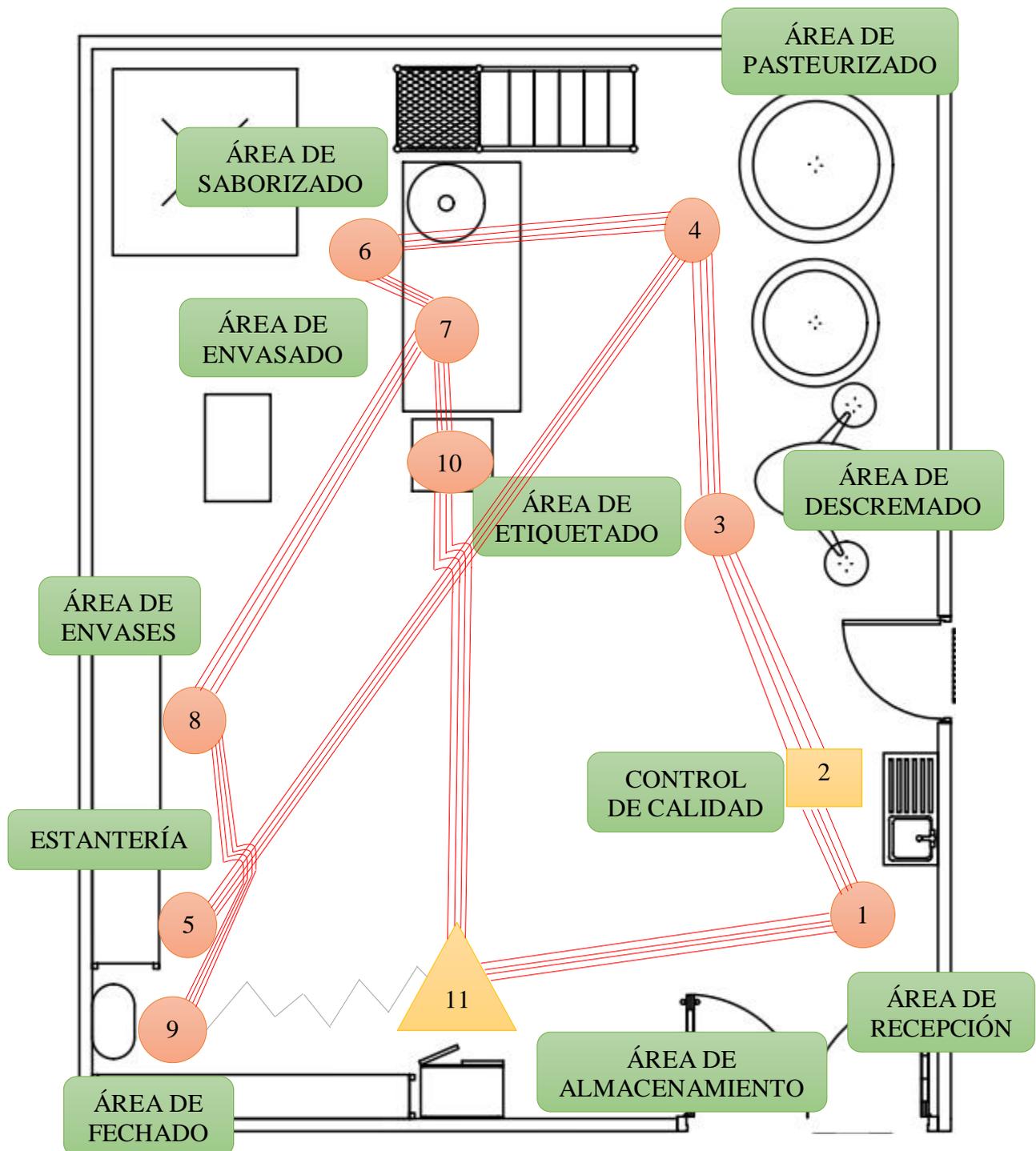


Figura 21. Diagrama relacional, situación actual

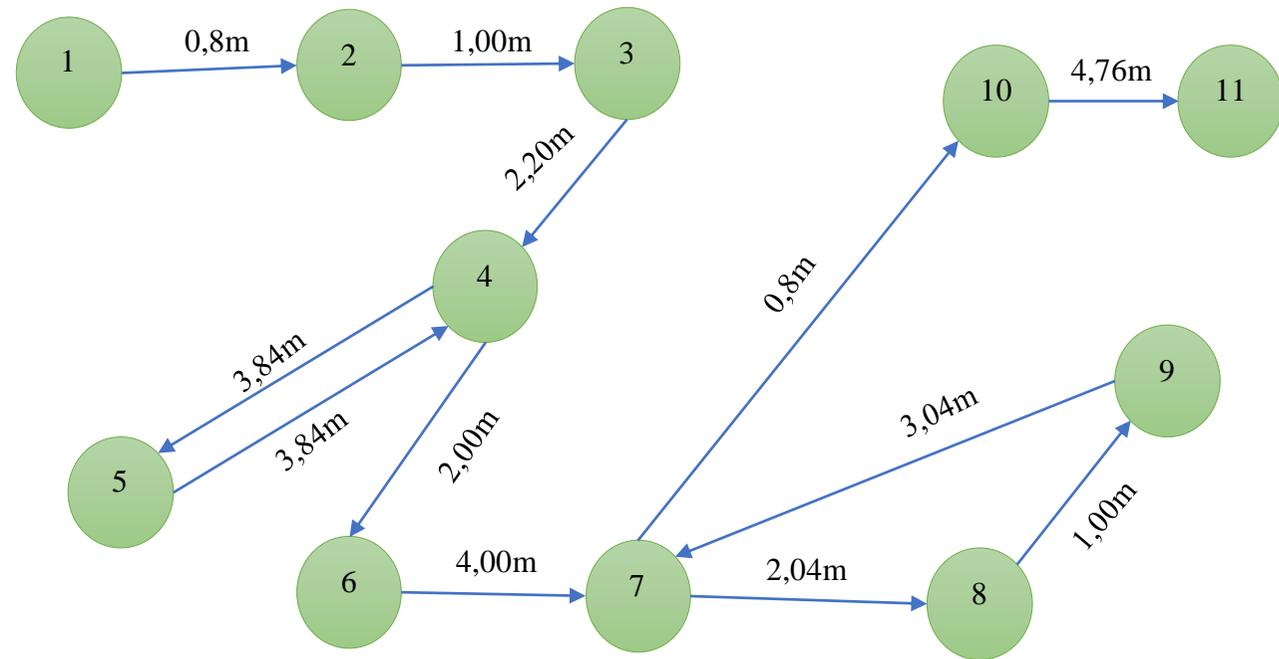
### Análisis

De la Figura 21, se observa que existen operaciones que no se encuentran de forma cercana, el caso más considerable, es que, los envases se encuentran al otro lado de la planta, esto desencadena en largos recorridos por parte de los operarios, previo proceso de envasado, así mismo, la máquina de fechado, se encuentra cerca de las estanterías de almacenamiento, lugar donde no es requerido.

*Diagrama PERL*

Para tener una perspectiva entendible y más sencilla, sobre la situación actual, la Figura 22, muestra el diagrama PERL establecido para la planta de producción.

N.	Denominación
1	Recepción de materia prima
2	Control de calidad
3	Descremado
4	Pasteurizado
5	Estante de herramientas
6	Saborizado
7	Envasado
8	Envasado
9	Fechado
10	Etiquetado
11	Almacenamiento



**Figura 22.** Diagrama PERL

### 3.1.6 Desarrollo de propuesta de distribución

Para el desarrollo de la propuesta de mejora, fue necesario identificar el ingreso de los datos, en un software de distribución de actividades de forma eficiente, denominado **QM for Windows**, es un programador de rutas mínimas o distancias que recorre el producto, de tal manera que, incremente la eficiencia de la planta, distribuyendo de mejor forma, la secuencia de procesos. Se considera los nuevos nombres de las áreas.

#### Eliminación de máquinas y objetos innecesarios de la planta

El gerente, requiere de una distribución con opción a mantener espacios donde se pueda mantener una visión a futuro, sobre la implementación de nuevos equipos que aumenten la capacidad de producción. La Figura 23, muestra el layout, con los elementos que se requieren eliminar, previo cambio de distribución de planta.

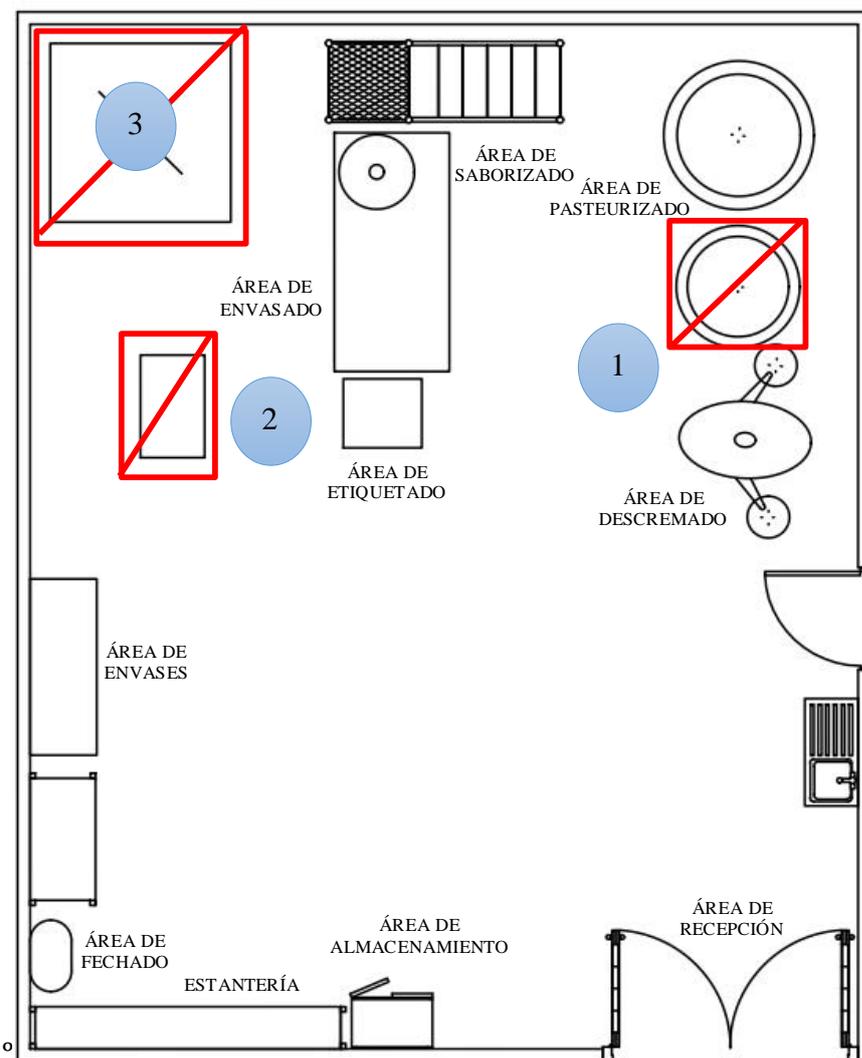
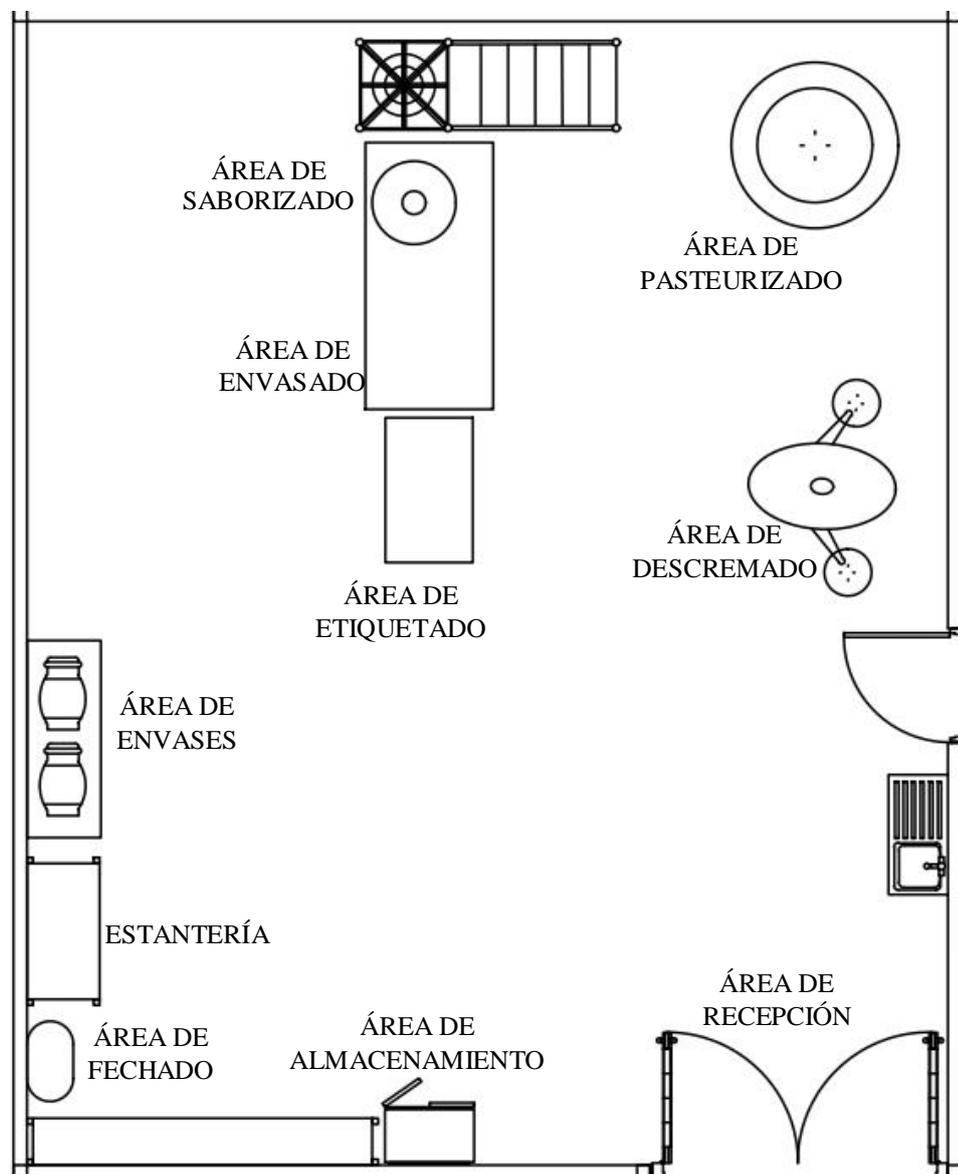


Figura 23. Layout con objetos a retirar

## Análisis

Existen 3 objetos que no se van a considerar para la nueva redistribución de planta, el gerente comenta los motivos, donde: el punto 1, es un objeto presente entre el tanque de descremado y el tanque de enfriamiento, el tanque, se encuentra descompuesto y no se puede reparar, por los costos que requiere, cubrir este servicio; el punto 2, es una mesa, colocada a un costado del área de envasado, donde se coloca los insumos, sin embargo, este no se está utilizando, debido a que se colocó la máquina de etiquetado y; el punto 3, es una estructura que no tiene ningún objetivo, se encontraba en la planta debido a las labores que se realizaban antes de la introducción de LÁCTEOS AMILAC. La Figura 24, muestra el retiro de los objetos para la nueva distribución.



**Figura 24.** Layout sin objetos innecesarios

## Diagrama PERL

El anexo 33, muestra los pasos para elaborar el ingreso de datos en el programa. La Figura 24, muestra los resultados arrojados por el software.

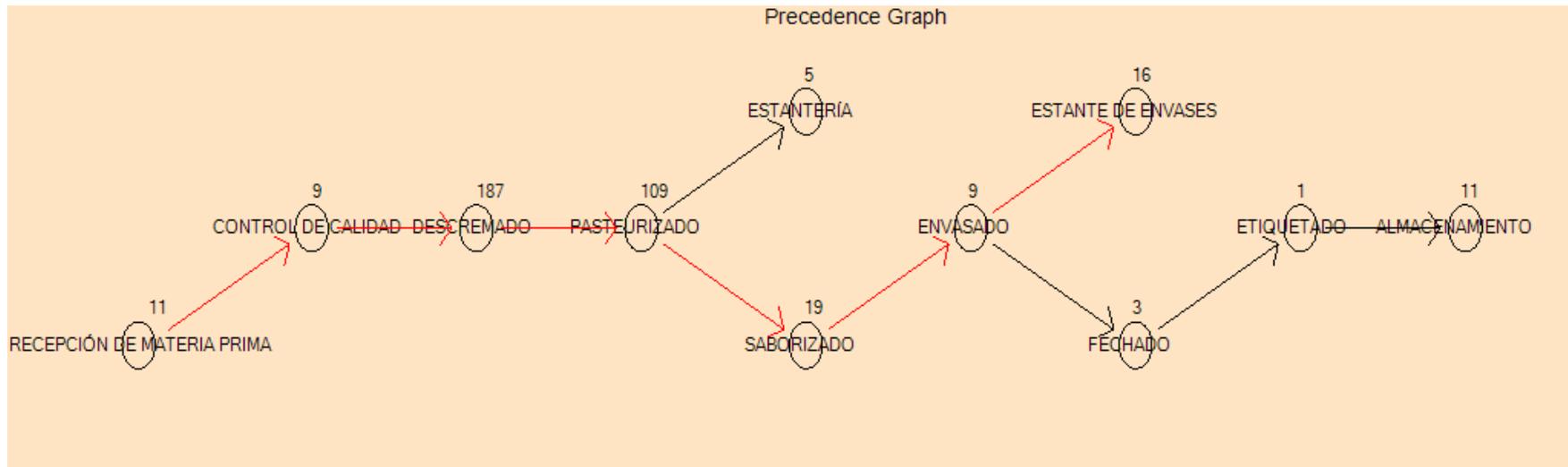


Figura 25. Diagrama PERL de software QM for Windows, método propuesto

### Análisis

Del software, se observa que, el área de estantes, el área de fechado y el estante de envase, no son procesos que deben seguir la línea de producción, dicho de otra forma, requieren de un estudio de cambio, para reducir el grado de recorridos establecidos por los operarios, esto reduce la cantidad de movimientos innecesarios al mes.

## Diagrama correlacional propuesto

Del diagrama de PERT propuesto en la Figura 25, la Figura 26, muestra el nuevo diagrama correlacional propuesto para la planta de producción.

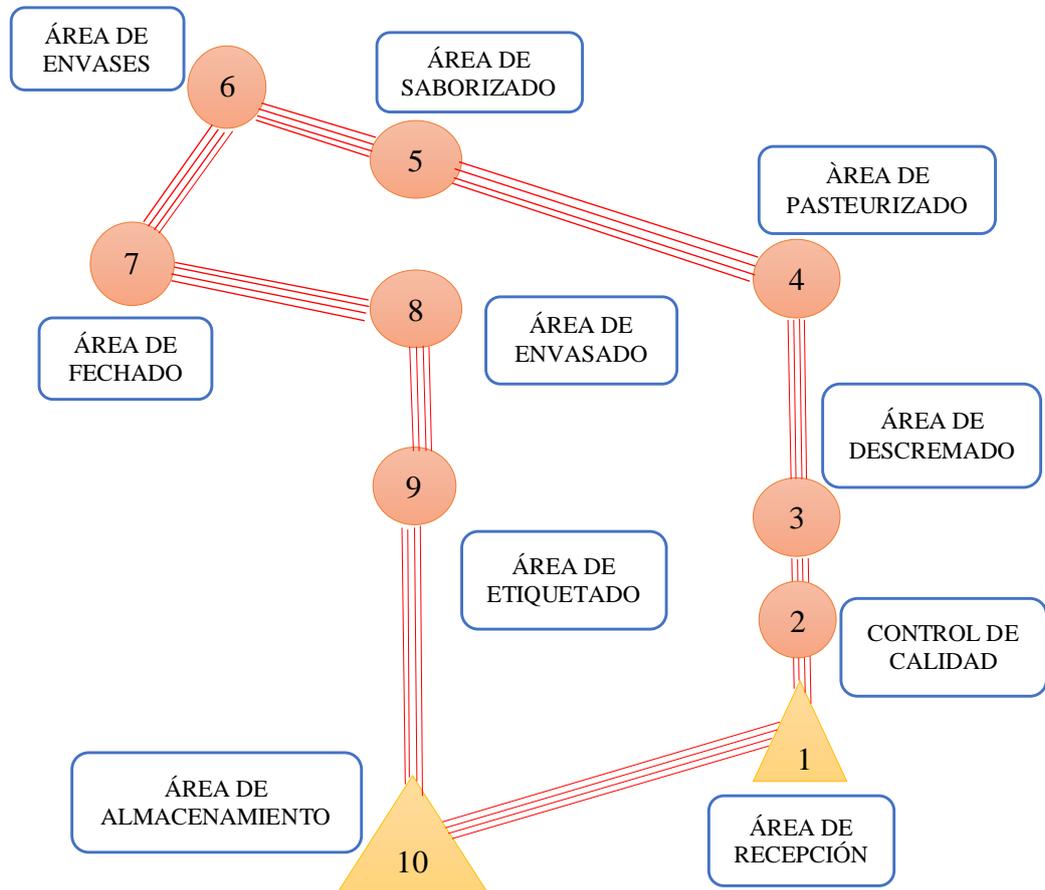


Figura 26. Diagrama correlacional propuesto

## Análisis

El diagrama correlacional, muestra el nuevo enfoque de la empresa, donde, considera que los lugares de almacenamiento de herramientas, insumos y mesa de trabajo para el proceso de fechado, para el análisis propuesto, el desplazamiento considera que las áreas no requieran de consumos de energía excesivos, ni ocupe de grandes espacios para su manejo adecuado de movimiento. Retirar todos los objetos innecesarios para determinar los espacios correctos de trabajo, pueden regular la distribución de planta, en relación a las zonas por donde el operario pueda moverse, sin mantener obstáculos presentes por objetos requeridos de otros procesos, un punto a tomar en cuenta, es el método de manejo de materiales.

## Layout propuesto

La Figura 27, muestra la distribución de los procesos en serie, en base al diagrama PERT.

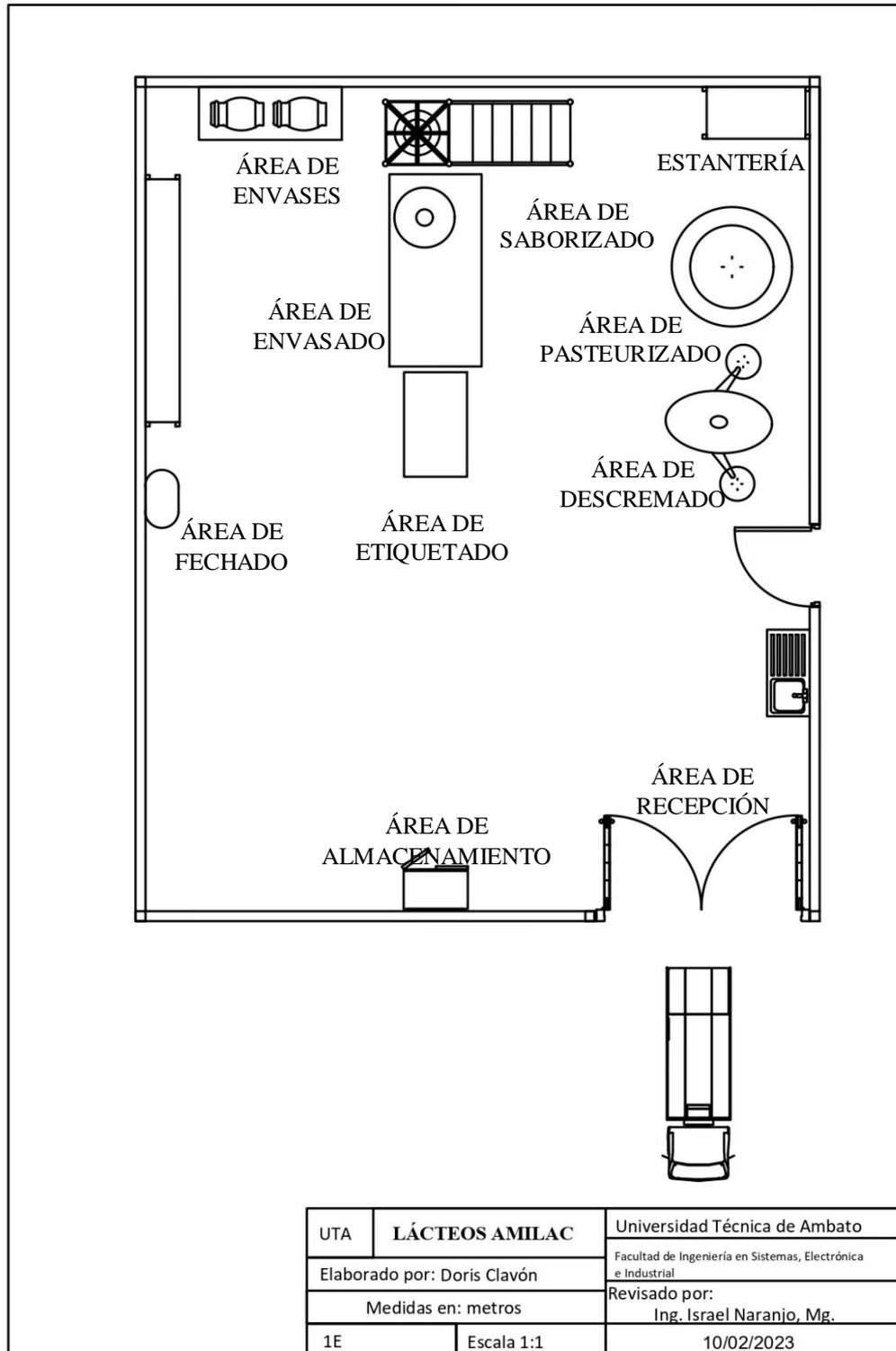


Figura 27. Layout propuesto

*Método de determinación de espacio requerido para la planta*

Para determinar el espacio requerido, se empleó el método de Guerchet, el mismo que delimita las consideraciones sobre las áreas de trabajo, áreas de almacenamiento, los sitios de desplazamiento y el espacio para el personal operativo. La Tabla 24, muestra el método Guerchet y la Tabla 25, muestra el total de espacio requerido de la planta.

**Tabla 24.** Espacio requerido según el método de Guerchet

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>                  Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrias                  Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización                  “LÁCTEOS AMILAC”             </div> 									
Elaborado por:		Doris Fernanda Clavón Taípe							
Fecha de investigación:		19/12/22							
Producto		Lote de 500 litros							
Espacio requerido para las máquinas									
Máquinas	N	n	Radio(m)	Pi	k	Ss	Sg	Se	St (m <sup>2</sup> )
Tanque de recepción de leche	1	2	0,72	3,1416	0,15	7,11	14,21	15,15	36,47
Tanque de multiprocesos	1	2	1,44	3,1416	0,15	9,87	19,74	29,22	58,83
Tanques de descremadora	2	2	0,42	3,1416	0,15	9,87	19,74	29,22	117,66
Tanque de reposo	1	2	0,72	3,1416	0,15	7,11	14,21	15,15	36,47
TOTAL									131,77

Espacio requerido para las mesas de trabajo									
Máquinas	N	n	Lado(m)	Ancho(m)	k	Ss	Sg	Se	St (m <sup>2</sup> )
Mesa de área envasado	1	2	1,11	2,33	0,15	2,59	5,17	2,01	9,77
Mesa de área de etiquetado	1	1	1,27	0,76	0,15	0,97	0,97	0,14	2,07
Mesa de área de envases	1	1	1,73	0,64	0,15	1,11	1,11	0,18	2,40
Estantería	1	1	1,19	0,64	0,15	0,76	0,76	0,09	1,61
Mesa de área de fechado	1	1	0,7	0,4	0,15	0,28	0,28	0,01	0,57
Mesa de estanterías 2	1	1	3,05	0,41	0,15	1,25	1,25	0,23	2,74
TOTAL									19,15

Espacio requerido para otros									
Máquinas	N	n	Lado(m)	Ancho(m)	k	Ss	Sg	Se	St (m <sup>2</sup> )
Refrigerador	1	1	0,78	0,54	0,15	0,42	0,42	0,03	0,87
Área de lavado	1	1	0,52	1,05	0,15	0,55	0,55	0,04	1,14
Escaleras de tanque de reposo	1	1	2,30	0,81	0,15	1,86	1,86	0,52	4,25
Estructura	1	1	1,74	1,74	0,15	3,03	3,03	1,37	7,43
TOTAL									13,68

Nota: Ss: Superficie estática. Sg: Superficie gravitacional. Se: Superficie de evolución. k: Para empresas que elaboran lácteos se requiere de un valor de 0,15.

Tabla 25. Espacio requerido de la planta

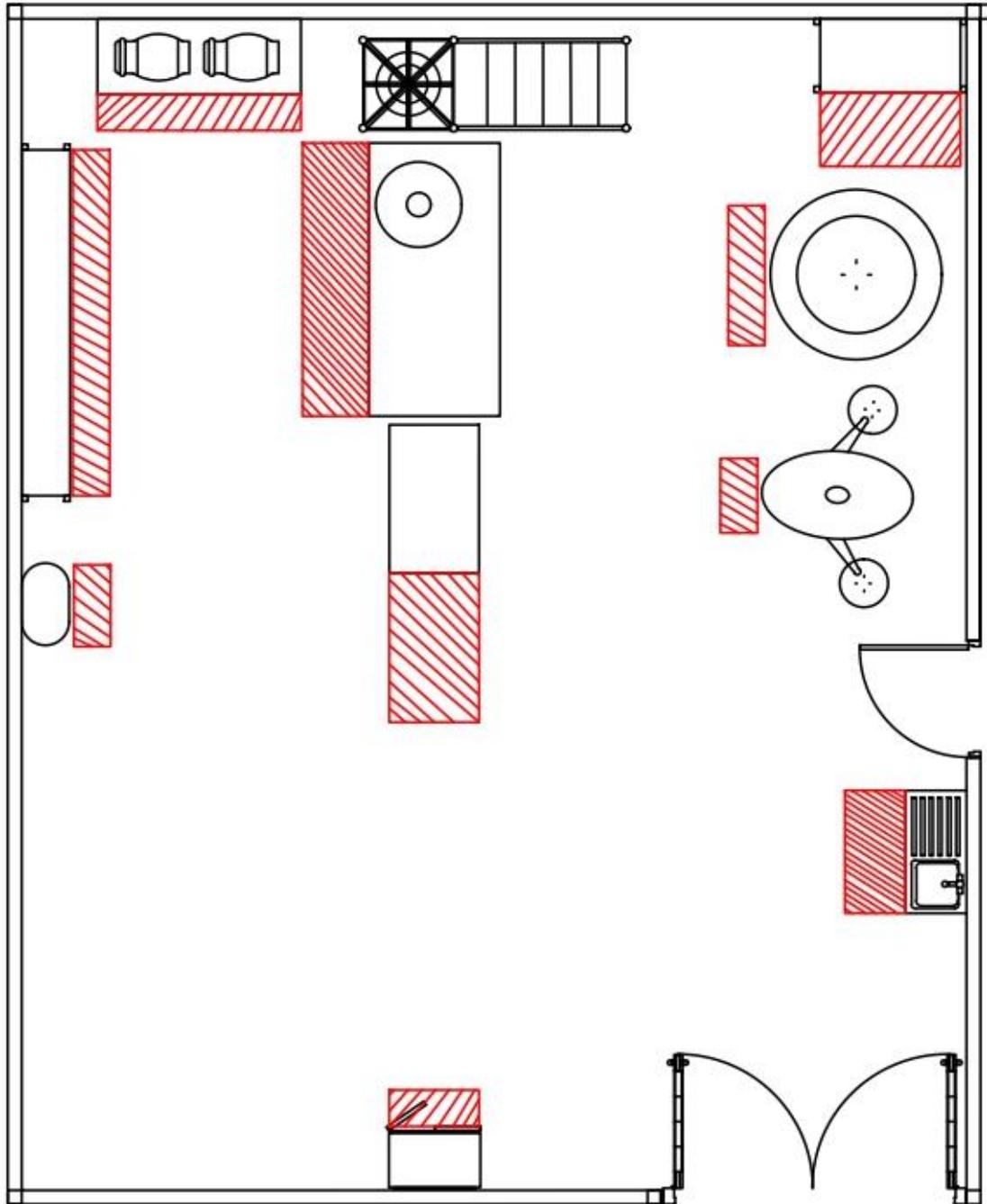
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”			
<b>Elaborado por:</b>		Doris Fernanda Clavón Taipe			
<b>Fecha de investigación:</b>		19/12/22			
<b>Producto</b>		Yogurt de 2000 ml			
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>			<b>Espacio total</b>	
1	Espacio requerido para máquinas			131,77 m <sup>2</sup>	
2	Espacio requerido para mesas de trabajo			19,15 m <sup>2</sup>	
3	Espacio requerido para otros objetos			13,68 m <sup>2</sup>	
<b>Espacio aproximado de área</b>				<b>164,60 m<sup>2</sup></b>	
Espacio total de la planta				800 m <sup>2</sup>	
<b>Espacio libre</b>				<b>635,40 m<sup>2</sup></b>	

#### Análisis

El análisis mediante el método de Guerchet, se determinó mediante 3 secciones el espacio requerido para las máquinas, en general, es de 131,77 m<sup>2</sup>, donde, el operario puede programar y señalar el inicio y el fin de cada proceso, el espacio requerido para las estanterías y mesas de trabajo, es de 19,15 m<sup>2</sup> y, para el espacio de otras cosas que forman parte esencial de la planta, es de 13,68 m<sup>2</sup>, dando un total de 164,6 m<sup>2</sup>, un factor importante a tener en cuenta es que, el espacio total de la planta es de 800 m<sup>2</sup>, con un promedio de uso del 20,57%, por lo tanto, existe un área de desplazamiento o libre aproximada de 635,40 m<sup>2</sup>. Este espacio, determinado para otras actividades, se puede destinar, para el incremento de tanques o equipos, para incrementar la capacidad de producción mensual.

#### *Áreas de trabajo disponibles para operarios*

Para observar de mejor manera, el diagrama propuesto, fue necesario, delimitar los espacios en los cuales, el operario puede desempeñar sus funciones, sin interrumpir el paso del personal. La Figura 28, muestra los espacios disponibles para cada área de trabajo, marcado de color rojo, obtenido del estudio del método Guerchet.



**Figura 28.** Espacios disponibles para las áreas de trabajo

*Diagrama de recorrido propuesto*

Para determinar desde otro punto de vista, la Figura 28, muestra el diagrama de recorrido propuesto a partir del análisis de manejo de la materia prima por la planta de producción.

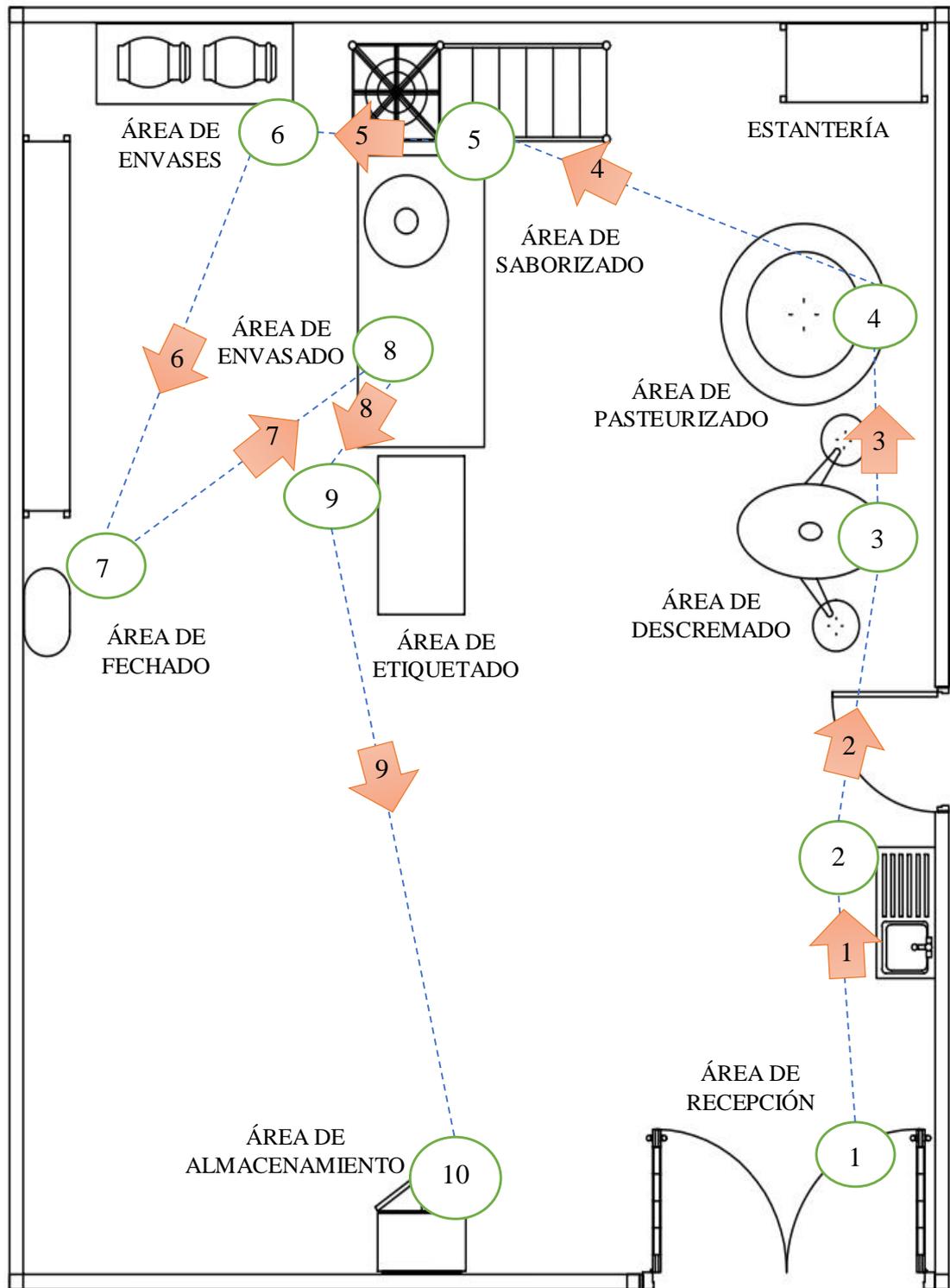


Figura 29. Diagrama de recorrido propuesto

Una vez que se observa los cambios propuestos, a continuación, la Tabla 26, muestra los recorridos de la Figura 29, sobre el diagrama de recorrido propuesta con medidas sobre las distancias recorridas balanceadas.

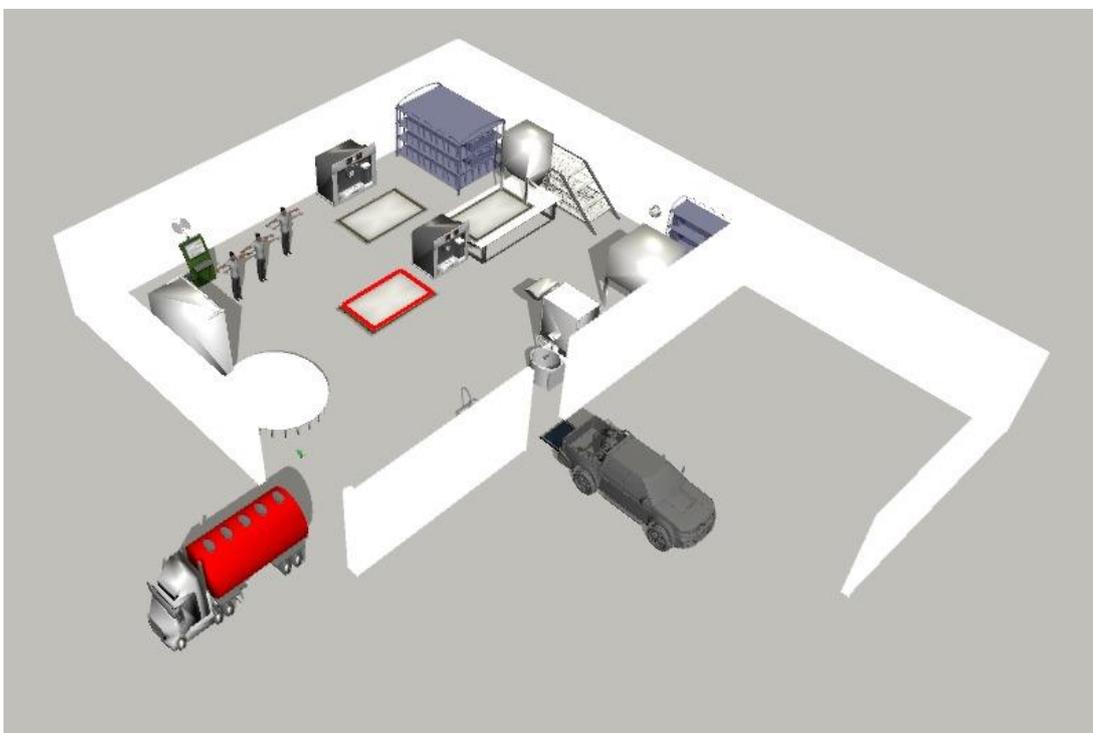
Tabla 26. Resumen del diagrama de recorrido

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”		
<b>Elaborado por:</b>	Doris Fernanda Clavón Taipe	
<b>Fecha de investigación:</b>	29/11/22	
<b>Producto</b>	Lote de 500 litros	
Distancia (m)	Símbolo	Operación
	①	Recepción de materia prima
0,80	➡①	Desplazamiento a control de calidad
	②	Control de calidad
1,00	➡②	Desplazamiento a descremado
	③	Descremado
0,90	➡③	Desplazamiento a pasteurizado
	④	Pasteurizado
2,00	➡④	Desplazamiento a saborizado
	⑤	Saborizado
1,00	➡⑤	Desplazamiento a estante de envases
	⑥	Estante de envases
0,70	➡⑥	Desplazamiento a fechado
	⑦	Fechado
2,38	➡⑦	Desplazamiento a envasado
	⑧	Envasado
0,80	➡⑧	Desplazamiento a etiquetado
	⑨	Etiquetado

4,76	9 →	Desplazamiento a almacenaje
	10	Almacenaje
<b>Distancia recorrida:</b>	15,34 metros	

*Simulación de la propuesta en el software FlexSim*

Mediante la modificación de los tiempos y recorrido de los procesos de envasado y pasteurizado (véase los anexos 34 y 35) para observar de mejor manera la propuesta de distribución de planta, la Figura 30, muestra los espacios obtenidos del estudio elaborado a partir de la elaboración de la simulación del anexo 36.



**Figura 30.** Layout propuesto

*Cursograma analítico propuesto*

La Tabla 27, muestra el cursograma analítico propuesto con los procesos que se involucran en la línea de producción para la elaboración del producto ofertado.

Tabla 27. Cursograma analítico propuesto

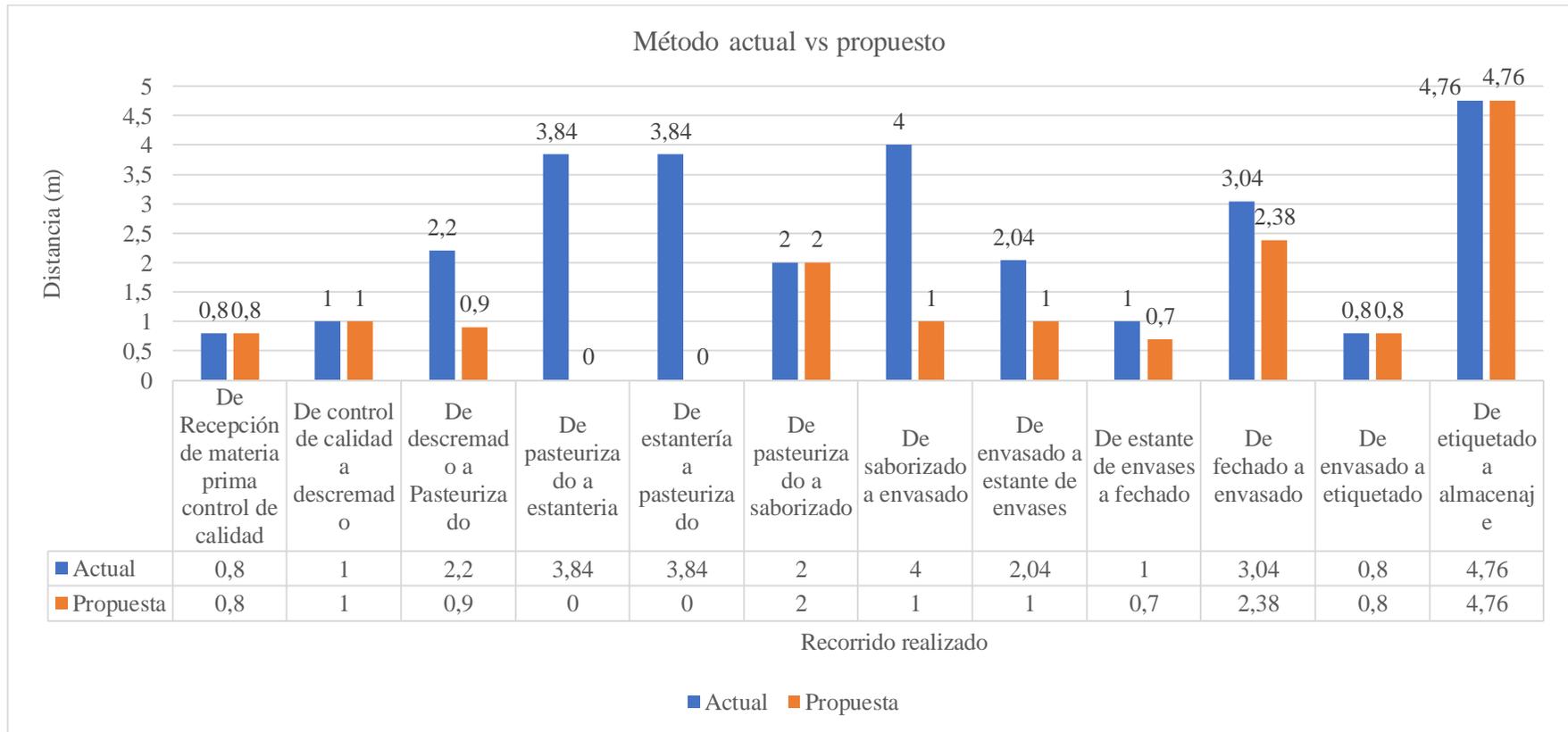
		<b>"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"</b>								
Cursograma Analítico Actual										
<b>Empresa:</b>	"LÁCTEOS AMILAC"	<b>Método:</b>	Propuesto	<b>Hoja:</b>	1 de 1					
<b>Producto:</b>	Yogurt de 2000ml	<b>Realizado por:</b>	Doris Clavón	<b>Diagrama:</b>	1					
<b>Departamento:</b>	Producción	<b>Aprobado por:</b>	Ing. Israel Naranjo	<b>Fecha:</b>	10/01/2023					
<b>Área:</b>	Planta de producción	<b>Operarios:</b>	Personal de producción	<b>Aprobación:</b>	11/01/2023					
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
N.	Descripción			○	⇒	□	D	▽		
1	Recepción de leche		5,61	●						
2	Toma de muestra de leche		5,37	●						
3	Desplazarse al área de control	0,80	0,07		⇒					
4	Control de acidez		9,11			□				Se realiza un control de calidad sobre el nivel de la presencia de acidez y otros agentes nocivos.
5	Descarga de leche en la marmita de 500 lts.		32,24	●						
6	Colocar un tanque en cada salida de la máquina descremadora		5,98	●						La materia prima debe entrar a la línea de producción.
7	Tomar leche de la marmita y depositar en la máquina descremadora	1,00	2,66		⇒					
8	Extracción de leche descremada		135,55	●						
9	Desplazarse a la marmita de 750 lts.	0,90	0,42		⇒					
10	Depositar la leche descremada en la marmita de 750 lts		3,36	●						
11	Abrir llave de vapor		1,65	●						
12	Cocción de leche 85°C		104,31	●						Se requiere calentar la materia prima, para eliminar agentes externos.
14	Recoger las herramientas		2,61	●						
15	Medir temperatura con termómetro industrial		2,93			□				
16	Colocar azúcar		2,88	●						
17	Cerrar llave de vapor		1,57	●						
18	Abrir llave de tubería de enfriamiento		1,81	●						Se regresa a condiciones iniciales.
19	Dejar enfriar hasta 45°C		83,45	●						
20	Medir temperatura con termómetro industrial		1,92			□				Prueba de control de calidad.
21	Añadir fermento láctico		5,82	●						
22	Cerrar llave de tubería de enfriamiento		3,18	●						
23	Dejar reposar		82,51	●						Se debe dejar reposar, para no alterar las propiedades de la materia prima.
24	Tomar una muestra de producto		1,62	●						
25	Control de acidez		6,45			□				Prueba de control de calidad.
26	Tomar agitador		1,78	●						
27	Inicio de batido		8,44	●						

28	Revisar temperatura		3,14						Prueba de control de calidad.
29	Llenar en baldes de acero inoxidable		5,30						
30	Desplazar los baldes al área de la tolva de 120 lts.	2,00	0,30						
31	Verter el yogurt sin sabor en la tolva de 120 lts.		5,30						
32	Revisar hoja de pedidos		1,84						Se observa los detalles del pedido del cliente.
33	Colocar saborizante y carmines		3,14						
34	Añadir mermelada		5,14						
35	Desplazarse al área de envasado	1,00	0,75						
36	Revisar hoja de pedidos		1,93						
37	Colocar envases en gavetas		4,34						
38	Desplazarse al área de fechado	0,70	0,39						
39	Fechar las etiquetas de acuerdo al pedido		2,81						Se colocan sobre la mesa previo ingreso.
40	Desplazar al área de envasado	2,38	15,49						
41	Esterilizar el envase		0,94						Se elimina los agentes nocivos para mantener el máximo nivel de control de calidad.
42	Envasar el yogurt		1,65						
43	Esterilización de tapa		1,05						Se elimina los agentes nocivos para mantener el máximo nivel de control de calidad.
44	Tapar el envase		0,90						
45	Desplazarse al área de etiquetado	0,80	0,43						
46	Pegar la etiqueta en los envases		1,90						
47	Revisar hoja de pedido		1,18						
48	Formar pacas de acuerdo al pedido		5,78						
49	Succionar el aire y comprimir el interior de la envoltura		0,89						Evitar el exceso de aire que modifique las propiedades del producto.
50	Colocar producto en gavetas		4,36						
51	Ingreso gavetas		0,90						
52	Traslado al área de almacenaje	4,76	8,20						

Resumen					
Actividad		Actual	Propuesta	Tiempo (min)	735,57
Operación	●	35	37	Distancia (m)	15,34
Transporte	➡	12	8	<b>Observaciones generales</b>	
Inspección	■	7	7	Una vez que se reducen o eliminan los desplazamientos, se reduce los desperdicios en los cuales el operario realiza las actividades que no agregan valor, optimizando tiempos y mejorando el control del proceso productivo.	
Demora	⬇	0	0		
Almacenaje	▼	0	0		
<b>TOTAL</b>		54	52		

### 3.1.7 Comparación de distancia recorrida actual vs propuesta

Bajo el principio de mínimo recorrido, se consideró la propuesta de los cambios sugeridos y las mediciones sobre los nuevos espacios de trabajo, la Figura 31, muestra la comparación el estado actual y la propuesta.



**Figura 31.** Desplazamiento actual vs propuesto

## Análisis

El proceso de pasteurizado requiere largos desplazamientos alrededor de la planta de producción por la posición que tiene la máquina en relación a las herramientas que se requiere para desplazar la materia prima, por lo que el operario requiere de 7,68 metros para completar el proceso, al movilizar la mesa de herramientas al área de trabajo, se puede reducir a un total de 0 metros, además, al retirar la máquina averiada, la distancia entre los procesos se reduce en 1,3 metros, reduciendo el desplazamiento general.

Al realizar la distribución de planta adecuada según la alta dirección, solo se contempló las instalaciones eléctricas y no las zonas de almacenaje de herramientas, materia prima y otros objetos complementarios, esto produjo que los envases se coloquen en un lugar arbitrario aumentando el desplazamiento total del proceso en 10,08 metros, que, al desplazar la estantería de los envases, produce una optimización sobre todas las distancias producidas con un valor de 3,08 metros.

En general, al eliminar objetos que obstaculizan el desplazamiento general del proceso productivo y desplazar las estanterías necesarias para reducir las distancias recorridas, el valor paso de 29,32 metros a 15,34 metros.

A continuación, la Tabla 28, muestra a detalle, el porcentaje de mejora que se plantea en la propuesta.

**Tabla 28.** Matriz resumen de método actual vs propuesta

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÀCTEOS AMILAC”				
<b>Elaborado por:</b>		Doris Fernanda Clavón Taipe				
<b>Fecha de investigación:</b>		29/10/22				
<b>Producto:</b>		Lote de 500 litros				
<b>Situación actual vs propuesta</b>						
Proceso	Tiempo (min/lote)		Mejora (%)	Distancia recorrida (m)		Mejora (%)
	Actual	Propuesta		Actual	Propuesta	
Recepción de materia prima	67,89	67,89	0,00	1,8	1,8	0,00
Descremado	187,42	187,42	0,00	2,2	0,9	59,09

**Tabla 28.** Matriz resumen de método actual vs propuesta (continuación)

<b>Situación actual vs propuesta</b>						
<b>Proceso</b>	<b>Tiempo (min/lote)</b>		<b>Mejora (%)</b>	<b>Distancia recorrida (m)</b>		<b>Mejora (%)</b>
	<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>	
Pasteurización	161,40	154,61	4,20	9,68	2,00	79,34
Enfriamiento	102,71	102,71	0,00	0,00	0,00	0,00
Inoculación	10,61	10,61	0,00	0,00	0,00	0,00
Incubación	106,71	106,71	0,00	0,00	0,00	0,00
Batido	22,33	22,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Saborizado	19,43	19,43	0,00	4,00	1,00	75,00
Envasado	41,69	38,27	8,20	6,88	4,88	29,07
Empacado	14,66	14,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Almacenaje	10,94	10,94	0,00	4,76	4,76	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>745,79</b>	<b>735,57</b>	<b>1,37</b>	<b>29,32</b>	<b>15,34</b>	<b>47,68</b>

#### Análisis

Mediante el método de mínima distancia recorrida del producto, se observó que, los insumos eran los responsables de los grandes desplazamientos realizados por todos los operarios, los procesos en los que se requería el manejo y procesamiento de envases, fue reemplazado por la adecuación de estanterías y mesas de trabajo, reduciendo todo el desplazamiento en 1,3 metros, mientras que, la adecuación de la estantería de las herramientas de trabajo, dieron como resultado un ahorro de desplazamiento de 0,3 metros. El recorrido total paso de 29,32 metros a 15,34 metros, obteniendo una eficiencia del personal en general y aumentando el área de desplazamiento en un 57,68%.

#### *Comparativa de datos en el software FlexSim*

El software FlexSim, como método de validación de resultados, arroja las tablas de datos sobre las salidas totales establecidas y el tiempo que se demora en realizar el trabajo.

La Tabla 29, muestra la comparativa entre el antes y el después de aplicar los cambios sugeridos, en el segundo día de trabajo.

**Tabla 29.** Comparativa entre el antes y el después para el segundo día de trabajo

Tiempo	Actual	Propuesta																																								
Para una jornada de trabajo	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Staytime</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>37.59</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>28.38</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>204.24</td> </tr> <tr> <td>Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido</td> <td>407.80</td> </tr> <tr> <td>_8_Saborizado</td> <td>13.98</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>1.06</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>1.19</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	Staytime		Object	Average	_1_Recepción de materia prima	37.59	_1_1_Inspección de MP	28.38	_2_Estandarización o Descremación	204.24	Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	407.80	_8_Saborizado	13.98	_9_Envasado	1.06	_10_Empacado	1.19	_11_Almacenamiento	0.04	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Staytime</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>50.76</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>19.90</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>166.05</td> </tr> <tr> <td>_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7 Batido</td> <td>381.25</td> </tr> <tr> <td>_8_Saborizado</td> <td>0.37</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	Staytime		Object	Average	_1_Recepción de materia prima	50.76	_1_1_Inspección de MP	19.90	_2_Estandarización o Descremación	166.05	_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7 Batido	381.25	_8_Saborizado	0.37	_9_Envasado	0.50	_10_Empacado	0.58	_11_Almacenamiento	0.04
	Staytime																																									
	Object	Average																																								
_1_Recepción de materia prima	37.59																																									
_1_1_Inspección de MP	28.38																																									
_2_Estandarización o Descremación	204.24																																									
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	407.80																																									
_8_Saborizado	13.98																																									
_9_Envasado	1.06																																									
_10_Empacado	1.19																																									
_11_Almacenamiento	0.04																																									
Staytime																																										
Object	Average																																									
_1_Recepción de materia prima	50.76																																									
_1_1_Inspección de MP	19.90																																									
_2_Estandarización o Descremación	166.05																																									
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7 Batido	381.25																																									
_8_Saborizado	0.37																																									
_9_Envasado	0.50																																									
_10_Empacado	0.58																																									
_11_Almacenamiento	0.04																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Content</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Current</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_8_Saborizado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Content		Object	Current	_1_Recepción de materia prima	0.00	_1_1_Inspección de MP	0.00	_2_Estandarización o Descremación	0.00	Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00	_8_Saborizado	0.00	_9_Envasado	1.00	_10_Empacado	1.00	_11_Almacenamiento	0.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Content</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Current</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7 Batido</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Content		Object	Current	_1_Recepción de materia prima	0.00	_1_1_Inspección de MP	0.00	_2_Estandarización o Descremación	0.00	_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7 Batido	1.00	_9_Envasado	0.00	_10_Empacado	0.00	_11_Almacenamiento	0.00			
Content																																										
Object	Current																																									
_1_Recepción de materia prima	0.00																																									
_1_1_Inspección de MP	0.00																																									
_2_Estandarización o Descremación	0.00																																									
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00																																									
_8_Saborizado	0.00																																									
_9_Envasado	1.00																																									
_10_Empacado	1.00																																									
_11_Almacenamiento	0.00																																									
Content																																										
Object	Current																																									
_1_Recepción de materia prima	0.00																																									
_1_1_Inspección de MP	0.00																																									
_2_Estandarización o Descremación	0.00																																									
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7 Batido	1.00																																									
_9_Envasado	0.00																																									
_10_Empacado	0.00																																									
_11_Almacenamiento	0.00																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Salida de producto</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Input</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Almacén</td> <td>500.00</td> </tr> </tbody> </table>	Salida de producto		Object	Input	Almacén	500.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Salida de producto</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Input</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Almacén</td> <td>500.00</td> </tr> </tbody> </table>	Salida de producto		Object	Input	Almacén	500.00																													
Salida de producto																																										
Object	Input																																									
Almacén	500.00																																									
Salida de producto																																										
Object	Input																																									
Almacén	500.00																																									

La Tabla 30, muestra la comparativa entre el antes y el después de aplicar los cambios sugeridos, en la semana de trabajo.

**Tabla 30.** Comparativa entre el antes y el después para la semana de trabajo

Tiempo	Actual	Propuesta																																								
Para una semana de trabajo	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Staytime</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>38.54</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>28.23</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>191.29</td> </tr> <tr> <td>Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido</td> <td>402.84</td> </tr> <tr> <td>_8_Saborizado</td> <td>13.62</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>1.06</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>1.17</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	Staytime		Object	Average	_1_Recepción de materia prima	38.54	_1_1_Inspección de MP	28.23	_2_Estandarización o Descremación	191.29	Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	402.84	_8_Saborizado	13.62	_9_Envasado	1.06	_10_Empacado	1.17	_11_Almacenamiento	0.04	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Staytime</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>50.08</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>19.37</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>196.82</td> </tr> <tr> <td>_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido</td> <td>382.75</td> </tr> <tr> <td>_8_Saborizado</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>0.59</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	Staytime		Object	Average	_1_Recepción de materia prima	50.08	_1_1_Inspección de MP	19.37	_2_Estandarización o Descremación	196.82	_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	382.75	_8_Saborizado	0.38	_9_Envasado	0.50	_10_Empacado	0.59	_11_Almacenamiento	0.04
	Staytime																																									
	Object	Average																																								
_1_Recepción de materia prima	38.54																																									
_1_1_Inspección de MP	28.23																																									
_2_Estandarización o Descremación	191.29																																									
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	402.84																																									
_8_Saborizado	13.62																																									
_9_Envasado	1.06																																									
_10_Empacado	1.17																																									
_11_Almacenamiento	0.04																																									
Staytime																																										
Object	Average																																									
_1_Recepción de materia prima	50.08																																									
_1_1_Inspección de MP	19.37																																									
_2_Estandarización o Descremación	196.82																																									
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	382.75																																									
_8_Saborizado	0.38																																									
_9_Envasado	0.50																																									
_10_Empacado	0.59																																									
_11_Almacenamiento	0.04																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Content</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Current</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_8_Saborizado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Content		Object	Current	_1_Recepción de materia prima	0.00	_1_1_Inspección de MP	0.00	_2_Estandarización o Descremación	0.00	Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00	_8_Saborizado	0.00	_9_Envasado	1.00	_10_Empacado	1.00	_11_Almacenamiento	0.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Content</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Current</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Content		Object	Current	_1_Recepción de materia prima	0.00	_1_1_Inspección de MP	0.00	_2_Estandarización o Descremación	0.00	_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	1.00	_9_Envasado	0.00	_10_Empacado	0.00	_11_Almacenamiento	0.00			
Content																																										
Object	Current																																									
_1_Recepción de materia prima	0.00																																									
_1_1_Inspección de MP	0.00																																									
_2_Estandarización o Descremación	0.00																																									
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00																																									
_8_Saborizado	0.00																																									
_9_Envasado	1.00																																									
_10_Empacado	1.00																																									
_11_Almacenamiento	0.00																																									
Content																																										
Object	Current																																									
_1_Recepción de materia prima	0.00																																									
_1_1_Inspección de MP	0.00																																									
_2_Estandarización o Descremación	0.00																																									
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	1.00																																									
_9_Envasado	0.00																																									
_10_Empacado	0.00																																									
_11_Almacenamiento	0.00																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Salida de producto</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Input</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Almacén</td> <td>1875.00</td> </tr> </tbody> </table>	Salida de producto		Object	Input	Almacén	1875.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Salida de producto</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Input</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Almacén</td> <td>2000.00</td> </tr> </tbody> </table>	Salida de producto		Object	Input	Almacén	2000.00																													
Salida de producto																																										
Object	Input																																									
Almacén	1875.00																																									
Salida de producto																																										
Object	Input																																									
Almacén	2000.00																																									

La Tabla 31, muestra la comparativa entre el antes y el después de aplicar los cambios sugeridos, en el mes de trabajo.

**Tabla 31.** Comparativa entre el antes y el después para el mes de trabajo

Tiempo	Actual	Propuesta																																								
Para un mes de trabajo	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Staytime</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>37.92</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>27.91</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>180.51</td> </tr> <tr> <td>Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido</td> <td>408.08</td> </tr> <tr> <td>_8_Saborizado</td> <td>13.53</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>1.05</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>1.16</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	Staytime		Object	Average	_1_Recepción de materia prima	37.92	_1_1_Inspección de MP	27.91	_2_Estandarización o Descremación	180.51	Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	408.08	_8_Saborizado	13.53	_9_Envasado	1.05	_10_Empacado	1.16	_11_Almacenamiento	0.04	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Staytime</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Average</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>49.01</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>19.47</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>185.27</td> </tr> <tr> <td>_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido</td> <td>383.12</td> </tr> <tr> <td>_8_Saborizado</td> <td>0.37</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>0.59</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	Staytime		Object	Average	_1_Recepción de materia prima	49.01	_1_1_Inspección de MP	19.47	_2_Estandarización o Descremación	185.27	_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	383.12	_8_Saborizado	0.37	_9_Envasado	0.50	_10_Empacado	0.59	_11_Almacenamiento	0.04
	Staytime																																									
	Object	Average																																								
_1_Recepción de materia prima	37.92																																									
_1_1_Inspección de MP	27.91																																									
_2_Estandarización o Descremación	180.51																																									
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	408.08																																									
_8_Saborizado	13.53																																									
_9_Envasado	1.05																																									
_10_Empacado	1.16																																									
_11_Almacenamiento	0.04																																									
Staytime																																										
Object	Average																																									
_1_Recepción de materia prima	49.01																																									
_1_1_Inspección de MP	19.47																																									
_2_Estandarización o Descremación	185.27																																									
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	383.12																																									
_8_Saborizado	0.37																																									
_9_Envasado	0.50																																									
_10_Empacado	0.59																																									
_11_Almacenamiento	0.04																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Content</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Current</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_8_Saborizado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Content		Object	Current	_1_Recepción de materia prima	0.00	_1_1_Inspección de MP	0.00	_2_Estandarización o Descremación	1.00	Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00	_8_Saborizado	0.00	_9_Envasado	0.00	_10_Empacado	0.00	_11_Almacenamiento	0.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Content</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Current</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>_1_Recepción de materia prima</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_1_1_Inspección de MP</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_2_Estandarización o Descremación</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>_9_Envasado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_10_Empacado</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>_11_Almacenamiento</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Content		Object	Current	_1_Recepción de materia prima	0.00	_1_1_Inspección de MP	0.00	_2_Estandarización o Descremación	1.00	_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	1.00	_9_Envasado	0.00	_10_Empacado	0.00	_11_Almacenamiento	0.00			
Content																																										
Object	Current																																									
_1_Recepción de materia prima	0.00																																									
_1_1_Inspección de MP	0.00																																									
_2_Estandarización o Descremación	1.00																																									
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00																																									
_8_Saborizado	0.00																																									
_9_Envasado	0.00																																									
_10_Empacado	0.00																																									
_11_Almacenamiento	0.00																																									
Content																																										
Object	Current																																									
_1_Recepción de materia prima	0.00																																									
_1_1_Inspección de MP	0.00																																									
_2_Estandarización o Descremación	1.00																																									
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	1.00																																									
_9_Envasado	0.00																																									
_10_Empacado	0.00																																									
_11_Almacenamiento	0.00																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Salida de producto</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Input</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Almacén</td> <td>9000.00</td> </tr> </tbody> </table>	Salida de producto		Object	Input	Almacén	9000.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Salida de producto</th> </tr> <tr> <th>Object</th> <th>Input</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Almacén</td> <td>9500.00</td> </tr> </tbody> </table>	Salida de producto		Object	Input	Almacén	9500.00																													
Salida de producto																																										
Object	Input																																									
Almacén	9000.00																																									
Salida de producto																																										
Object	Input																																									
Almacén	9500.00																																									

## Análisis

Según los datos obtenidos de la simulación el primer día de trabajo acaba en el proceso de estandarización, esto se debe a que se altera las temperaturas de la materia prima a bajo nivel para que no pierda las propiedades internas, haciendo que el operario tenga que esperar mientras las máquinas trabajan, cubriendo la necesidad de mantener toda la calidad de la materia prima. En el segundo día de trabajo se cubre los 500 litros para dar como finalizado la producción del lote de pedido pendiente.

En una semana de trabajo se observa la variación de 175 litros que se producen en la planta de producción, lo que representa una mejora promedio del 6,25%. Por otra parte, mensualmente, se observa una mejora de 500 litros por la cantidad reducida de desplazamiento realizados, no es exponencial debido a la existencia de varios procesos en una máquina haciendo que el cuello de botella no pueda ser alterado en gran medida.

Otra consideración es que el cuello de botella presente en el área de la marmita de 750 litros con la ejecución de procesos de pasteurizado, enfriamiento, batido, inoculación e incubación tiene una demora de 403,76 minutos equivalente a 6,7 horas imposibilita la mejora de las salidas obtenidas mensualmente.

### *Mejora según principios básicos de redistribución de planta*

Mediante la propuesta elaborada por la Toyota Production System, se plantea 6 principios básicos, la Tabla 32, muestra la justificación de cumplimiento de cada punto considerado en el estudio.

**Tabla 32.** Principios básicos de redistribución de planta

Principio	Actual		Propuesta		Observaciones
	Cumple		Cumple		
	SI	NO	SI	NO	
Integración de conjunto	X		X		Se adecuó la planta, para destinar el manejo de herramientas e insumos, en zonas más próximas, con relación a las necesidades en el proceso.
Mínima distancia recorrida		X	X		Mediante la reubicación de las estanterías y mesas colocadas cerca de los procesos de la línea primaria, se pretende reubicar y destinar los nuevos espacios, reduciendo la distancia que recorre el operario.
Circulación o flujo de materiales		X	X		Se plantea adecuar la distribución de planta, de tal forma que exista una secuencia en serie, donde, cada proceso se encuentra junto a su predecesor.
Espacio cúbico		X	X		Se propone la readecuación de las estanterías, dando como resultado un espacio abierto más amplio para recorrido de los operarios.
Satisfacción y seguridad		X	X		Al obtener una distancia menor de recorrido, aumenta el grado de calidad que se genera del producto.
Flexibilidad		X	X		El manejo de las estanterías, no requiere grandes inversiones, por lo tanto, el nuevo diseño, se adecúa a las nuevas necesidades de la planta.

## Análisis

Una vez analizados los principios básicos de redistribución de planta, se observa que la empresa puede modificar las condiciones actuales de trabajo para generar las condiciones de trabajo; al modificar el proceso de pasteurización de forma que se eliminaron los objetos que no agregan valor a la planta y readecuar la estantería en un espacio de forma que no obstaculice el paso y esto permita el flujo normal de la línea de producción; al modificar los recorridos del proceso de envasado mediante la colocación de la estantería en un espacio que reduce la condición de trabajo, puede mejorar los movimientos de los envases requeridos para colocar el producto y dar por finalizado el proceso.

## Cálculo de costo de manejo de materiales

### *Costos de mano de obra*

Los desplazamientos de materiales juegan un papel importante sobre la elaboración de un producto, en términos de efectividad, un operario puede ser capaz de mejorar su rendimiento y el de la planta en general. La Tabla 33, muestra los gastos producidos por operario.

Tabla 33. Análisis de costo de mano de obra

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC” 	
<b>Elaborado por:</b>	Doris Fernanda Clavón Taipe
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo, Mg.
<b>Fecha de evaluación:</b>	14/06/2023
<b>Pagos a operarios</b>	
<b>Consideración</b>	<b>Valor</b>
Pago según la ley del estado	\$631,43
Gastos de seguro	\$45,00
Costo de jornada de trabajo	22,50 \$/día
Costo de mano de obra por hora	2,81 \$/hora
Número de operarios	3 operarios
Costo de mano de obra total por hora	2,63 \$/hora
Costo de mano de obra total por minuto	0,044 \$/minuto

## Análisis

En el Ecuador, el básico según datos del año 2023, se encuentra en \$631,43 mensuales, esta denominación se paga mensualmente al 3 operario que elabora las actividades en la planta de producción, para elaborar el estudio, el valor requerido es el costo de mano de obra por minuto de \$0,044 por minuto.

### *Resumen de desplazamientos producidos*

El traslado de los operarios se determinó a partir de los datos de los recorridos que se obtuvieron de la planta de producción, a continuación, la Tabla 34, muestra los detalles del estudio.

**Tabla 34.** Desplazamientos producidos por los operarios

Nº	Desde	Nº	Hacia	Distancia (m)	Tiempo (s)
1	Recepción de materia prima	2	Control de calidad	0,80	4,20
2	Control de calidad	3	Descremado	1,00	159,60
3	Descremado	4	Pasteurizado	2,20	25,20
4	Pasteurizado	5	Estantería de herramientas	3,84	160,80
5	Estantería de herramientas	4	Pasteurizado	3,84	160,80
4	Pasteurizado	6	Saborizado	2,00	18,60
6	Saborizado	7	Envasado	4,00	45,00
7	Envasado	8	Estante de envases	2,04	179,40
8	Estante de envases	9	Fechado	1,00	27,00
9	Fechado	7	Envasado	3,04	929,40
7	Envasado	10	Etiquetado	0,80	55,80
10	Etiquetado	11	Almacenaje	4,76	492,00
<b>Total</b>				<b>29,32</b>	<b>2257,80</b>

*Costo por manejo de materiales*

La Tabla 35, muestra el costo por el manejo de materiales obtenido de la velocidad promedio empleada para elaborar el producto en la planta de producción.

**Tabla 35.** Costo de manejo de material

Desde	Hasta	Tiempo (min)	Costo por unidad de carga (\$)	Costo de manejo de material por litro y metros recorridos (\$/U-m)
Recepción de materia prima	Control de calidad	0,0700	0,0031	0,0038
Control de calidad	Descremado	2,6600	0,1166	0,1166
Descremado	Pasteurizado	0,4200	0,0184	0,0084
Pasteurizado	Estantería de herramientas	2,6800	0,1175	0,0306
Estantería de herramientas	Pasteurizado	2,6800	0,1175	0,0306
Pasteurizado	Saborizado	0,3100	0,0136	0,0068
Saborizado	Envasado	0,7500	0,0329	0,0082
Envasado	Estante de envases	2,9900	0,1311	0,0643
Estante de envases	Fechado	0,4500	0,0197	0,0197
Fechado	Envasado	15,4900	0,6792	0,2234
Envasado	Etiquetado	0,9300	0,0408	0,0510
Etiquetado	Almacenaje	8,2000	0,3596	0,0755
<b>TOTAL</b>		<b>37,63</b>	<b>1,65</b>	<b>0,64</b>

**Análisis**

Mediante el estudio de la situación actual del costo por el manejo de materiales, se obtuvo que, monetariamente, a la empresa le cuesta un estimado de \$0,64 por unidad, a partir de los datos de un operario disponible en la planta de producción.

*Cálculo del costo por manejo de materiales*

Una vez determinado cada uno de los datos correspondientes al costo por el manejo de materiales con los cambios empleados se obtuvo una mejora significativa. La Tabla 36, muestra los cálculos para obtener los resultados teóricos.

**Tabla 36.** Cálculo del costo por el manejo de materiales, situación actual y propuesta

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”	
<b>Elaborado por:</b>	Doris Fernanda Clavón Taipe	
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo, Mg.	
<b>Fecha de evaluación:</b>	15/06/2023	
<b>Datos generales para el cálculo del costo por el manejo de materiales</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	
Distancia recorrida actual	29,32 metros	
Distancia recorrida propuesta	15,34 metros	
Costo actual de manejo de material por litro y metros recorridos	0,64 (\$/U-m)	
Capacidad mensual de la planta	18 lotes de 500 litros	
<b>Cálculo del costo por el manejo de materiales actual</b>		
<p><b><i>Costo actual = distancia actual * capacidad mensual</i></b>  <b>* Costo propuesto de manejo de material por litro y metro</b>  <b><i>Costo = 29,32 m * 18 U * 0,6390 (\$/U – m)</i></b>  <b><i>Costo = \$ 337,25</i></b></p>		
<b>Cálculo del costo por el manejo de materiales propuesto</b>		
<p><b><i>Costo propuesto</i></b>  <b>= <i>distancia actual * capacidad mensual</i></b>  <b>* Costo propuesto de manejo de material por litro y metro</b>  <b><i>Costo = 15,34 m * 18 U * 0,6390 (\$/U – m)</i></b>  <b><i>Costo = \$ 176,45</i></b></p>		

## Análisis

La situación actual, muestra un costo de \$337,25 requeridos para el manejo de materiales por la planta baja y; la situación propuesta, muestra un costo de \$ 176,45 del total de desplazamientos en la planta de producción según los cambios programados para los procesos de estandarización y de envasado.

Si la empresa elabora la propuesta de redistribución de planta, el costo mensual que se llega a ahorrar es de \$160,80, dando un equivalente de mejora del 47,68% al máximo de su capacidad mensual. La línea de producción mejora significativamente según las distancias recorridas, sin embargo, estos valores no se distancian en gran medida por los procesos realizados en la marmita de pasteurizado.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- El diagnóstico inicial, determinó actividades y recorridos en los procesos de envasado y pasteurizado que no agregan valor al producto; las actividades se produjeron a partir de la inadecuada gestión sobre las áreas de trabajo y por la presencia de objetos no utilizados que obstaculizaban el flujo de recorrido de los recursos en la planta de trabajo. El recorrido actual empleado durante el estudio fue de 29,32 m. y el tiempo fue de 745,79 min/lote requerido para elaborar un lote de 500 lts. del producto ofertado.
- Mediante el método de factores ponderados, se determinó que la distribución de planta que más se adapta a las necesidades de la empresa es por proceso y; a través de la metodología SLP se identificó la secuencia de actividades para la nueva disposición de planta considerando las áreas requeridas las cuales fueron calculadas por el método de Guerchet. Al aplicar las metodologías de distribución de planta, se propone una disposición en el que la suma de los recorridos de materiales es de 15,34 m. con un tiempo de 735,57 min/lote requerido para elaborar un lote de 500 lts. de yogurt.
- Mediante la simulación de la planta (situación actual) se determinaron datos reales sobre el manejo de recursos, entradas y salidas, el resultado fue un total 9000 lts. producidos como capacidad al mes; mientras que, la simulación de la propuesta con los cambios sobre los recorridos y tiempos obtuvo un total de 9500 lts. por mes. El cuello de botella fue modificado gradualmente, sin embargo, al tener un tiempo de producción de 396,97 min. para el proceso de pasteurizado, no se observa una mejora significativa. Respecto al costo por el manejo de materiales, para realizar el producto ofertado durante un mes reflejó que: la situación actual, requiere de un valor de \$337,25 y; el método propuesto de \$ 176,45. Los valores dan un resultado de mejora del 47,68% en cuanto al manejo de materiales por mes.

## 4.2 Recomendaciones

- Realizar un estudio sobre la factibilidad de una mejora sobre el proceso cuello de botella para mejorar el tiempo empleado para producir un lote de 500 litros.
- Modificar el espacio de control de calidad, existe normativa referente a los métodos adecuados y más limpios, esto refiere al grado de cumplimiento de todas las medidas de seguridad.
- Adecuar las mesas de trabajo, en el caso de adquirir nuevas tecnologías, para reducir el grado de desplazamientos de máquinas y equipos con el fin de identificar los puntos en los que, se puede realizar las instalaciones adecuadas, sin modificar las condiciones de la planta.
- Elaborar de forma adecuada la proyección de mercado una vez que se realice los cambios a la planta según el estudio elaborado para direccionar la planta a la mejora continua.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias bibliográficas

- [1] B. Maizancho 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] J. Marcalla Tuso y J. Tenorio Almache, Estudio del proceso de fabricación del yogurt para la optimización de tiempos y movimientos en la empresa de productos lácteos "Leito", Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2018.
- [3] J. Fiestas, A. Furlong, L. Jiménez y J. Mendoza, Diseño de distribución de planta y sistema productivo de yogurt a base de leche de cabra, Universidad de Piura, Piura, 2018.
- [4] A. Paredes Rodríguez, K. Peláez Mejía, V. Chud Pantoja, J. Payan Quevedo y D. R. Alarcón Grisales, Rediseño de una planta productora de lácteos mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP, Scientia et Technica, vol. 21, n° 4, pp. 12-24, 2016.
- [5] R. E. Pérez Martínez, Diseño de distribución en planta y optimización de los procesos productivos en la empresa "Lácteos Sotaquirá" en el municipio de Sotaquirá Boyacá, Universidad Antonio Mariño, Tunja, 2020.
- [6] O. D. Quiceno Orozco y N. Zuluaga García, Propuesta de mejoramiento para la distribución de planta en una empresa del sector lácteo, Universidad ICESI, Santiago de Cali, 2018.
- [7] A. Mendizábal Higueros, Diseño conceptual de una planta procesadora de quesos y crema en Guatemala, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, 2021.
- [8] C. Ramírez, Diseño de una planta piloto para la producción de yogur en la facultad de ingeniería Química, Universidad Central del Ecuador, Quito, 2017.
- [9] E. A. Yuccha Cuno, Distribución de instalaciones para la nueva planta de producción de la empresa Calzado Cass, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.

- [10] J. A. López Ramos, Redistribución física de la planta Foamy Eva en la empresa Plasticaucho Industrial S.A., Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [11] R. Chase, R. Jacobs y N. Aquilani, Administración de operaciones de producción y cadena de suministros, The McGraw-Hill, México, 2009.
- [12] D. J. Zamorano, Manual de procesamiento lácteo, Agencia de cooperación internacional de Japón, Boaco, 2016.
- [13] E. Cohen, Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un índice de desempeño, Revista de administración de empresas, vol. 1, n° 21, pp. 1-16, 2016.
- [14] A. Paredes, K. Peláez, V. Chud, J. Payan y D. Alarcón, Rediseño de una planta productora de lácteos mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP, Scientia et Technica año XXI, vol. 21, n° 4, pp. 1-11, 2016.
- [15] B. Niebel, Planeación sistemática de la distribución de Muther, Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo, vol. 3, n° 1, pp. 88-91, 2015.
- [16] T. K. Berrezueta Espín, Estandarización de procesos en la elaboración de pisos clásicos, a partir del tabloncillo de eucalipto, para mejorar la productividad en pymes del sector maderero, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.
- [17] A. M. Galindo Alvares y M. Tapia, SLP: Una forma sencilla de analizar la distribución física de su fábrica, Ingeniería Industrial, Cuba, 2017.
- [18] G. Monsalve, Planificación de operaciones de manufactura y servicios, Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, 2018.
- [19] C. Castro, Planeación de la producción, Universidad EAFIT, 2020.
- [20] L. Saldarriaga, Almacenes y centros de distribución, Marge Books, 2019.
- [21] N. Gaither, Administración de producción y operaciones, Texas: Octava, 2015.
- [22] E. J. Avilés, Proyecto técnico diseño y distribución de planta para la empresa Reencavi compañía anónima, Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2019.
- [23] M. Muñoz Cabanillas, Diseño de distribución en planta de una empresa textil, Quito: Universidad Central del Ecuador, 2018.

- [24] G. V. Chaluís Analuisa, Distribución de planta de la empresa de Calzado Booms de la ciudad de Ambato, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2015.
- [25] K. Torres, L. Flores, C. Sanchez y N. Castañeda, SLP Methodology for Plant Distribution in Glue Laminated Guadua (GLG) manufacturing companies, Revista de Ingeniería, vol. 1, nº 3, pp. 1-15, 2020.
- [26] R. Carro Paz y D. González Gómez, Localización de instalaciones, Administración de las operaciones, vol. 1, nº 2, pp. 1-25, 2017.
- [27] E. Fernández, Administración de la producción: Enfoque estratégico, Ediciones Pirámide, 2020.
- [28] M. Santos, La dirección de operaciones desde una perspectiva práctica: Ejercicios resueltos, ESIC Editorial, 2020.
- [29] P. Pérez, Programación de Operaciones, Universidad de Sevilla, 2018.
- [30] A. Y. López-Sánchez, A. L. González Lara y S. Alcaraz Corona, Simulación para la optimización de la producción de ejes en la línea de ensamblaje de una empresa de manufactura, Ingeniería, investigación y tecnología, vol. 20, nº 1, pp. 12-15, 2019.
- [31] M. A. Díaz, R. Zárate y R. V. Román, Simulación FlexSim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba, Científica ESME, vol. 22, nº 2, pp. 1-14, 2018.
- [32] L. B. Abril Flores, Análisis Lean Six Sigma en el proceso de inyección de suelas de calzado en la empresa Plasticaucho Industrial S.A., Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [33] R. Hullinger y B. Nordgren, Bienvenido a FlexSim, 2022.
- [34] N. L. Tejada Diaz, V. Soler y A. Pérez, Metodología de estudio de tiempos y movimientos; introducción al GSD, 3C Empresa, vol. 1, nº 2, pp. 39-49, 2017.

## **Anexos**

**Anexo 1.** Formato de entrevista al gerente de la empresa

	<p><b>FORMATO DE ENTREVISTA ESTRUCTURADA</b></p>
<p><b>Encuestado:</b></p>	
<p><b>Cargo:</b></p>	
<p>1. ¿Reseña histórica de la empresa Yogurt Amilac?</p> <hr/> <p>2. ¿Cuántos trabajadores se encuentran en el área de producción?</p> <hr/> <p>3. ¿Cuántos procesos se requieren para la fabricación de yogurt?</p> <hr/> <p>4. ¿La construcción de la planta fue diseñada mediante un estudio?</p> <hr/> <p>5. ¿Cuántas maquinas se encuentran en el área de producción?</p> <hr/> <p>6. ¿Qué productos oferta Amilac?</p> <hr/>	
<p><b>Encuestado por:</b></p>	<p><b>Fecha de encuesta:</b></p>
<p><b>Aprobado por:</b></p>	<p><b>Fecha de aprobación:</b></p>



**FORMATO DE ENTREVISTA  
ESTRUCTURADA**

**Encuestado:** Sr. Humberto Casa

**Cargo:** Gerente de la empresa Lácteos Amilac

**1. ¿Reseña histórica de la empresa Yogurt Amilac?**

La empresa nace en el año 2017 bajo la dirección de mi socio estratégico de trabajo y yo en la parroquia Guaytacama, provincia de Latacunga.

**2. ¿Cuántos trabajadores se encuentran en el área de producción?**

La empresa tuvo muchos problemas que afrontar debido a la crisis sanitaria, por lo que, actualmente se cuenta con 3 trabajadores que se distribuyen en la planta.

**3. ¿Cuántos procesos se requieren para la fabricación de yogurt?**

Se requiere de 11 procesos en total, el grado de control de calidad es mayor por las propiedades con las que llega la materia prima (leche).

**4. ¿La construcción de la planta fue diseñada mediante un estudio?**

El trabajar anteriormente, en una planta de elaboración de yogurt, se tomó como la referencia para realizar la construcción y colocación de cada espacio de trabajo, no se realizaron estudios de ingeniería.

**5. ¿Cuántas máquinas se encuentran en el área de producción?**

Se cuenta con 6 tipos de máquinas distintas que se distribuyen por toda la planta de producción.

**6. ¿Qué productos oferta Amilac?**

El único producto ofertado, es el yogurt, en diferentes tamaños y sabores, se abarca un solo mercado de forma estable.

**Encuestado por:**

**Fecha de encuesta:**

**Aprobado por:**

**Fecha de aprobación:**

**Anexo 2.** Formato de entrevista a los trabajadores del área de producción

	<p><b>FORMATO DE ENTREVISTA ESTRUCTURADA</b></p>							
<b>Encuestado:</b>								
<b>Cargo:</b>								
<p>1. ¿Cuántos años lleva en el puesto de trabajo?</p> <hr/>								
<p>2. ¿Le entregaron algún tipo de capacitación previa introducción al puesto de trabajo?</p> <hr/>								
<p>3. ¿Cuántos procesos realiza para la fabricación de yogurt?</p> <hr/>								
<p>4. ¿Se ha golpeado alguna vez con alguna maquina?</p> <hr/>								
<p>5. ¿Cuántas veces se ha golpeado?</p>								
<input type="checkbox"/>	Varias veces al día	<input type="checkbox"/>	2 o más veces al mes					
<input type="checkbox"/>	1 vez al mes							
<p>6. ¿Piensa que está haciendo uso del espacio de trabajo forma correcta?</p> <hr/>								
<p>7. ¿Qué actividades realiza en su puesto de trabajo?</p>								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Ítem</th> <th style="width: 50%;">Actividad</th> <th style="width: 40%;">¿Qué maquina o herramienta utiliza?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ítem	Actividad	¿Qué maquina o herramienta utiliza?	1				
Ítem	Actividad	¿Qué maquina o herramienta utiliza?						
1								
<b>Encuestado por:</b>		<b>Fecha de encuesta:</b>						
<b>Aprobado por:</b>		<b>Fecha de aprobación:</b>						

## Tabulación de datos obtenidos sobre la encuesta a los trabajadores

1. ¿Cuántos años lleva en el puesto de trabajo?

Variable	Selección
0 – 1 año	1
1 – 2	0
3+	2
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>



### Análisis

Del total de los trabajadores presentes en la línea de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”, 1 trabajador realiza sus actividades desde hace 7 meses, mientras que, los otros 2, están en la empresa casi desde que se abrió la planta.

2. ¿Le entregaron algún tipo de capacitación previa introducción al puesto de trabajo?

Variable	Selección
SI	0
NO	3
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>

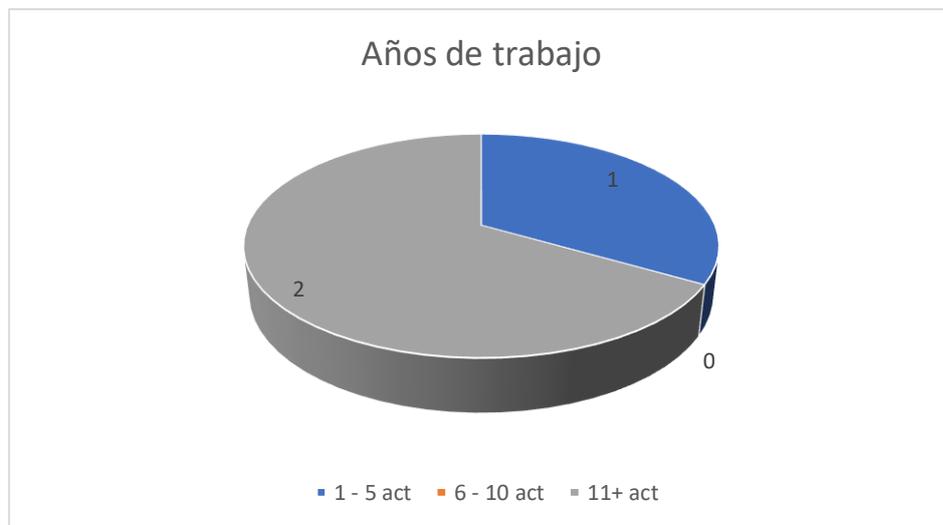


### **Análisis**

Del total de los trabajadores presentes en la línea de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”, a ningún trabajador, se le entregó un manual de procesos o de requerimientos mínimos para las actividades de trabajo.

3. ¿Cuántos procesos realiza para la fabricación de yogurt?

Variable	Selección
1 – 5	1
6 – 10	2
15+	0
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>



### Análisis

Del total de los trabajadores presentes en la línea de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”, 1 trabajador realiza las actividades de control de calidad sobre la materia prima y el producto casi terminado, los otros 2 operarios, se encargan de observar que los parámetros de las máquinas, sean los adecuados.

4. ¿Se ha golpeado alguna vez con alguna maquina?

Variable	Selección
SI	1
NO	2
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>

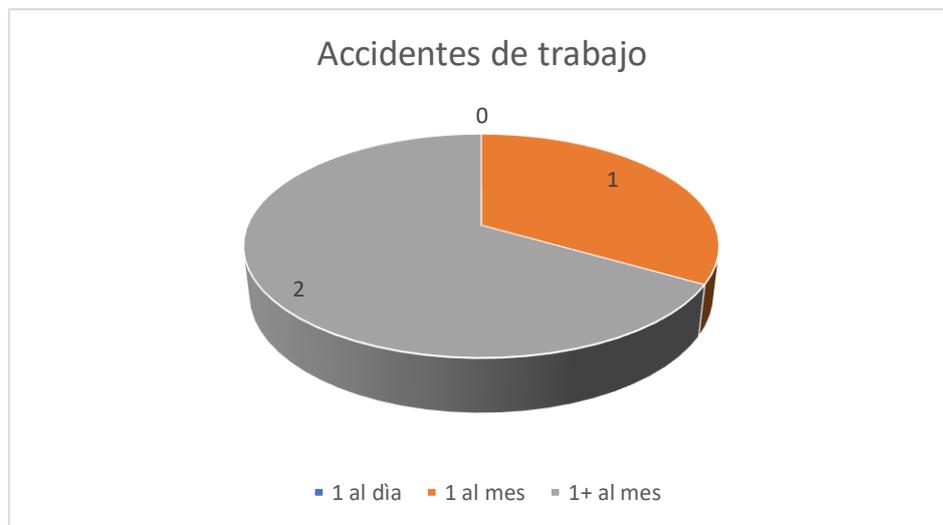


### **Análisis**

Del total de los trabajadores presentes en la línea de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”, el trabajador de control de calidad, no se ha golpeado, mientras que, los otros 2 trabajadores, se han acercado mucho a las máquinas y por lo general, han recibido quemaduras por la distribución actual de la planta.

5. ¿Cuántas veces se ha golpeado?

Variable	Selección
1 al día	0
1 al mes	1
1+ veces al mes	2
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>



**Análisis**

Del total de los trabajadores presentes en la línea de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”, 1 trabajador reporta golpes mínimos por las condiciones del lugar, mientras que, los 2 operarios de producción, han sufrido leves golpes por la disposición de la planta de producción.

6. ¿Piensa que está haciendo uso del espacio de trabajo forma correcta?

Variable	Selección
SI	1
NO	2
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>



### **Análisis**

Del total de los trabajadores presentes en la línea de producción de la empresa “LÁCTEOS AMILAC”, el trabajador de control de calidad, tiene un espacio amplio de trabajo, por otra parte, los dos operarios restantes, piensan que las condiciones, no son adecuadas para el trabajo requerido.

**Anexo 3.** Tablas de factor de desempeño de los operarios de trabajo

<b>Trabajador 001</b>				
<b>Característica</b>	<b>Dato</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
Habilidad	C1	Bueno	0,06	Trabajador exacto en su trabajo.
Esfuerzo	D	Regular	0,00	No requiere de esfuerzo físico.
Condiciones	C	Buenas	0,02	Espacio adecuado de trabajo.
Consistencia	D	Regular	0,00	Mejorable.
Inicial		Promedio	1	
<b>Factor de desempeño</b>			<b>1,08</b>	El trabajador de control de calidad de la materia prima, no requiere de un esfuerzo sobre el manejo de sus recursos, sin embargo, debe tener un control constante sobre las muestras que se extraen.

<b>Trabajador 002</b>				
<b>Característica</b>	<b>Dato</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
Habilidad	D	Regular	0,00	Mejorable.
Esfuerzo	C2	Bueno	0,02	Maneja adecuadamente todos los recursos.
Condiciones	E	Aceptables	-0,03	Espacio reducido de trabajo.
Consistencia	D	Regular	0,00	Termina el día con bajo nivel.
Inicial		Promedio	1	
<b>Factor de desempeño</b>			<b>0,99</b>	La disposición actual de la planta, hace que el operario cambie de área de trabajo constantemente, existen recorridos innecesarios y pierde el manejo de las máquinas presentes.

<b>Trabajador 003</b>				
<b>Característica</b>	<b>Dato</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
Habilidad	C2	Buena	0,03	Mejorable.
Esfuerzo	D	Regular	0,00	En trabajos de pie, culmina el día cansado.
Condiciones	E	Aceptables	-0,03	Espacio reducido de trabajo.
Consistencia	C	Buena	0,01	El trabajador cambia de actividades
Inicial		Promedio	1	
<b>Factor de desempeño</b>			<b>1,01</b>	La disposición actual de la planta, hace que el operario permanezca mucho tiempo de pie, esto hace que las condiciones no se adapten a una jornada de trabajo normal.

**Anexo 4.** Tablas de suplementos de los trabajadores

<b>Trabajador</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Denominación</b>
<b>Trabajador 001</b>	Postura incomoda	2
	Trabajo de precisión	2
	Proceso complejo	4
	Trabajo bastante monótono	1
	Trabajo aburrido	2
<b>Suplementos constantes (Hombre)</b> Necesidades personales y por fatiga		9
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>

<b>Trabajador</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Denominación</b>
<b>Trabajador 002</b>	Trabajo de pie	2
	Iluminación deficiente	2
	Trabajo de precisión	2
	Ruido intermitente	2
	Proceso algo complejo	1
	Trabajo monótono	1
<b>Suplementos constantes (Hombre)</b> Necesidades personales y por fatiga		9
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>

<b>Trabajador</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Denominación</b>
<b>Trabajador 002</b>	Trabajo de pie	2
	Uso de fuerza	2
	Trabajo de precisión	2
	Ruido intermitente	2
	Proceso algo complejo	1
	Trabajo monótono	1
<b>Suplementos constantes (Hombre)</b> Necesidades personales y por fatiga		9
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>

Anexo 5. Ficha de identificación de proceso

		<b>PROCESOS PRODUCTIVOS</b> <b>“LÁCTEOS AMILAC”</b>
<b>Ítem</b>	<b>Proceso</b>	
<b>Nombre del proceso</b>		
<b>1</b>	<b>Descripción del proceso</b>	
	<b>Figura</b>	

**Anexo 6.** Lista de máquinas utilizadas en el proceso de producción

		<b>MAQUINARIA, EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS</b>
<b>Nombre</b>	Descremadora de leche	
<b>Cantidad</b>	1	
<b>Descripción</b>	Máquina que acelera la separación de la grasa presente en la leche por una fuerza centrífuga mediante un tambor.	
<b>Figura</b>		
<b>Nombre</b>	Marmita	
<b>Cantidad</b>	3	
<b>Descripción</b>	La marmita está dentro de la familia ollas. Utilizadas en la industria alimenticia, realiza la cocción, preparación y reposo de la leche. El material evita que la leche se queme o se pegue excesivamente.	
<b>Figura</b>		

**Anexo 6.** Lista de máquinas utilizadas en el proceso de producción (continuación)

		<b>MAQUINARIA, EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS</b>
<b>Nombre</b>	Tolva	
<b>Cantidad</b>	2	
<b>Descripción</b>	Zona de envase de producto final (yogurt), su estructura cónica, parecida a un embudo, facilita la descarga de yogurt en los envases.	
<b>Figura</b>		
<b>Nombre</b>	Selladora de vasos	
<b>Cantidad</b>	1	
<b>Descripción</b>	Máquina selladora de vasos de yogurt, mediante un sistema de colocación de láminas de aluminio y sistema de sellado.	
<b>Figura</b>		

**Anexo 6.** Lista de máquinas utilizadas en el proceso de producción (continuación)

		<b>MAQUINARIA, EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS</b>
<b>Nombre</b>	Envasadora automática	
<b>Cantidad</b>	1	
<b>Descripción</b>	Máquina que forma la envoltura del bolo, selladora y cortadora de los envases.	
<b>Figura</b>		
<b>Nombre</b>	Fechador manual	
<b>Cantidad</b>	1	
<b>Descripción</b>	Máquina de impresión de códigos, con aplicación en las siguientes industrias: medicina, comida y química. Se utiliza para imprimir la fecha de elaboración del yogurt.	
<b>Figura</b>		

Anexo 7. Tiempo preliminar del proceso de recepción de materia prima

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”							
<b>Proceso:</b>		Recepción de materia prima							
<b>Elaborado por:</b>		Doris Clavón							
<b>Fecha:</b>		29/10/22							
<b>Factor de desempeño:</b>		1,08							
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>									
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Tpro</b>	<b>Tn</b>	<b>S</b>	<b>Ts</b>
Recepción de leche	3,37	5,73	5,28	3,16	3,02	4,11	53,78	20%	64,54
Toma de muestra de leche	3,44	4,98	3,98	4,18	3,28	3,97			
Desplazarse al área de control de calidad	0,09	0,07	0,08	0,07	0,09	9,20			
Control de acidez	6,60	6,96	7,42	7,52	6,37	6,98			
Descarga de leche en la marmita de 500 L	27,24	24,48	28,96	24,21	22,83	25,54			
<b>TOTAL</b>						49,80			

Anexo 8. Tiempo preliminar del proceso de estandarización o descremación

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”								
<b>Proceso:</b>	Estandarización o Descremación									
<b>Elaborado por:</b>	Doris Clavón									
<b>Fecha:</b>	29/10/22									
<b>Factor de desempeño:</b>	1,08									
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Tpro</b>	<b>Tn</b>	<b>S</b>	<b>Ts</b>	
Colocar un tanque en cada salida de la máquina descremadora	4,58	5,19	5,09	5,71	3,70	4,85	121,91	20%	146,29	
Tomar leche de la marmita y depositar en la máquina descremadora	1,32	1,98	2,28	2,64	2,25	2,09				
Extracción de leche descremada	3,78	3,49	3,58	3,68	3,42	3,44				
Desplazarse a la marmita de 750 ml	85,33	103,1	87,78	117,1	119,1	102,5				
<b>TOTAL</b>						112,88				
<b>Tiempo en máquina</b>									105,94	
<b>Tiempo de operario</b>									6,94	

Anexo 9. Tiempo preliminar del proceso de pasteurización

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”								
<b>Proceso:</b>	Pasteurizado									
<b>Elaborado por:</b>	Doris Clavón									
<b>Fecha:</b>	29/10/22									
<b>Factor de desempeño:</b>	1,08									
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Tpro</b>	<b>Tn</b>	<b>S</b>	<b>Ts</b>	
Depositar la leche descremada en la marmita de 750 lt	1,84	2,99	1,96	2,76	1,89	2,29	106,05	20%	127,25	
Abrir llave de vapor	0,77	1,48	1,62	1,75	0,73	1,27				
Cocción de leche 85°C	76,53	83,85	82,39	83,43	80,08	81,25				
Desplazarse al sector de herramientas	2,45	2,76	2,54	2,61	2,75	2,80				
Recoger las herramientas	2,28	2,14	2,81	2,52	2,43	2,44				
Desplazar las herramientas al área de pasteurizado	2,41	2,52	2,21	2,52	2,57	2,45				
Medir temperatura con termómetro industrial	2,65	2,69	2,53	2,08	1,92	2,37				
Colocar azúcar	1,98	2,81	2,61	1,49	2,00	2,18				
Cerrar llave de vapor	1,42	0,77	0,69	1,11	1,70	1,14				
<b>TOTAL</b>						98,19				
<b>Tiempo en máquina</b>									81,25	
<b>Tiempo de operario</b>									16,94	

Anexo 10. Tiempo preliminar del proceso de enfriamiento

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización "LÁCTEOS AMILAC"								
<b>Proceso:</b>	Enfriamiento									
<b>Elaborado por:</b>	Doris Clavón									
<b>Fecha:</b>	29/10/22									
<b>Factor de desempeño:</b>	0,99									
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	Tpro	Tn	S	Ts	
Abrir llave de tubería de enfriamiento	1,34	1,35	1,44	1,78	1,76	1,53	73,29	19%	87,21	
Dejar enfriar hasta 45°C	70,60	71,57	70,67	71,74	70,14	70,94				
Medir temperatura con termómetro industrial	1,41	1,55	1,72	1,59	1,71	1,56				
<b>TOTAL</b>						74,03				
<b>Tiempo en máquina</b>									70,94	
<b>Tiempo de operario</b>									3,09	

Anexo 11. Tiempo preliminar del proceso de inoculación

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÀCTEOS AMILAC”								
<b>Proceso:</b>		Inoculación								
<b>Elaborado por:</b>		Doris Clavón								
<b>Fecha:</b>		29/10/22								
<b>Factor de desempeño:</b>		0,99								
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Tpro</b>	<b>Tn</b>	<b>S</b>	<b>Ts</b>	
Añadir fermento láctico	4,55	5,78	4,80	5,23	4,70	5,01	7,59	19%	9,04	
Cerrar llave de tubería de enfriamiento	2,52	2,60	2,73	2,54	2,94	2,66				
<b>TOTAL</b>						7,67				

Anexo 12. Tiempo preliminar del proceso de incubación o reposo

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÀCTEOS AMILAC”								
<b>Proceso:</b>		Incubación o Reposo								
<b>Elaborado por:</b>		Doris Clavón								
<b>Fecha:</b>		29/10/22								
<b>Factor de desempeño:</b>		0,99								
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Tpro</b>	<b>Tn</b>	<b>S</b>	<b>Ts</b>	
Dejar reposar	71,08	70,06	70,03	69,57	70,07	70,16	76,34	19%	90,84	
Tomar una muestra de producto	1,67	1,27	1,63	1,59	0,90	1,41				
Medir acidez	5,53	5,78	5,96	5,39	5,05	5,54				
<b>TOTAL</b>						77,11				
<b>Tiempo en máquina</b>									70,16	
<b>Tiempo de operario</b>									6,95	

Anexo 13. Tiempo preliminar del proceso de batido

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”								
<b>Proceso:</b>	Batido									
<b>Elaborado por:</b>	Doris Clavón									
<b>Fecha:</b>	29/10/22									
<b>Factor de desempeño:</b>	0,99									
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	Tpro	Tn	S	Ts	
Tomar agitador	1,50	1,75	1,72	1,50	1,33	1,56	22,00	19%	26,18	
Iniciar el batido	6,54	7,83	7,07	6,20	8,87	7,30				
Revisar temperatura	2,34	2,22	3,52	2,02	2,42	2,50				
Llenar en baldes de acero inoxidable	4,15	5,64	3,60	5,90	3,82	4,62				
Desplazar los baldes al área de la tolva de 120 lt	6,18	6,25	6,02	6,15	6,13	6,24				
<b>TOTAL</b>						22,22				

Anexo 14. Tiempo preliminar del proceso de saborizado

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”								
<b>Proceso:</b>	Saborizado									
<b>Elaborado por:</b>	Doris Clavón									
<b>Fecha:</b>	29/10/22									
<b>Factor de desempeño:</b>	0,99									
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	Tpro	Tn	S	Ts	
Verter yogurt sin sabor en la tolva de 120 lt	4,55	3,99	5,26	4,99	4,72	4,70	13,93	19%	16,58	
Revisar hoja de pedidos	1,51	1,65	1,67	1,25	1,52	1,52				
Colocar saborizante y carmines	2,57	2,93	2,54	2,61	2,75	2,68				
Añadir mermelada	4,74	4,29	4,32	4,38	4,34	4,42				
Desplazarse al área de envasado	0,77	0,78	0,76	0,74	0,71	0,75				
<b>TOTAL</b>						14,07				

Anexo 15. Tiempo preliminar del proceso de envasado

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”								
<b>Proceso:</b>	Envasado									
<b>Elaborado por:</b>	Doris Clavón									
<b>Fecha:</b>	29/10/22									
<b>Factor de desempeño:</b>	1,01									
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	Tpro	Tn	S	Ts	
Revisar hoja de pedidos	1,42	1,30	1,67	1,79	1,42	1,52	33,98	19%	40,43	
Desplazarse al área de envases	3,50	3,21	3,82	3,42	3,52	3,20				
Colocar envases en gavetas	4,24	4,64	4,31	4,28	4,96	4,50				
Desplazar al área de fechado	0,44	0,63	0,54	0,57	0,43	0,52				
Fechar las etiquetas	1,60	1,71	2,66	2,46	2,38	2,16				
Desplazar al área de envasado	17,85	14,83	13,42	16,43	15,85	15,68				
Esterilizar el envase	0,66	0,71	1,00	0,65	0,82	0,77				
Envasar el yogur	1,43	0,60	0,83	2,21	1,57	1,33				
Esterilización de tapa	0,99	0,71	0,75	0,88	0,89	0,84				
Tapar el envase	0,99	0,68	0,75	0,69	0,72	0,77				
Desplazarse al área de etiquetado	0,38	0,42	0,37	0,48	0,41	0,41				
Pegar la etiqueta en los envases	2,11	1,81	1,96	2,01	1,85	1,94				
<b>TOTAL</b>						33,64				

Anexo 16. Tiempo preliminar del proceso de empaado

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÀCTEOS AMILAC”								
<b>Proceso:</b>		Saborizado								
<b>Elaborado por:</b>		Doris Clavón								
<b>Fecha:</b>		29/10/22								
<b>Factor de desempeño:</b>		0,99								
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Tpro</b>	<b>Tn</b>	<b>S</b>	<b>Ts</b>	
Revisar hoja de pedido	1,12	0,85	0,95	1,17	0,68	0,95	10,11	19%	12,03	
Formar pacas de acuerdo al pedido	5,21	3,60	4,49	5,12	5,27	4,74				
Succionar el aire y comprimir el interior de la envoltura	0,73	0,83	0,66	0,70	0,98	0,78				
Colocar producto en gavetas	4,65	2,67	3,86	4,24	3,30	3,74				
<b>TOTAL</b>						10,21				

Anexo 17. Tiempo preliminar del proceso de almacenamiento

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÀCTEOS AMILAC”								
<b>Proceso:</b>		Saborizado								
<b>Elaborado por:</b>		Doris Clavón								
<b>Fecha:</b>		29/10/22								
<b>Factor de desempeño:</b>		0,99								
<b>Toma de tiempos preliminar (min)</b>										
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Tpro</b>	<b>Tn</b>	<b>S</b>	<b>Ts</b>	
Ingreso gavetas	0,66	0,98	0,83	0,67	0,77	0,78	7,41	19%	8,81	
Traslado al área de almacenaje	4,74	6,23	6,72	7,66	8,15	6,70				
<b>TOTAL</b>						7,48				

Anexo 18. Toma de tiempos observados del proceso de recepción de materia prima

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización "LÁCTEOS AMILAC"															
<b>Proceso</b>		Recepción de materia prima															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		1,08					Suplementos					20%					
Toma de Tiempos Observados (min)																	
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	Tpro	Ts
Recepción de leche	7,60	4,67	5,80	6,16	4,72	6,84	6,04	6,13	4,51	6,33	5,89	5,80	4,70	3,72	5,24	5,61	67,91
Toma de muestra de leche	6,13	5,26	5,72	5,82	6,39	5,20	5,53	5,66	6,13	4,49	5,91	5,08	3,85	5,15	4,18	5,37	
Desplazarse al área de control	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,07	0,08	0,06	0,06	0,08	0,05	0,06	0,08	0,07	0,06	0,07	
Control de acidez	8,79	9,28	10,24	9,01	9,24	8,89	8,82	8,58	9,96	9,28	8,70	8,78	8,54	9,31	9,17	9,11	
Descarga de leche en la marmita de 500 L	34,41	30,38	34,70	28,14	26,62	36,13	33,10	34,17	32,72	35,10	30,35	34,43	32,82	27,59	32,91	32,24	
<b>TOTAL</b>																52,4	

Anexo 19. Toma de tiempos observados del proceso de estandarización o descremación

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”															
<b>Proceso</b>		Estandarización o Descremación															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		1,08					<b>Suplementos</b>					20%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	Tpro	Ts
Colocar un tanque en cada salida de la máquina descremadora	6,47	5,79	5,53	6,22	4,37	6,54	6,10	6,12	6,07	6,43	6,33	5,70	5,99	5,47	6,58	5,98	187,41
Tomar leche de la marmita y depositar en la máquina descremadora	2,36	2,30	2,80	2,54	1,48	3,61	3,46	2,68	2,86	2,73	3,05	2,17	2,79	1,94	3,11	2,66	
Extracción de leche descremada	130,51	137,91	125,49	140,59	107,60	126,84	128,15	156,30	145,69	141,65	131,20	129,63	141,21	126,48	164,01	135,55	
Desplazarse a la marmita de 750 ml	0,42	0,46	0,43	0,46	0,41	0,43	0,46	0,41	0,40	0,39	0,41	0,42	0,43	0,41	0,39	0,42	
<b>TOTAL</b>																144,61	
<b>Tiempo en máquina</b>																	135,55
<b>Tiempo de operario</b>																	9,06

Anexo 20. Toma de tiempos observados del proceso de pasteurización

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”															
<b>Proceso</b>		Pasteurización															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		1,08					<b>Suplementos</b>					20%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	Tpro	Ts
Depositar la leche descremada en la marmita de 750 lt	2,94	3,21	2,99	4,04	3,67	2,84	3,45	3,14	3,64	3,97	3,59	3,38	3,18	3,17	3,19	3,36	161,46
Abrir llave de vapor	1,45	2,09	2,05	1,78	1,03	1,71	0,81	1,71	1,67	1,62	1,98	1,96	1,56	1,41	1,91	1,65	
Cocción de leche 85°C	107,99	107,26	106,64	103,12	102,88	103,22	107,14	102,67	101,65	100,21	107,97	103,95	102,70	103,74	103,49	104,31	
Desplazarse al sector de herramientas	2,68	2,79	2,53	2,65	2,45	2,65	2,68	2,52	2,55	2,52	2,75	2,68	2,84	2,65	2,79	2,68	
Recoger las herramientas	2,46	2,51	2,43	2,85	2,14	2,93	2,46	2,84	2,14	2,75	2,93	2,47	2,81	2,61	2,76	2,61	
Desplazar las herramientas al área de pasteurizado	2,61	2,84	2,64	2,41	2,14	2,96	2,41	2,71	2,93	2,41	2,18	2,67	2,52	2,81	2,63	2,59	
Medir temperatura con termómetro industrial	2,82	2,42	3,27	2,31	3,14	2,97	3,21	3,46	2,85	3,10	3,14	3,18	2,89	2,44	2,74	2,93	
Colocar azúcar	2,19	2,74	3,04	3,03	2,43	2,84	2,30	2,54	3,74	2,93	2,72	2,66	3,46	3,37	3,15	2,88	
Cerrar llave de vapor	1,74	2,64	1,45	1,56	1,35	1,67	0,56	1,29	1,33	1,48	2,02	1,96	1,45	1,18	1,86	1,57	
<b>TOTAL</b>																124,58	
<b>Tiempo en máquina</b>																	104,31
<b>Tiempo de operario</b>																	20,27

Anexo 21. Toma de tiempos observados del proceso de enfriamiento

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”															
<b>Proceso</b>		Enfriamiento															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		0,99					<b>Suplementos</b>					19%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
<b>Actividad</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t3</b>	<b>t4</b>	<b>t5</b>	<b>t6</b>	<b>t7</b>	<b>t8</b>	<b>t9</b>	<b>t10</b>	<b>t11</b>	<b>t12</b>	<b>t13</b>	<b>t14</b>	<b>t15</b>	<b>Tpro</b>	<b>Ts</b>
Abrir llave de tubería de enfriamiento	1,68	1,97	1,64	2,26	1,70	1,73	1,82	1,82	1,44	2,17	1,77	1,89	1,31	1,98	1,92	1,81	102,71
Dejar enfriar hasta 45°C	83,42	82,84	84,64	83,70	82,20	82,86	83,65	83,30	83,17	85,73	82,56	82,88	84,39	83,50	82,96	83,45	
Medir temperatura con termómetro industrial	2,01	1,84	1,85	2,06	1,83	1,73	1,81	2,12	1,77	2,01	2,23	2,14	1,69	1,97	1,80	1,92	
<b>TOTAL</b>																87,18	
<b>Tiempo en máquina</b>																	83,45
<b>Tiempo de operario</b>																	3,73

Anexo 22. Toma de tiempos observados del proceso de inoculación

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización "LÁCTEOS AMILAC"															
<b>Proceso</b>		Inoculación															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		0,99					<b>Suplementos</b>					19%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	Tpro	Ts
Añadir fermento láctico	5,69	5,98	5,29	6,14	6,25	5,80	6,12	5,64	6,00	5,25	5,87	5,48	6,07	6,18	5,56	5,82	10,60
Cerrar llave de tubería de enfriamiento	2,97	3,26	3,40	3,22	3,16	3,15	3,30	3,20	3,13	3,04	3,31	3,06	3,39	3,17	2,99	3,18	
<b>TOTAL</b>																9	

Anexo 23. Toma de tiempos observados del proceso de incubación o reposo

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”															
<b>Proceso</b>		Incubación o reposo															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		0,99					<b>Suplementos</b>					19%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
<b>Actividad</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t3</b>	<b>t4</b>	<b>t5</b>	<b>t6</b>	<b>t7</b>	<b>t8</b>	<b>t9</b>	<b>t10</b>	<b>t11</b>	<b>t12</b>	<b>t13</b>	<b>t14</b>	<b>t15</b>	<b>Tpro</b>	<b>Ts</b>
Dejar reposar	81,90	82,41	83,13	82,24	82,72	81,93	83,11	82,96	81,18	81,85	83,15	82,55	83,02	82,36	83,13	82,51	106,70
Tomar una muestra de producto	1,28	1,18	2,09	1,55	1,87	1,44	1,36	2,13	1,61	1,20	1,52	1,47	1,55	2,08	1,90	1,61	
Control de acidez	6,15	6,50	6,37	7,05	6,36	7,20	6,62	6,41	6,52	6,38	6,40	6,10	6,03	6,72	5,98	6,45	
<b>TOTAL</b>																90,57	
<b>Tiempo en máquina</b>																	82,51
<b>Tiempo de operario</b>																	8,06

Anexo 24. Toma de tiempos observados del proceso de batido

			<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”														
<b>Proceso</b>			Batido														
<b>Elaborado</b>			Doris Clavón														
<b>Fecha</b>			29/10/22														
<b>Factor de desempeño</b>			0,99					<b>Suplementos</b>					19%				
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
<b>Actividad</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t3</b>	<b>t4</b>	<b>t5</b>	<b>t6</b>	<b>t7</b>	<b>t8</b>	<b>t9</b>	<b>t10</b>	<b>t11</b>	<b>t12</b>	<b>t13</b>	<b>t14</b>	<b>t15</b>	<b>Tpro</b>	<b>Ts</b>
Tomar agitador	1,99	1,56	1,80	1,98	1,75	1,85	1,88	1,64	1,70	1,93	1,58	1,69	1,60	1,85	1,86	1,78	22,35
Inicio de batido	8,72	8,01	7,78	9,60	8,59	7,51	10,92	9,45	6,20	5,99	8,56	8,48	8,76	9,26	8,81	8,44	
Revisar temperatura	2,67	3,06	2,87	3,04	3,10	3,34	3,35	3,52	3,20	2,29	3,94	3,48	2,70	3,64	2,91	3,14	
Llenar en baldes de acero inoxidable	4,34	4,06	6,81	4,72	5,30	6,69	3,38	6,42	6,48	5,64	7,01	3,94	6,67	5,03	2,99	5,30	
Desplazar los baldes al área de la tolva de 120 lt	0,28	0,31	0,35	0,28	0,32	0,29	0,33	0,27	0,30	0,28	0,27	0,29	0,30	0,32	0,28	0,31	
<b>TOTAL</b>																18,97	

Anexo 25. Toma de tiempos observados del proceso de saborizado

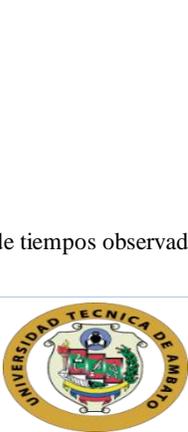
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”															
<b>Proceso</b>		Saborizado															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		0,99					<b>Suplementos</b>					19%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	Tpro	Ts
Verter el yogurt sin sabor en la tolva de 120 lt	5,45	5,58	4,77	4,99	5,60	4,56	5,41	5,65	4,73	5,70	6,07	5,28	5,61	5,02	5,04	5,30	19,05
Revisar hoja de pedidos	1,59	1,74	2,07	1,89	1,61	1,86	1,99	1,59	1,75	1,96	1,77	2,13	1,84	1,98	1,82	1,84	
Colocar saborizante y carmines	3,08	3,11	2,93	3,45	2,99	3,40	3,31	3,20	3,44	3,03	3,02	3,12	3,08	2,98	2,95	3,14	
Añadir mermelada	4,80	5,19	4,94	5,36	5,24	5,11	4,97	5,11	5,33	5,06	5,36	5,22	4,91	5,41	5,04	5,14	
Desplazarse al área de envasado	0,68	0,78	0,75	0,79	0,64	0,78	0,82	0,71	0,83	0,71	0,76	0,80	0,76	0,81	0,63	0,75	
<b>TOTAL</b>																16,17	

Anexo 26. Toma de tiempos observados del proceso de envasado

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”															
<b>Proceso</b>		Envasado															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		1,01					<b>Suplementos</b>					19%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
<b>Actividad</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t3</b>	<b>t4</b>	<b>t5</b>	<b>t6</b>	<b>t7</b>	<b>t8</b>	<b>t9</b>	<b>t10</b>	<b>t11</b>	<b>t12</b>	<b>t13</b>	<b>t14</b>	<b>t15</b>	<b>Tpro</b>	<b>Ts</b>
Revisar hoja de pedidos	1,84	2,01	2,08	2,01	1,85	1,68	1,75	2,07	2,41	1,72	1,68	2,15	1,94	1,73	2,09	1,93	41,97
Desplazarse al área de envases	2,78	2,82	2,75	2,89	2,85	2,78	2,85	2,95	2,81	2,89	2,75	2,95	2,91	2,99	2,75	2,99	
Colocar envases en gavetas	4,39	4,28	4,21	4,39	4,45	4,29	4,28	4,39	4,45	4,28	4,45	4,42	4,35	4,24	4,23	4,38	
Desplazarse al área de fechado	0,48	0,35	0,38	0,45	0,38	0,35	0,49	0,35	0,39	0,35	0,44	0,29	0,38	0,34	0,48	0,45	
Fechar las etiquetas de acuerdo al pedido	2,63	3,52	2,79	1,81	3,10	3,03	3,00	2,98	2,67	2,69	2,98	2,75	3,19	2,73	2,21	2,81	
Desplazar al área de envasado	17,42	14,28	15,28	14,36	17,12	15,42	14,39	15,41	17,15	19,25	16,27	13,25	15,82	12,17	14,83	15,49	
Esterilizar el envase	0,99	0,81	1,06	0,69	0,86	1,18	0,71	0,97	1,06	0,83	1,04	1,06	0,87	0,80	1,18	0,94	
Envasar el yogurt	0,90	1,24	2,32	1,56	1,90	1,77	1,25	1,57	1,43	1,83	1,81	1,77	1,69	1,70	1,99	1,65	
Esterilización de tapa	1,10	0,94	1,01	1,04	0,93	0,97	1,08	1,10	1,14	1,04	0,95	1,16	1,21	1,11	0,95	1,05	
Tapar el envase	0,75	0,89	0,77	0,96	0,77	0,94	0,87	0,77	1,00	0,78	1,10	1,15	1,03	1,18	0,59	0,90	
Desplazarse al área de etiquetado	0,48	0,51	0,47	0,39	0,39	0,29	0,5	0,51	0,47	0,44	0,41	0,35	0,42	0,45	0,42	0,43	
Pegar la etiqueta en los envases	1,98	1,86	1,75	2,01	2,05	1,88	1,79	1,86	1,95	1,98	1,91	1,78	1,88	1,89	1,87	1,90	
<b>TOTAL</b>																34,92	

Anexo 27. Toma de tiempos observados del proceso de empaclado

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización "LÁCTEOS AMILAC"															
<b>Proceso</b>		Envasado															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		1,01					<b>Suplementos</b>					19%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	Tpro	Ts
Revisar hoja de pedido	0,84	1,10	1,39	1,12	1,55	0,99	0,99	0,78	1,38	1,32	1,21	1,74	0,70	1,21	1,35	1,18	14,68
Formar pacas de acuerdo al pedido	6,77	4,04	5,22	4,98	4,22	6,05	6,33	5,77	6,38	5,77	7,79	6,05	5,35	5,85	6,06	5,78	
Succionar el aire y comprimir el interior de la envoltura	0,88	0,80	0,81	1,02	0,84	1,03	0,77	0,76	0,95	0,89	0,87	0,91	0,79	0,86	1,12	0,89	
Colocar producto en gavetas	3,94	3,79	4,83	3,07	4,61	4,99	3,54	4,92	4,64	4,62	5,87	2,49	4,84	5,16	4,05	4,36	
<b>TOTAL</b>																12,21	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial  
 Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización  
 “LÁCTEOS AMILAC”



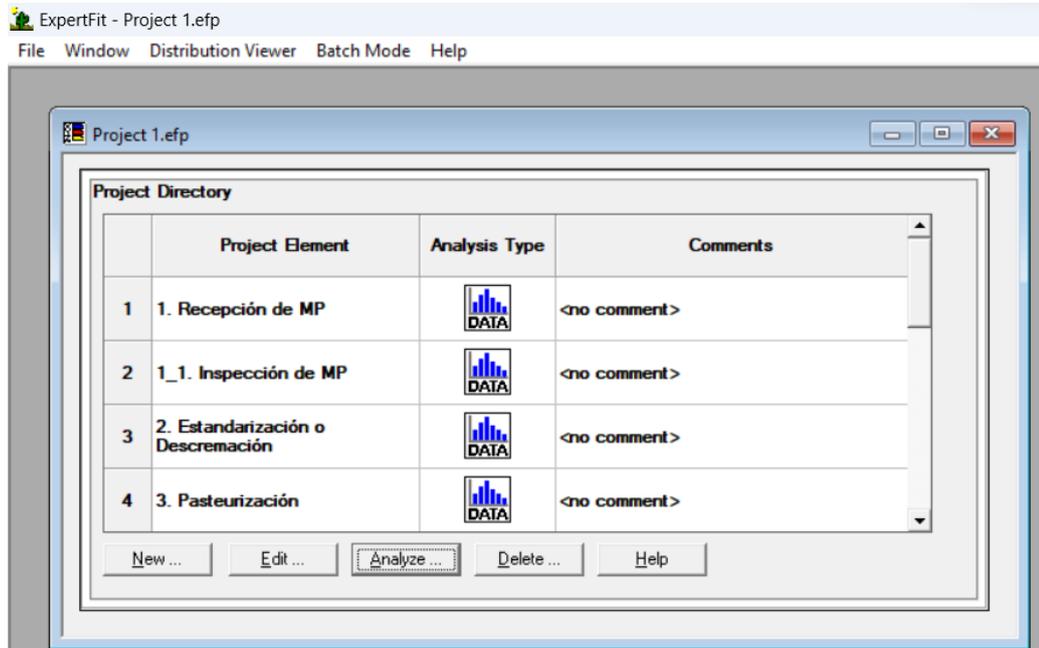
**Anexo 28.** Toma de tiempos observados del proceso de almacenamiento

<b>Proceso</b>		Envasado															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>	1,01					<b>Suplementos</b>					19%						
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
<b>Actividad</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t3</b>	<b>t4</b>	<b>t5</b>	<b>t6</b>	<b>t7</b>	<b>t8</b>	<b>t9</b>	<b>t10</b>	<b>t11</b>	<b>t12</b>	<b>t13</b>	<b>t14</b>	<b>t15</b>	<b>T<sub>pro</sub></b>	<b>T<sub>s</sub></b>
Ingreso gavetas	0,74	0,9 3	0,7 1	0,9 4	0,73	0,8 9	0,8 4	1,0 3	0,8 3	1,0 3	0,8 1	0,9 8	1,1 2	0,8 6	1,0 7	0,90	10,9 4
Traslado al área de almacenaje	10,3 5	6,6 8	8,4 9	8,6 8	8,24	6,5 4	9,0 6	6,7 8	8,2 0	7,1 6	9,2 9	8,2 6	9,3 0	9,1 4	6,8 4	8,20	
<b>TOTAL</b>																9,1	

**Anexo 29.** Simulación en FlexSim, situación actual

**Elaboración de datos en ExpertFit**

En el software Excel, se elaboró 1000 datos aleatorios para exportarlos como archivos de texto, de esta forma, el software ExpertFit, genera la distribución de los datos.



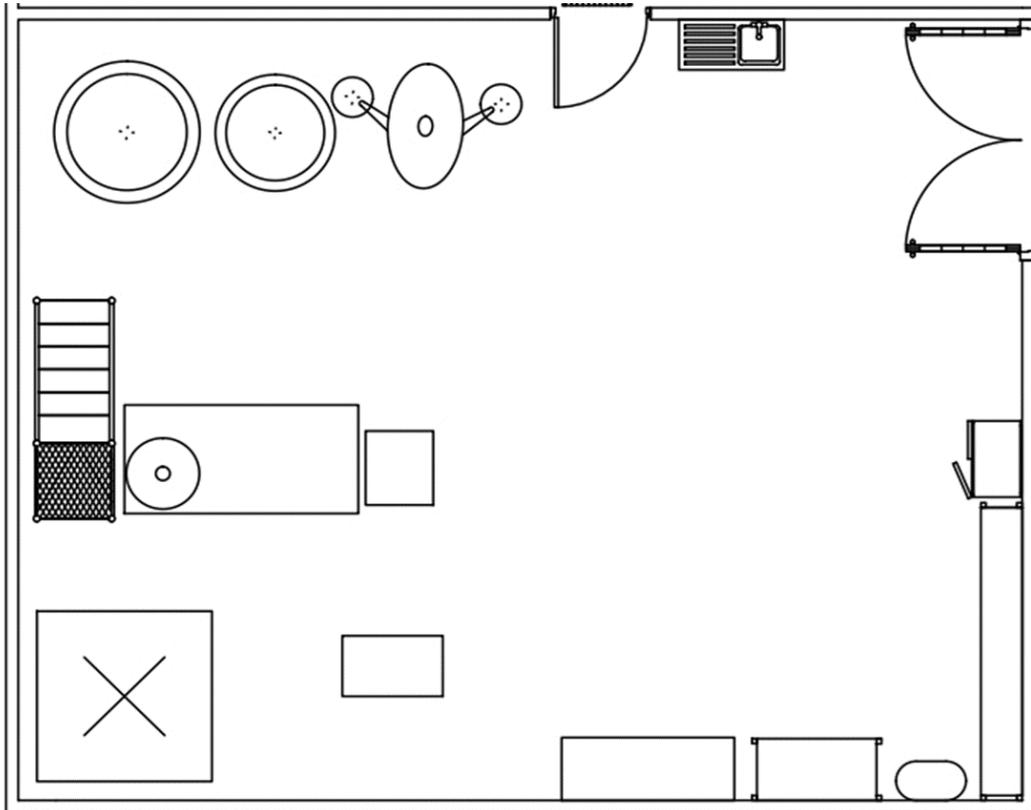
**Distribución para los procesos**

Del software ExpertFit, se extrae los datos sobre las distribuciones necesarias para cada proceso.

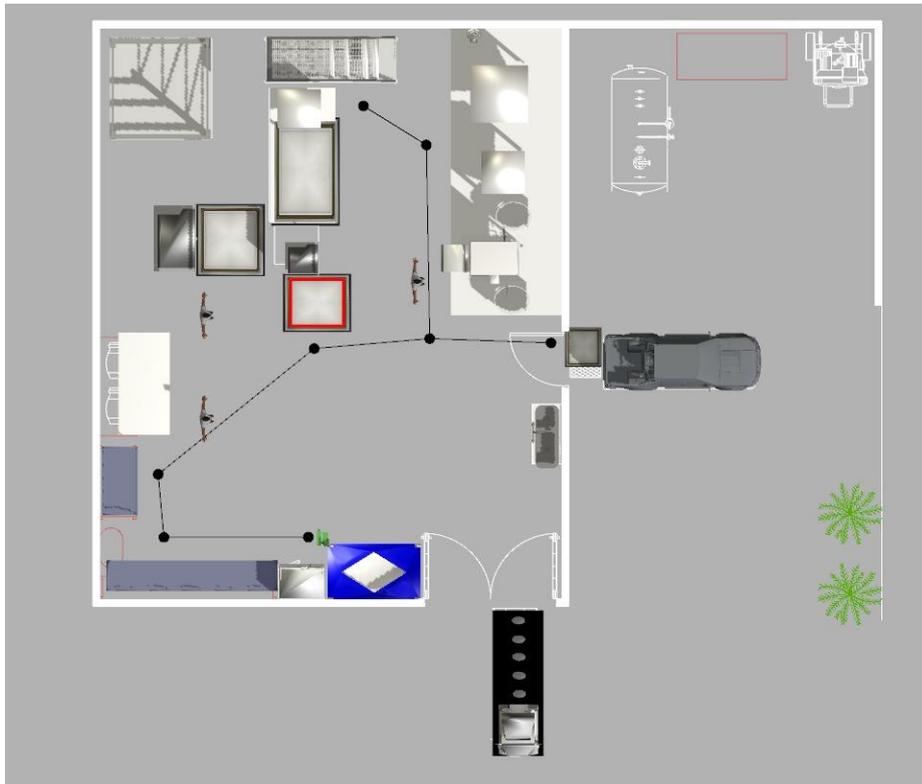
#	Etapas	Distribución
1	Recepción de materia prima	beta( 11.225625, 59.549081, 36.468967, 34.379331, getstream(current))
1.1	Inspección	beta( 7.455876, 42.506436, 53.692953, 45.516629, getstream(current))
2	Estandarización o Descremación	beta( 39.949554, 298.109531, 37.469091, 28.009406, getstream(current))
3	Pasteurización	beta( 138.767369, 184.362903, 13.305595, 13.444718, getstream(current))
4	Enfriamiento	lognormal2( 0.000000, 102.663700, 0.013222, getstream(current))
5	Inoculación	erlang( 4.538774, 0.032897, 184.000000, getstream(current))
6	Incubación o reposo	inversegaussian( 76.101115, 30.614453, 17613.695890, getstream(current))
7	Batido	beta( 1.865431, 57.629659, 24.829217, 42.744126, getstream(current))
8	Saborizado	beta( 11.458345, 26.949948, 26.678607, 34.494770, getstream(current))
9	Envasado	beta( 0.088042, 0.236304, 47.406561, 38.108080, getstream(current))
10	Empacado	beta( 0.000124, 0.130798, 18.532575, 21.962163, getstream(current))
11	Almacenamiento	weibull( 0.006000, 0.037985, 3.800041, getstream(current))

### Entorno de simulación

En el software AutoCAD, se elaboró el plano de la planta de producción.



Se elaboró la planta de producción, en base a las máquinas presentes en cada uno de los procesos.



## Programación de las máquinas y operarios

Mediante la barra de herramientas de cada elemento, en el tiempo de procesamiento muestra la distribución generada en la tabla resumen.

### Proceso de recepción de materia prima

Properties dialog for processor '\_1\_Recepción de materia prima'. The 'General' tab is active. The 'Process Time' field is highlighted with a red box and contains the text: `beta( 11.225625, 59.549081, 36.468967, 34.379331, getstream`. Other visible settings include: Maximum Content: 1, Convey Items Across Processor Length: checked, Setup Time: 0, Use Operator(s) for Setup: unchecked, Use Setup Operator(s) for both Setup and Process: checked, Pick Operator: By Name ( Operator1 ), Priority: 0.00, Preemption: no preempt.

Properties dialog for processor '\_1\_Recepción de materia prima'. The 'Flow' tab is active. The 'Use Transport' dropdown menu is highlighted with a red box and shows the selection: `By Name ( Operator1 )`. Other visible settings include: Send To Port: First available, Priority: 0.00, Preemption: no preempt, Reevaluate Sendto on Downstream Availability: unchecked, Pull Strategy: Any Port, Pull Requirement: Pull Anything.

## Proceso de inspección

The screenshot shows the 'Processor' tab of the '\_1\_1\_Inspección de MP Properties' dialog. The 'Maximum Content' is set to 1, and the 'Convey Items Across Processor Length' checkbox is checked. The 'Setup Time' is 0. The 'Process Time' field is highlighted with a red box and contains the formula: `beta( 7.455876, 42.506436, 53.692953, 45.516629, getstream(`. The 'Pick Operator' is set to 'By Name ( Operator1 )', and the 'Preemption' is set to 'no preempt'.

The screenshot shows the 'Flow' tab of the '\_1\_1\_Inspección de MP Properties' dialog. The 'Send To Port' is set to 'First available'. The 'Use Transport' checkbox is checked, and the 'By Name ( Operator1 )' dropdown is highlighted with a red box. The 'Priority' is 0.00 and 'Preemption' is 'no preempt'. The 'Input' section shows 'Pull Strategy' set to 'Any Port' and 'Pull Requirement' set to 'Pull Anything'.

## Proceso de descremado

\_2\_Estandarización o Descremación Properties

\_2\_Estandarización o Descremación

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content 1  Convey Items Across Processor Length

Setup Time 0  Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1  
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time **beta( 39.949554, 298.109531, 37.469091, 28.009406, getstrear**  Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

Pick Operator By Name ( Operator2 ) Priority 0.00 Preemption no preempt

\_2\_Estandarización o Descremación Properties

\_2\_Estandarización o Descremación

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available  Use Transport **By Name ( Operator2 )** Priority 0.00 Preemption no preempt  
 Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy Any Port Pull Requirement Pull Anything

Para desarrollar los procesos de pasteurizado, enfriamiento, inoculación, incubación y batido, se colocó un multiproceso.

### Proceso de pasteurizado

The screenshot shows the configuration window for the '3\_Pasteurización' process. The window title is 'Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y...'. The main title bar contains 'Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido'. The 'MultiProcessor' tab is active, showing a list of processes on the left: '3\_Pasteurización' (selected), '4\_Enfriamiento', '5\_Inoculación', '6\_Incubación o rep', and '7\_Batido'. The configuration fields on the right are: 'Process Name' (3\_Pasteurización), 'Process Time' (beta( 138.767369, 184.362903, 13.305595, 13.444718, highlighted with a red box), 'Number of Operators' (0), 'Pick Operator' (current.centerObjects[1]), 'Priority' (0.00), and 'Preemption' (no preempt).

### Proceso de enfriamiento

The screenshot shows the configuration window for the '4\_Enfriamiento' process. The window title is 'Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y...'. The main title bar contains 'Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido'. The 'MultiProcessor' tab is active, showing a list of processes on the left: '3\_Pasteurización', '4\_Enfriamiento' (selected), '5\_Inoculación', '6\_Incubación o rep', and '7\_Batido'. The configuration fields on the right are: 'Process Name' (4\_Enfriamiento), 'Process Time' (lognormal2( 0.000000, 102.663700, 0.013222, getstream, highlighted with a red box), 'Number of Operators' (0), 'Pick Operator' (current.centerObjects[1]), 'Priority' (0.00), and 'Preemption' (no preempt).

## Proceso de inoculación

The screenshot shows a configuration window titled "Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido". The "MultiProcessor" tab is active. On the left, a list of processes includes "5\_Inoculación" which is highlighted in blue. The main configuration area for "5\_Inoculación" is shown with the following settings:

- Process Name: 5\_Inoculación
- Process Time: `erlang( 4.538774, 0.032897, 184.000000, getstream(cu`
- Number of Operators: 0
- Pick Operator: `current.centerObjects[1]`
- Priority: 0.00
- Preemption: no preempt

## Proceso de incubación

The screenshot shows a configuration window titled "Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido". The "MultiProcessor" tab is active. On the left, a list of processes includes "6\_Incubación o rep" which is highlighted in blue. The main configuration area for "6\_Incubación o rep" is shown with the following settings:

- Process Name: 6\_Incubación o reposo
- Process Time: `inversegaussian( 76.101115, 30.614453, 17613.695890,`
- Number of Operators: 0
- Pick Operator: `current.centerObjects[1]`
- Priority: 0.00
- Preemption: no preempt

## Proceso de batido

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y...

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido

MultiProcessor Flow Triggers Labels General

Process Name 7\_Batido

Process Time  
beta( 1.865431, 57.629659, 24.829217, 42.744126, gets

Number of Operators 0

Pick Operator  
current.centerObjects[1]

Priority 0.00

Preemption no preempt

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y...

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido

MultiProcessor Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport By Name ( Operator3 )

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

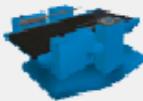
Input

Pull Strategy Any Port

Pull Requirement Pull Anything

## Proceso de saborizado

**\_8\_Saborizado Properties**



ProcessTimes Breakdowns Separator Flow Triggers Labels General

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup    Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

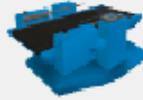
Process Time beta( 11.458345, 26.949948, 26.678607, 34.494770, getstream  

Use Operator(s) for Process    Number of Operators

Pick Operator    

Priority     Preemption

**\_8\_Saborizado Properties**



ProcessTimes Breakdowns Separator Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port    

Use Transport By Name ( Operator2 )   

Priority     Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy   

Pull Requirement   

## Proceso de envasado

**\_9\_Envasado Properties**

**\_9\_Envasado**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time **beta( 0.088042, 0.236304, 47.406561, 38.108080, getstream(c**  Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  Priority  Preemption

**\_9\_Envasado Properties**

**\_9\_Envasado**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port   Use Transport **By Name ( Operator3 )** Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy  Pull Requirement

## Proceso de empackado

**\_10\_Empacado Properties**

**\_10\_Empacado**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time **beta( 0.000124, 0.130798, 18.532575, 21.962163, getstream(c'**  Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  Priority  Preemption

**\_10\_Empacado Properties**

**\_10\_Empacado**

Processor Breakdowns **Flow** Triggers Labels General

Output

Send To Port   Use Transport **By Name ( Operator2 )** Priority  Preemption   
 Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy  Pull Requirement

## Proceso de almacenamiento

**\_11\_Almacenamiento Properties**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator   

Priority  Preemption

**\_11\_Almacenamiento Properties**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port   

Use Transport   

Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy  

Pull Requirement  

## Capacidad de producción para día 1

### Staytime

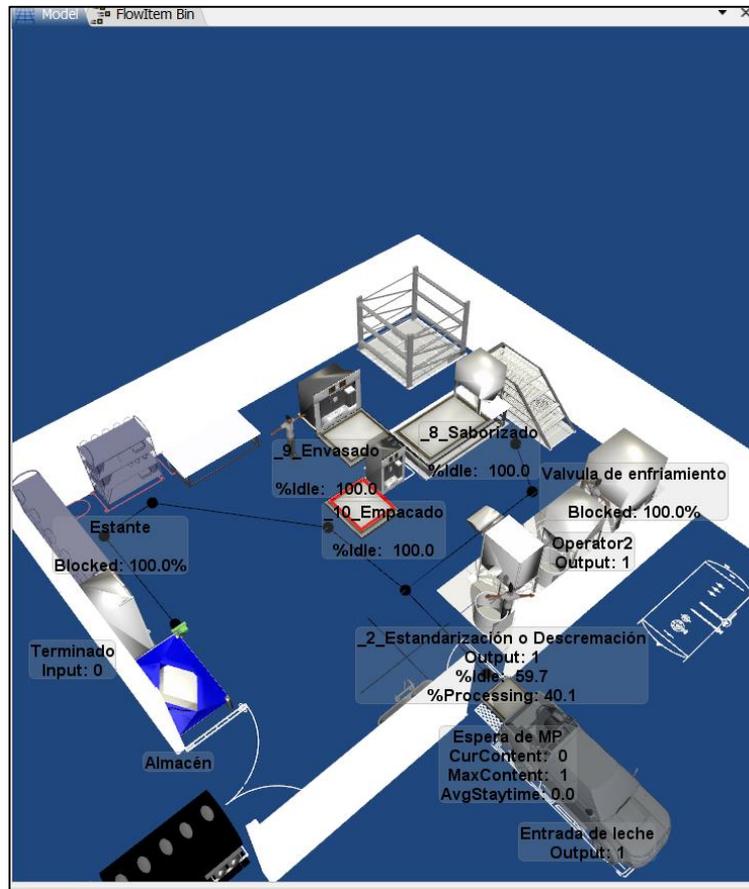
Object	Average
_1_Recepción de materia prima	41.00
_1_1_Inspección de MP	29.54
_2_Estandarización o Descremación	173.47
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	0.00
_8_Saborizado	0.00
_9_Envasado	0.00
_10_Empacado	0.00
_11_Almacenamiento	0.00

### Content

Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.00
_1_1_Inspección de MP	0.00
_2_Estandarización o Descremación	0.00
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00
_8_Saborizado	0.00
_9_Envasado	0.00
_10_Empacado	0.00
_11_Almacenamiento	0.00

### Salida de producto

Object	Input
Almacén	0.00



## Capacidad de producción para día 2

### Staytime

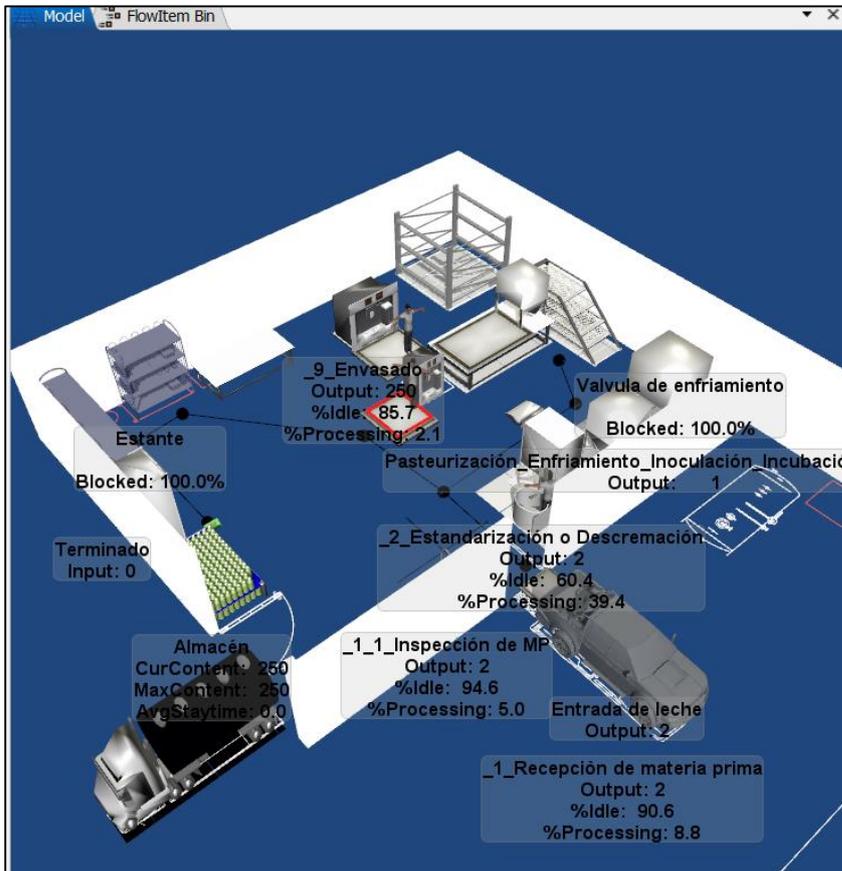
Object	Average
_1_Recepción de materia prima	37.59
_1_1_Inspección de MP	28.38
_2_Estandarización o Descremación	204.24
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	407.80
_8_Saborizado	13.98
_9_Envasado	1.06
_10_Empacado	1.19
_11_Almacenamiento	0.04

### Content

Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.00
_1_1_Inspección de MP	0.00
_2_Estandarización o Descremación	0.00
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00
_8_Saborizado	0.00
_9_Envasado	1.00
_10_Empacado	1.00
_11_Almacenamiento	0.00

### Salida de producto

Object	Input
Almacén	500.00



## Capacidad de producción para una semana de trabajo

### Staytime

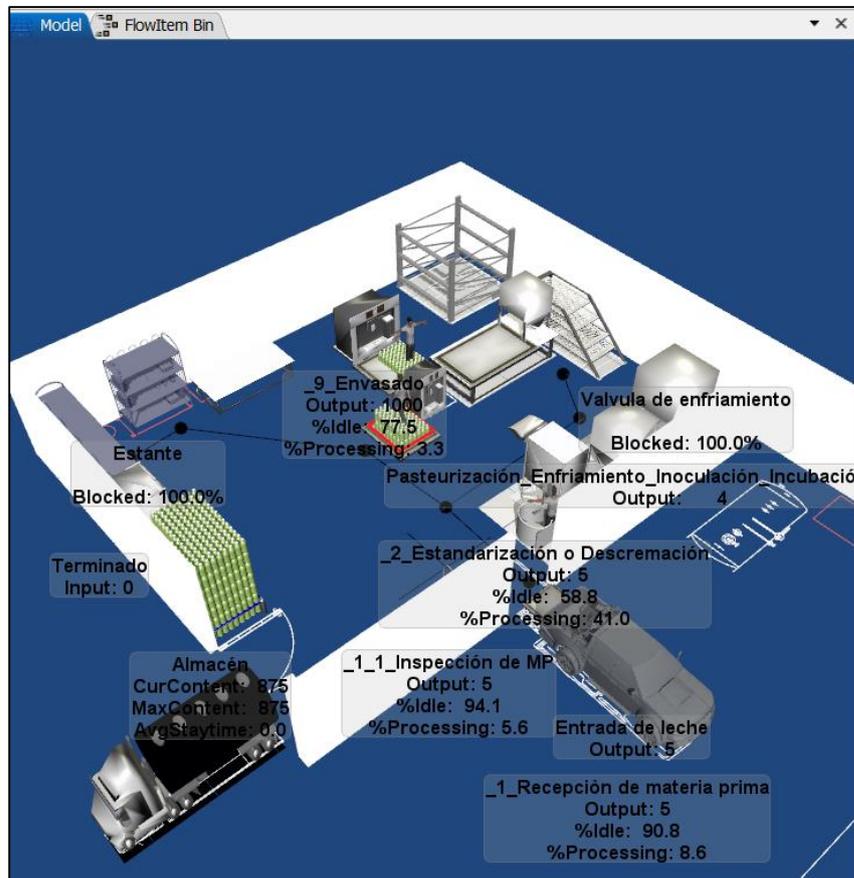
Object	Average
_1_Recepción de materia prima	38.54
_1_1_Inspección de MP	28.23
_2_Estandarización o Descremación	191.29
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	402.84
_8_Saborizado	13.62
_9_Envasado	1.06
_10_Empacado	1.17
_11_Almacenamiento	0.04

### Content

Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.00
_1_1_Inspección de MP	0.00
_2_Estandarización o Descremación	0.00
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00
_8_Saborizado	0.00
_9_Envasado	1.00
_10_Empacado	1.00
_11_Almacenamiento	0.00

### Salida de producto

Object	Input
Almacén	1875.00



## Capacidad de producción para un mes de trabajo

### Staytime

Object	Average
_1_Recepción de materia prima	37.92
_1_1_Inspección de MP	27.91
_2_Estandarización o Descremación	180.51
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	408.08
_8_Saborizado	13.53
_9_Envasado	1.05
_10_Empacado	1.16
_11_Almacenamiento	0.04

### Content

Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.00
_1_1_Inspección de MP	0.00
_2_Estandarización o Descremación	1.00
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.00
_8_Saborizado	0.00
_9_Envasado	0.00
_10_Empacado	0.00
_11_Almacenamiento	0.00

### Salida de producto

Object	Input
Almacén	9000.00

Anexo 30. Resumen de ventas, año 2020 y 2021

<b>“LÁCTEOS AMILAC”</b>												
<b>Presentación</b>	<b>2020 (unidades)</b>											
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
Yogurt de 100 ml	318	255	282	342	428	352	326	382	345	380	340	402
Yogurt de 180 ml	245	284	272	294	245	274	242	215	250	264	250	294
Yogurt de 250 ml	180	155	120	142	125	165	134	115	110	125	134	152
Yogurt de 500 ml	352	345	385	342	394	352	375	364	328	356	394	354
Yogurt de 1000 ml	255	284	268	276	294	254	230	254	284	264	272	264
Yogurt de 2000 ml	445	495	482	475	480	430	457	395	425	472	464	420
Yogurt de 4000 ml	320	340	295	284	310	342	320	340	315	310	290	285
<b>Presentación</b>	<b>2021 (unidades)</b>											
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
Yogurt de 100 ml	390	345	324	295	410	372	392	314	285	394	342	385
Yogurt de 180 ml	294	280	242	250	265	270	245	285	245	215	265	245
Yogurt de 250 ml	198	145	132	115	135	150	142	112	154	135	120	145
Yogurt de 500 ml	370	382	394	374	410	385	394	398	372	350	335	394
Yogurt de 1000 ml	270	280	225	268	246	248	262	248	284	296	274	245
Yogurt de 2000 ml	482	495	450	425	482	476	492	458	424	454	562	578
Yogurt de 4000 ml	295	324	342	350	342	324	312	305	290	285	278	290

*Cálculo de litros elaborados 2020 y 2021*

<b>Año 2020</b>			
<b>Presentación</b>	<b>Unidades vendidas al año (unidades)</b>	<b>Litros (lts.)</b>	<b>Litros vendidos al año (litros/año)</b>
Yogurt de 100 ml	4152	0,1	415,2
Yogurt de 180 ml	3129	0,18	563,22
Yogurt de 250 ml	1657	0,25	414,25
Yogurt de 500 ml	4341	0,5	2170,5
Yogurt de 1000 ml	3199	1	3199
Yogurt de 2000 ml	5440	2	10880
Yogurt de 4000 ml	3751	4	15004
<b>TOTAL</b>			<b>32646,17</b>

<b>Año 2021</b>			
<b>Presentación</b>	<b>Unidades vendidas al año (unidades)</b>	<b>Litros (lts.)</b>	<b>Litros vendidos al año (litros/año)</b>
Yogurt de 100 ml	4248	0,1	424,8
Yogurt de 180 ml	3101	0,18	558,18
Yogurt de 250 ml	1683	0,25	420,75
Yogurt de 500 ml	4558	0,5	2279
Yogurt de 1000 ml	3146	1	3146
Yogurt de 2000 ml	5778	2	11556
Yogurt de 4000 ml	3737	4	14948
<b>TOTAL</b>			<b>33332,73</b>

**Anexo 31.** Ventajas y desventajas de métodos de disposición de planta

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Disposición por producto</b>	1. Reduce la manipulación de la materia prima.	1. Existen cuellos de botellas.
	2. Reduce la inversión sobre la materia prima.	2. Existen paradas de planta no programadas.
	3. Aumento de eficiencia del personal capacitado.	3. Si existe cambio de producto, hay q reestructurar la planta.
	4. Reduce la congestión.	4. Existen tareas repetitivas.
	5. Reduce los problemas de la línea de producción.	
<b>Disposición por proceso</b>	1. Versatilidad buena de maquinaria requerida para realizar un trabajo.	1. Flujo complejo de producción.
	2. Puede adaptarse a varios productos de forma continua.	2. Aumento de costos de recursos.
	3. No existe paradas de planta no programadas.	3. Puede producir esperas.
	4. Se puede trabajar en caso de demandas pequeñas.	4. Requiere de constante capacitación al personal.

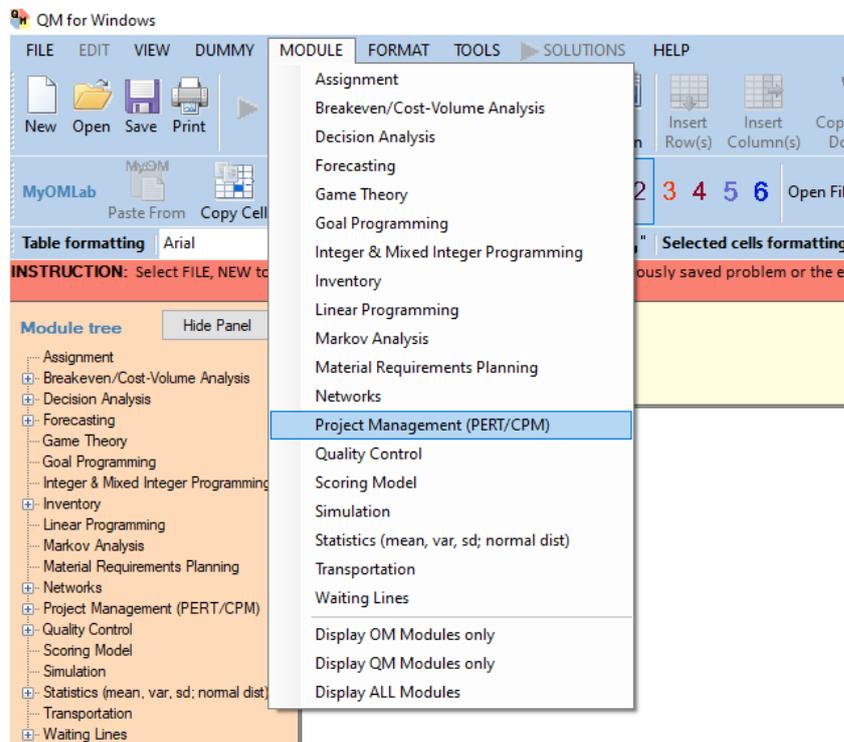
**Anexo 32.** Ponderación de factores para determinar el tipo de distribución adecuada a la planta

Factor de ponderación	Factor material	Factor espera	Factor movimiento	Factor hombre	Factor servicio	Factor maquinaria	Factor edificio	Factor medioambiente	Total	Peso
Factor material		0	1	0	1	1	1	1	5	0,12
Factor espera	1		1	1	1	0	1	1	6	0,14
Factor movimiento	1	1		1	1	1	1	1	7	0,17
Factor hombre	1	1	1		1	1	1	1	7	0,17
Factor servicio	0	1	0	0		0	1	1	3	0,07
Factor maquinaria	1	1	1	1	1		1	1	7	0,17
Factor edificio	0	0	1	0	1	0		1	3	0,07
Factor medioambiente	1	0	1	0	1	1	0		4	0,10
<b>TOTAL</b>									<b>42</b>	<b>1,00</b>

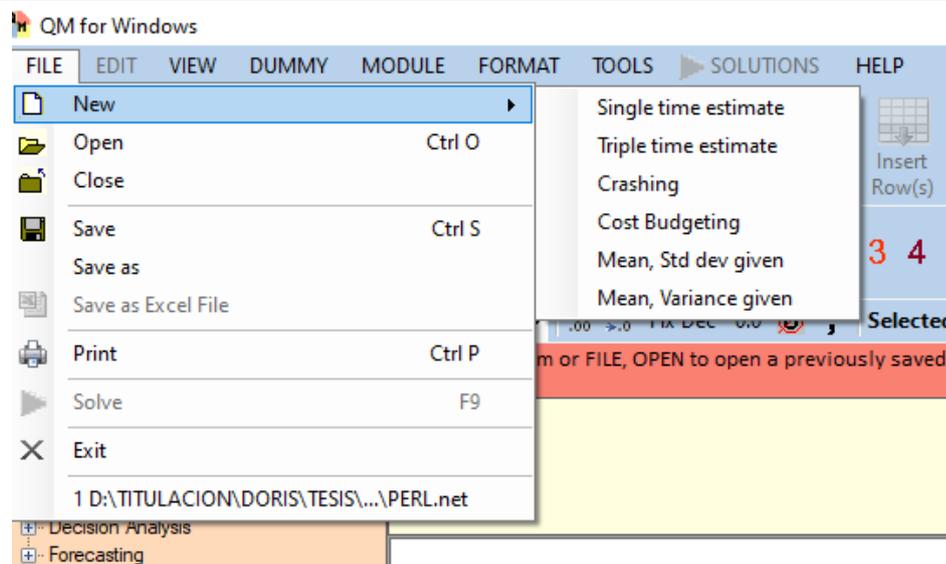
### Software de distancia mínima recorrida

#### Creación de un nuevo fichero

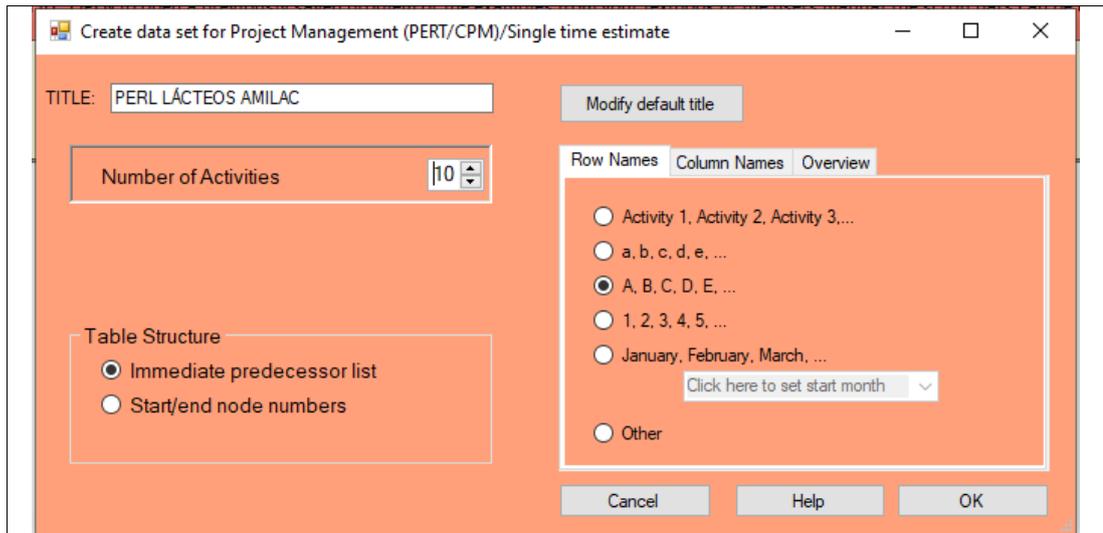
Una vez abierto el software, se crea una nueva hoja con el formato PERL, este es necesario, para el trabajo bajo la condición de distancia mínima a recorrer.



Se crea un nuevo documento, donde se selecciona el formato Single Time Estimate



Se despliega una ventana, donde se coloca los parametros de trabajo, aquí se coloca el nombre del archivo, la cantidad de procesos y el formato de nombre de cada uno de los procesos.



Se coloca la información de los procesos, con sus actividades predecesoras, según el diagrama PERL del estado actual.

Activity	Activity time	Predecessor 1
RECEPCIÓN DE MATERIA...	11	
CONTROL DE CALIDAD	9	RECEPCI...
DESCREMADO	187	CONTROL...
PASTEURIZADO	109	DESCREM...
ESTANTERÍA	5	PASTEURI...
SABORIZADO	19	PASTEURI...
ENVASADO	9	SABORIZA...
ESTANTE DE ENVASES	16	ENVASADO
FECHADO	3	ENVASADO
ETIQUETADO	1	FECHADO
ALMACENAMIENTO	11	ETIQUETA...

Se manda a correr el programa, con la opción play, posteriormente, arroja los datos sobre la ruta crítica, esto es una idea base, sobre el recorrido que se debe establecer para elaborar de forma adecuada, la distribución de planta. Las actividades de color rojo, son aquellas necesarias que se deben seguir al pie de la letra, tomando como procesos que agregan valor al producto.

Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	360					
RECEPCIÓN DE ...	11	0	11	0	11	0
CONTROL DE C...	9	11	20	11	20	0
DESCREMADO	187	20	207	20	207	0
PASTEURIZADO	109	207	316	207	316	0
ESTANTERÍA	5	316	321	355	360	39
SABORIZADO	19	316	335	316	335	0
ENVASADO	9	335	344	335	344	0
ESTANTE DE EN...	16	344	360	344	360	0
FECHADO	3	344	347	345	348	1
ETIQUETADO	1	347	348	348	349	1
ALMACENAMIEN...	11	348	359	349	360	1

El resultado de la ruta crítica, se refleja en la solución del programa.

Anexo 34. Tiempos del proceso de pasteurizado propuesto

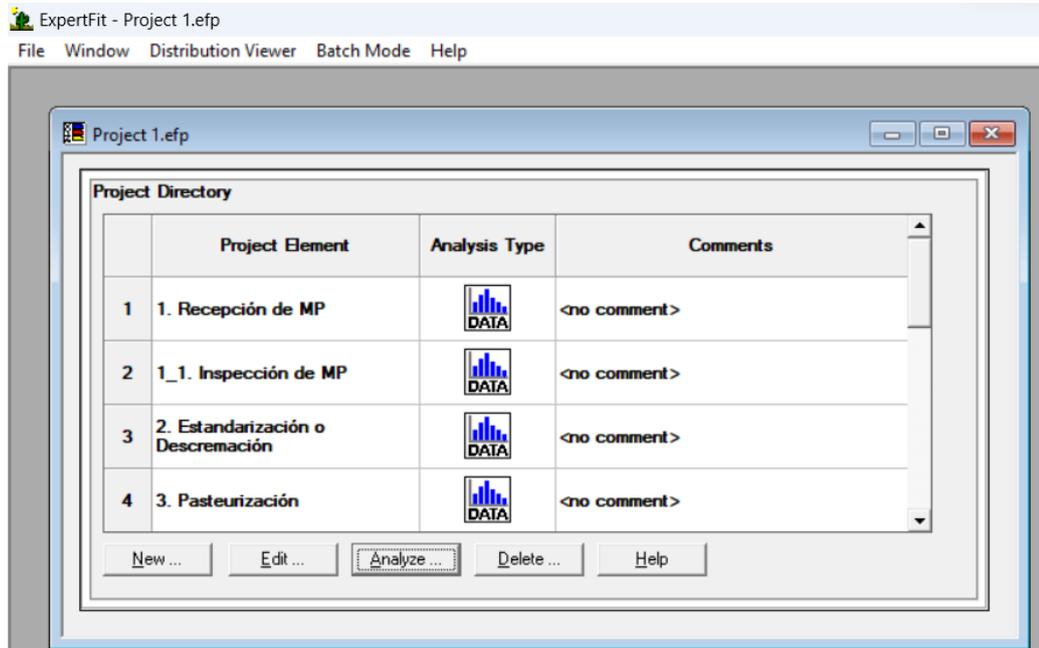
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”															
<b>Proceso</b>		Pasteurización															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		1,08					Suplementos					20%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	Tpro	Ts
Depositar la leche descremada en la marmita de 750 lt	2,94	3,21	2,99	4,04	3,67	2,84	3,45	3,14	3,64	3,97	3,59	3,38	3,18	3,17	3,19	3,36	154,61
Abrir llave de vapor	1,45	2,09	2,05	1,78	1,03	1,71	0,81	1,71	1,67	1,62	1,98	1,96	1,56	1,41	1,91	1,65	
Cocción de leche 85°C	107,99	107,26	106,64	103,12	102,88	103,22	107,14	102,67	101,65	100,21	107,97	103,95	102,70	103,74	103,49	104,31	
Recoger las herramientas	2,46	2,51	2,43	2,85	2,14	2,93	2,46	2,84	2,14	2,75	2,93	2,47	2,81	2,61	2,76	2,61	
Medir temperatura con termómetro industrial	2,82	2,42	3,27	2,31	3,14	2,97	3,21	3,46	2,85	3,10	3,14	3,18	2,89	2,44	2,74	2,93	
Colocar azúcar	2,19	2,74	3,04	3,03	2,43	2,84	2,30	2,54	3,74	2,93	2,72	2,66	3,46	3,37	3,15	2,88	
Cerrar llave de vapor	1,74	2,64	1,45	1,56	1,35	1,67	0,56	1,29	1,33	1,48	2,02	1,96	1,45	1,18	1,86	1,57	
<b>TOTAL</b>																119,3	
<b>Tiempo en máquina</b>																	139,61
<b>Tiempo de operario</b>																	15,00

Anexo 35. Tiempos del proceso de envasado propuesto

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización “LÁCTEOS AMILAC”															
<b>Proceso</b>		Envasado															
<b>Elaborado</b>		Doris Clavón															
<b>Fecha</b>		29/10/22															
<b>Factor de desempeño</b>		1,01					<b>Suplementos</b>					19%					
<b>Toma de Tiempos Observados (min)</b>																	
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	Tpro	Ts
Revisar hoja de pedidos	1,84	2,01	2,08	2,01	1,85	1,68	1,75	2,07	2,41	1,72	1,68	2,15	1,94	1,73	2,09	1,93	38,27
Colocar envases en gavetas	4,39	4,28	4,21	4,39	4,45	4,29	4,28	4,39	4,45	4,28	4,45	4,42	4,35	4,24	4,23	4,34	
Desplazarse al área de fechado	0,48	0,35	0,38	0,45	0,38	0,35	0,49	0,35	0,39	0,35	0,44	0,29	0,38	0,34	0,48	0,39	
Fechar las etiquetas de acuerdo al pedido	2,63	3,52	2,79	1,81	3,10	3,03	3,00	2,98	2,67	2,69	2,98	2,75	3,19	2,73	2,21	2,81	
Desplazar al área de envasado	17,42	14,28	15,28	14,36	17,12	15,42	14,39	15,41	17,15	19,25	16,27	13,25	15,82	12,17	14,83	15,49	
Esterilizar el envase	0,99	0,81	1,06	0,69	0,86	1,18	0,71	0,97	1,06	0,83	1,04	1,06	0,87	0,80	1,18	0,94	
Envasar el yogurt	0,9	1,24	2,32	1,56	1,9	1,77	1,25	1,57	1,43	1,83	1,81	1,77	1,69	1,7	1,99	1,65	
Esterilización de tapa	1,1	0,94	1,01	1,04	0,93	0,97	1,08	1,1	1,14	1,04	0,95	1,16	1,21	1,11	0,95	1,05	
Tapar el envase	0,75	0,89	0,77	0,96	0,77	0,94	0,87	0,77	1	0,78	1,1	1,15	1,03	1,18	0,59	0,90	
Desplazarse al área de etiquetado	0,48	0,51	0,47	0,39	0,39	0,29	0,5	0,51	0,47	0,44	0,41	0,35	0,42	0,45	0,42	0,43	
Pegar la etiqueta en los envases	1,98	1,86	1,75	2,01	2,05	1,88	1,79	1,86	1,95	1,98	1,91	1,78	1,88	1,89	1,87	1,90	
<b>TOTAL</b>																31,84	

### Elaboración de datos en ExpertFit

En el software Excel, se elaboró 1000 datos aleatorios para exportarlos como archivos de texto, de esta forma, el software ExpertFit, genera la distribución de los datos.



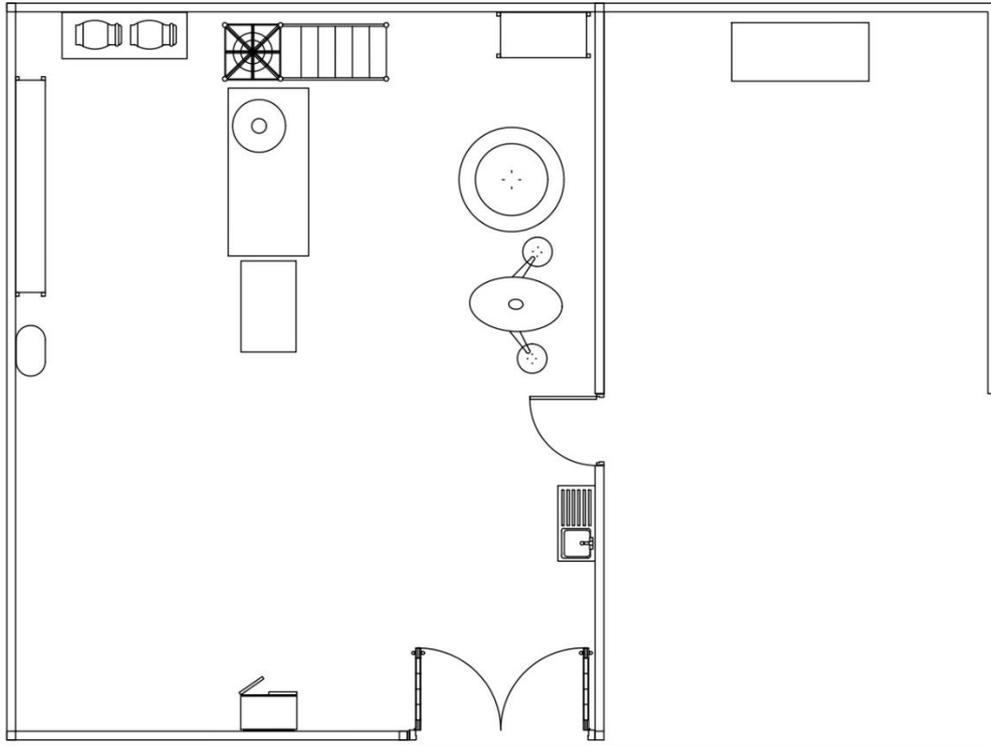
### Distribución para los procesos

Del software ExpertFit, se extrae los datos sobre las distribuciones necesarias para cada proceso.

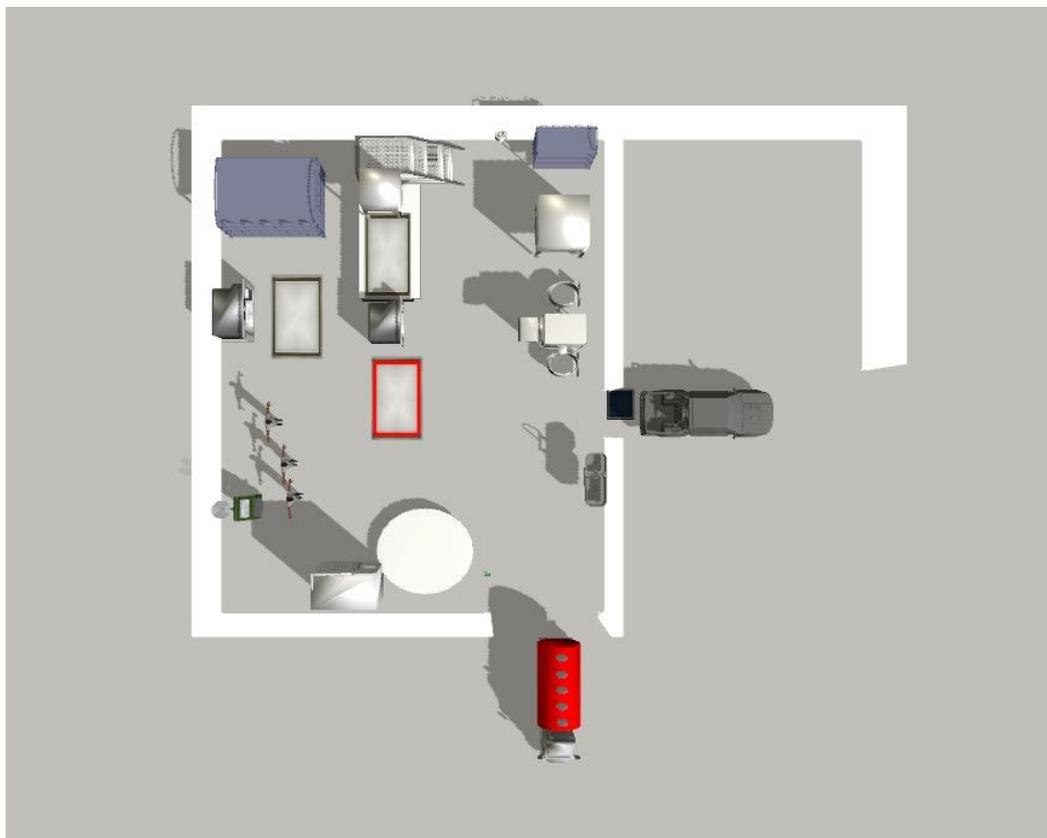
#	Etapas	Distribución
1	Recepción de materia prima	erlang(2.885255, 0.212307, 183.000000, getstream(current))
1.1	Inspección	beta(6.533837, 27.658598, 38.961490, 28.251802, getstream(current))
2	Estandarización o Descremación	beta(100.964722, 279.313510, 18.721542, 20.123472, getstream(current))
3	Pasteurización	randomwalk(0.000000, 0.006621, 7.872197, getstream(current))
4	Enfriamiento	lognormal2(0.000000, 102.670528, 0.013073, getstream(current))
5	Inoculación	lognormal2(0.000000, 10.608157, 0.043952, getstream(current))
6	Incubación o reposo	lognormal2(0.000000, 106.745719, 0.012321, getstream(current))
7	Batido	beta(4.810571, 51.830421, 19.053339, 32.347308, getstream(current))
8	Saborizado	weibull(14.948730, 3.550819, 3.560030, getstream(current))
9	Envasado	beta(0.000000, 0.109711, 14.713774, 12.307837, getstream(current))
10	Empacado	weibull(0.022718, 0.040806, 4.006610, getstream(current))
11	Almacenamiento	weibull(0.000000, 0.043354, 4.487692, getstream(current))

### Entorno de simulación

En el software AutoCAD, se elaboró el plano de la planta de producción.



Se elaboró la planta de producción, en base a las máquinas presentes en cada uno de los procesos.



## Programación de las máquinas y operarios

Mediante la barra de herramientas de cada elemento, en el tiempo de procesamiento muestra la distribución generada en la tabla resumen.

### Proceso de recepción de materia prima

**\_1\_Recepció de materia prima Properties**

**\_1\_Recepció de materia prima**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time **erlang( 2.885255, 0.212307, 183.000000, getstream(current))**  Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  Priority  Preemption

**\_1\_Recepció de materia prima Properties**

**\_1\_Recepció de materia prima**

Processor Breakdowns **Flow** Triggers Labels General

Output

Send To Port   Use Transport **By Name ( Operator1 )** Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy  Pull Requirement

## Proceso de inspección

**\_1\_1\_Inspección de MP Properties**

**\_1\_1\_Inspección de MP**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time **beta( 6.533837, 27.658598, 38.961490, 28.251802, getstream(**  Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  Priority  Preemption

**\_1\_1\_Inspección de MP Properties**

**\_1\_1\_Inspección de MP**

Object Name

Processor Breakdowns **Flow** Triggers Labels General

Output

Send To Port   Use Transport  Priority  Preemption   
 Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy  Pull Requirement

## Proceso de descremado

 **\_2\_Estandarización o Descremación** Properties

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time **beta( 100.964722, 279.313510, 18.721542, 20.123472, getstre**  

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

 **\_2\_Estandarización o Descremación** Properties

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port   

Use Transport **By Name ( Operator2 )**   

Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy  

Pull Requirement  

Para desarrollar los procesos de pasteurizado, enfriamiento, inoculación, incubación y batido, se colocó un multiproceso.

### Proceso de pasteurizado

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y...

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido

MultiProcessor Flow Triggers Labels General

Process Name 3\_Pasteurización

Process Time  
randomwalk( 0.000000, 0.006621, 7.872197, getstream)

Number of Operators 0

Pick Operator  
current.centerObjects[1]

Priority 0.00

Preemption no preempt

### Proceso de enfriamiento

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y...

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido

MultiProcessor Flow Triggers Labels General

Process Name 4\_Enfriamiento

Process Time  
lognormal2( 0.000000, 102.670528, 0.013073, getstream)

Number of Operators 0

Pick Operator  
current.centerObjects[1]

Priority 0.00

Preemption no preempt

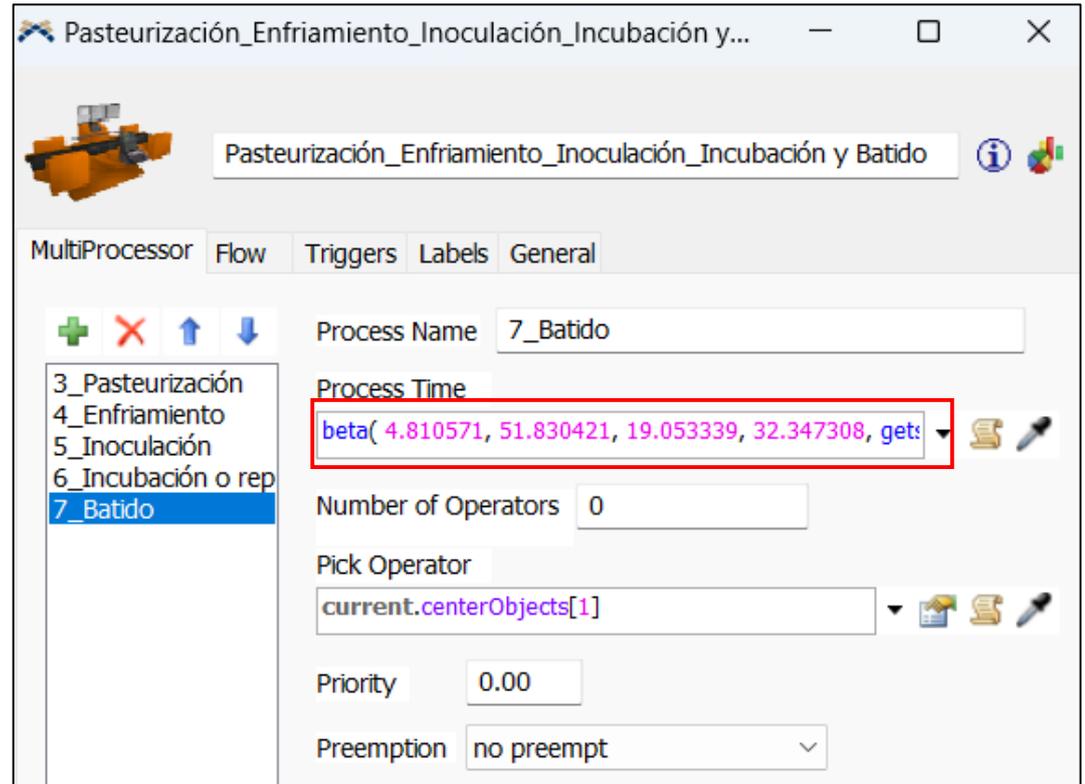
### Proceso de inoculación

The screenshot shows a configuration window titled "Proceso de inoculación" for a process named "5\_Inoculación". The window has a title bar with the text "Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y..." and standard window controls. Below the title bar is a toolbar with a 3D model icon and a search bar containing the text "Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido". The main area has tabs for "MultiProcessor", "Flow", "Triggers", "Labels", and "General". On the left, a list of process steps is shown: "3\_Pasteurización", "4\_Enfriamiento", "5\_Inoculación" (highlighted in blue), "6\_Incubación o rep", and "7\_Batido". The right side contains configuration fields: "Process Name" is "5\_Inoculación"; "Process Time" is a dropdown menu showing "lognormal2( 0.000000, 10.608157, 0.043952, getstream)" which is highlighted with a red box; "Number of Operators" is "0"; "Pick Operator" is a dropdown menu showing "current.centerObjects[1]"; "Priority" is "0.00"; and "Preemption" is a dropdown menu showing "no preempt".

### Proceso de incubación

The screenshot shows a configuration window titled "Proceso de incubación" for a process named "6\_Incubación o reposo". The window has a title bar with the text "Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y..." and standard window controls. Below the title bar is a toolbar with a 3D model icon and a search bar containing the text "Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido". The main area has tabs for "MultiProcessor", "Flow", "Triggers", "Labels", and "General". On the left, a list of process steps is shown: "3\_Pasteurización", "4\_Enfriamiento", "5\_Inoculación", "6\_Incubación o rep" (highlighted in blue), and "7\_Batido". The right side contains configuration fields: "Process Name" is "6\_Incubación o reposo"; "Process Time" is a dropdown menu showing "lognormal2( 0.000000, 106.745719, 0.012321, getstream)" which is highlighted with a red box; "Number of Operators" is "0"; "Pick Operator" is a dropdown menu showing "current.centerObjects[1]"; "Priority" is "0.00"; and "Preemption" is a dropdown menu showing "no preempt".

## Proceso de batido



Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y...

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido

MultiProcessor Flow Triggers Labels General

Process Name 7\_Batido

Process Time beta( 4.810571, 51.830421, 19.053339, 32.347308, get:

Number of Operators 0

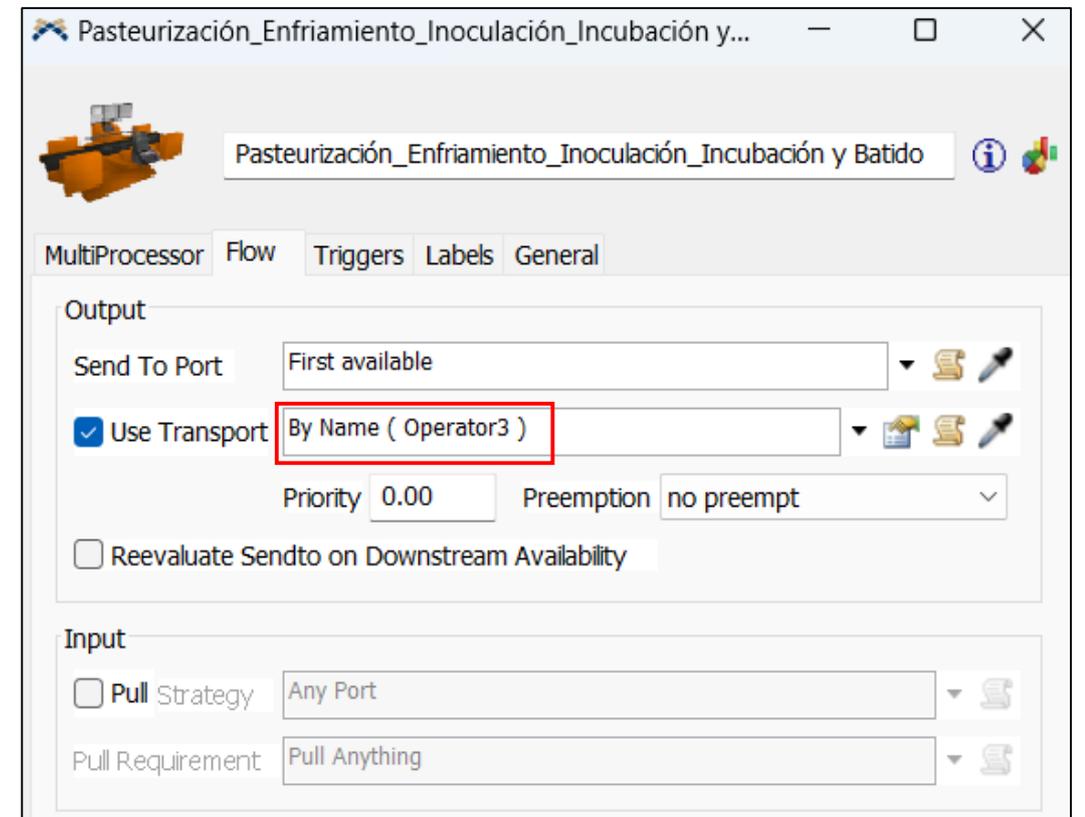
Pick Operator current.centerObjects[1]

Priority 0.00

Preemption no preempt

3\_Pasteurización  
4\_Enfriamiento  
5\_Inoculación  
6\_Incubación o rep  
7\_Batido

## Programación del operario para el multiproceso



Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y...

Pasteurización\_Enfriamiento\_Inoculación\_Incubación y Batido

MultiProcessor Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport By Name ( Operator3 )

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy Any Port

Pull Requirement Pull Anything

## Proceso de saborizado

**\_8\_Saborizado Properties**

**\_8\_Saborizado**

ProcessTimes Breakdowns Separator Flow Triggers Labels General

Setup Time

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time **weibull( 14.948730, 3.550819, 3.560030, getstream(current))**

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator

Priority  Preemption

**\_8\_Saborizado Properties**

**\_8\_Saborizado**

ProcessTimes Breakdowns Separator Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port

Use Transport **By Name ( Operator2 )**

Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy

Pull Requirement

## Proceso de envasado

 **\_9\_Envasado** Properties

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time **weibull( 0.000000, 0.043354, 4.487692, getstream(current))**  

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

 **\_9\_Envasado** Properties

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port   

Use Transport **By Name ( Operator3 )**   

Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy   

Pull Requirement   

## Proceso de empaclado

**\_10\_Empacado Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

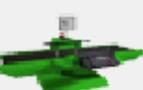
Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

**\_10\_Empacado Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Object Name

Output

Send To Port   

Use Transport    

Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy  

Pull Requirement  

## Proceso de almacenamiento

**\_11\_Almacenamiento Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

**\_11\_Almacenamiento Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port   

Use Transport    

Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Input

Pull Strategy   

Pull Requirement   

## Capacidad de producción para día 1

Dashboard	
<b>Staytime</b>	
Object	Average
_1_Recepción de materia prima	41.478
_1_1_Inspección de MP	20.202
_2_Estandarización o Descremación	188.647
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	0.000
_8_Saborizado	0.000
_9_Envasado	0.000
_10_Empacado	0.000
_11_Almacenamiento	0.000
<b>Content</b>	
Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.000
_1_1_Inspección de MP	0.000
_2_Estandarización o Descremación	0.000
Pasteurización_Enfriamiento_Inoculación_Incubación y Batido	1.000
_8_Saborizado	0.000
_9_Envasado	0.000
_10_Empacado	0.000
_11_Almacenamiento	0.000
<b>Salida de producto</b>	
Object	Input
Almacén	0

## Capacidad de producción para día 2

<b>Staytime</b>	
Object	Average
_1_Recepción de materia prima	50.76
_1_1_Inspección de MP	19.90
_2_Estandarización o Descremación	166.05
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	381.25
_8_Saborizado	0.37
_9_Envasado	0.50
_10_Empacado	0.58
_11_Almacenamiento	0.04
<b>Content</b>	
Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.00
_1_1_Inspección de MP	0.00
_2_Estandarización o Descremación	0.00
_3 Pasteurización_4 Enfriamiento_5 Inoculación_6 Incubación y 7Batido	1.00
_9_Envasado	0.00
_10_Empacado	0.00
_11_Almacenamiento	0.00
<b>Salida de producto</b>	
Object	Input
Almacén	500.00

### Capacidad de producción para una semana de trabajo

Staytime	
Object	Average
_1_Recepción de materia prima	50.08
_1_1_Inspección de MP	19.37
_2_Estandarización o Descremación	196.82
_3 Pasteurización_ 4 Enfriamiento_ 5 Inoculación_ 6 Incubación y 7Batido	382.75
_8_Saborizado	0.38
_9_Envasado	0.50
_10_Empacado	0.59
_11_Almacenamiento	0.04

Content	
Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.00
_1_1_Inspección de MP	0.00
_2_Estandarización o Descremación	0.00
_3 Pasteurización_ 4 Enfriamiento_ 5 Inoculación_ 6 Incubación y 7Batido	1.00
_9_Envasado	0.00
_10_Empacado	0.00
_11_Almacenamiento	0.00

Salida de producto	
Object	Input
Almacén	2000.00

### Capacidad de producción para un mes de trabajo

Staytime	
Object	Average
_1_Recepción de materia prima	49.01
_1_1_Inspección de MP	19.47
_2_Estandarización o Descremación	185.27
_3 Pasteurización_ 4 Enfriamiento_ 5 Inoculación_ 6 Incubación y 7Batido	383.12
_8_Saborizado	0.37
_9_Envasado	0.50
_10_Empacado	0.59
_11_Almacenamiento	0.04

Content	
Object	Current
_1_Recepción de materia prima	0.00
_1_1_Inspección de MP	0.00
_2_Estandarización o Descremación	1.00
_3 Pasteurización_ 4 Enfriamiento_ 5 Inoculación_ 6 Incubación y 7Batido	1.00
_9_Envasado	0.00
_10_Empacado	0.00
_11_Almacenamiento	0.00

Salida de producto	
Object	Input
Almacén	9500.00