



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO
DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA DE LÁCTEOS “EL
ENJAMBRE”**

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Mireya Abigail Esparza Huachi

TUTOR: Ing. Edith Elena Tubón Núñez, Mg.

Ambato - Ecuador

marzo – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA DE LÁCTEOS “EL ENJAMBRE”, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Mireya Abigail Esparza Huachi, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que la estudiante ha sido tutorada durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y el numeral 7.4 del respectivo instructivo del reglamento.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Edith Elena Tubón Núñez, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de Integración Curricular titulado: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA DE LÁCTEOS “EL ENJAMBRE” 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, marzo 2023.



Mireya Abigail Esparza Huachi

C.C.: 1804343000

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular 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, marzo 2023.



Mireya Abigail Esparza Huachi

C.C.: 1804343000

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por la señorita Mireya Abigail Esparza Huachi, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA DE LÁCTEOS “EL ENJAMBRE”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y al numeral 7.6 del respectivo instructivo del reglamento. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edison Jordán, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Freddy Lema, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este logro principalmente a Dios, por brindarme salud y sabiduría para alcanzar cada una de las metas que me he propuesto y por bendecirme con una familia maravillosa.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento en cada etapa de mi vida, son la base de todos mis éxitos.

A todos aquellos que me dieron una palabra de aliento y motivación para nunca rendirme.

Mireya Abigail Esparza Huachi

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de culminar esta carrera, por la vida, la familia y los amigos.

De forma especial a mis padres Marco y María que han sido un pilar fundamental en mi vida, creyendo siempre en mis capacidades, dándome ánimos, guiándome y apoyándome en cada etapa de mi vida.

A mi hermano Bryan, por su apoyo y confianza en mí.

A mis amigos con quienes he compartido buenas experiencias y han sido un gran apoyo en mi vida estudiantil, alentándonos mutuamente en todo momento hasta alcanzar nuestros objetivos.

A todos los docentes que forman parte de la FISEI por los conocimientos brindados durante mi carrera universitaria, de forma especial a mi tutora Ing. Edith Tubón por su guía y apoyo durante este proceso.

A la empresa de productos lácteos “El Enjambre” por su colaboración dentro de sus instalaciones, haciendo posible el desarrollo de este proyecto de investigación.

Mireya Abigail Esparza Huachi

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Tema de investigación.....	3
1.1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Antecedentes Investigativos.....	4
1.3 Fundamentación Teórica.....	7
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivo general	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO II	20
METODOLOGÍA.....	20
2.1 Materiales.....	20
2.2 Métodos.....	21
2.2.1 Modalidad de la Investigación.....	21
2.2.2 Población y muestra	26

2.2.3	Recolección de información	26
2.2.4	Procesamiento y Análisis de Datos	27
CAPÍTULO III	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1	Descripción general de la empresa	29
3.1.1	Reseña histórica	29
3.1.2	Productos ofertados.....	29
3.1.3	Identificación del producto de mayor demanda a través del análisis ABC.....	30
3.2	Maquinaria empleada	34
3.4	Proceso general para la elaboración de queso mozzarella.....	34
3.5	Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo.....	49
3.5.1	Selección del operario	49
3.5.2	Número de observaciones	49
3.5.3	Valoración del ritmo de trabajo.....	50
3.5.4	Descripción de los suplementos por subproceso.....	52
3.5.5	Medición de tiempos y cálculo del tiempo estándar	55
3.6	Cálculo de la capacidad de producción	69
3.7	Cálculo de la productividad.....	70
3.8	Propuesta de mejora	71
	Cursogramas analíticos propuestos para el proceso de elaboración del queso mozzarella.....	73
	Balanceo de líneas	82
	Cálculo de la productividad del método propuesto	96
	Comparación de la productividad actual con la del método mejorado	97
	MANUAL DE PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA	99

CAPÍTULO IV.....	128
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	128
4.1 Conclusiones.....	128
4.2 Recomendaciones.....	130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
ANEXOS.....	135
Anexo 1: Matriz de trabajos seleccionados Metodología Prisma	135
Anexo 2: Certificado de calibración de cronómetro.....	139
Anexo 3: Formato para la toma de tiempos.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología básica del diagrama de flujo [25].....	9
Tabla 2. Simbología para el diagrama de análisis del proceso [27]	10
Tabla 3. Número de observaciones recomendadas por la General Electric [22]	12
Tabla 4. Calificación de la actuación método Westinghouse [22]	14
Tabla 5. Tabla de suplementos por descanso de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) [30]	15
Tabla 6. Lista de materiales.....	20
Tabla 7. Preguntas de investigación.....	22
Tabla 8. Criterios de inclusión y exclusión	23
Tabla 9. Personal de la empresa de lácteos "El Enjambre"	26
Tabla 10. Datos Generales de la empresa	29
Tabla 11. Línea de productos de la empresa de lácteos "El Enjambre"	30
Tabla 12. Historial de ventas.....	30
Tabla 13. Valorización y porcentaje de consumo	31
Tabla 14. Porcentaje de consumo ordenado de mayor a menor.....	32
Tabla 15. Análisis ABC	32
Tabla 16. Maquinaria usada en la elaboración de queso mozzarella	34
Tabla 17. Cursograma analítico recepción de leche cruda.....	41
Tabla 18. Cursograma analítico descremación de leche	42
Tabla 19. Cursograma analítico calentamiento de leche en ollas	43
Tabla 20. Cursograma analítico formación de la cuajada	44
Tabla 21. Cursograma analítico desuerado	45
Tabla 22. Cursograma analítico hilar cuajada.....	46
Tabla 23. Cursograma analítico moldeo	47
Tabla 24. Cursograma analítico empacado	48
Tabla 25. Tiempo de ciclo queso mozzarella.....	49
Tabla 26. Número de observaciones por subproceso.....	50
Tabla 27. Valoración del ritmo de trabajo subprocesos para la elaboración de queso mozzarella	51
Tabla 28. Cálculo de los suplementos por subproceso para la elaboración de queso mozzarella	54
Tabla 29. Fórmulas usadas para el estudio de tiempos	55

Tabla 30. Descripción de actividades recepción de leche cruda	55
Tabla 31. Estudio de tiempos recepción de leche cruda	56
Tabla 32. Descripción de actividades descremación de leche cruda.....	57
Tabla 33. Estudio de tiempos descremación de leche cruda	57
Tabla 34. Descripción de actividades calentamiento de leche en ollas.....	58
Tabla 35. Estudio de tiempos calentamiento de leche en ollas	59
Tabla 36. Descripción de actividades formación de la cuajada	60
Tabla 37. Estudio de tiempos formación de la cuajada.....	61
Tabla 38. Descripción de actividades desuerado	62
Tabla 39. Estudio de tiempos desuerado.....	63
Tabla 40. Descripción de actividades hilar cuajada	64
Tabla 41. Estudio de tiempos hilar cuajada	64
Tabla 42. Descripción de actividades moldeo.....	65
Tabla 43. Estudio de tiempos moldeo	66
Tabla 44. Descripción de actividades empacado	67
Tabla 45. Estudio de tiempos empacado.....	68
Tabla 46. Cálculo de la capacidad de producción por subproceso.....	69
Tabla 47. Matriz de identificación de actividades que no aportan valor.....	72
Tabla 48. Cursograma analítico propuesto subproceso recepción de leche cruda	74
Tabla 49. Cursograma analítico propuesto subproceso descremación de leche cruda	75
Tabla 50. Cursograma analítico propuesto subproceso calentamiento de leche en ollas	76
Tabla 51. Cursograma analítico propuesto subproceso formación de la cuajada	77
Tabla 52. Cursograma analítico propuesto subproceso desuerado	78
Tabla 53. Cursograma analítico propuesto subproceso hilar cuajada	79
Tabla 54. Cursograma analítico propuesto subproceso moldeo.....	80
Tabla 55. Cursograma analítico propuesto subproceso empacado	81
Tabla 56. Tareas del diagrama de precedencia	82
Tabla 57. Reglas para la asignación de tareas	86
Tabla 58. Asignación de tareas para estaciones de trabajo	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del estudio de métodos.....	8
Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA	24
Figura 3. Gráfico ABC.....	33
Figura 4. Producto de mayor demanda (queso mozzarella).....	33
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso mozzarella.....	35
Figura 6. Recepción de leche cruda	36
Figura 7. Descremación de leche cruda	36
Figura 8. Calentamiento de leche en olla.....	37
Figura 9. Formación de la cuajada.....	37
Figura 10. Desuerado	38
Figura 11. Hilar cuajada.....	38
Figura 12. Moldeo queso mozzarella.....	39
Figura 13. Quesos mozzarella empacados	39
Figura 14. Diagrama de precedencias	84
Figura 15. Tiempo de ciclo propuesto para cada estación de trabajo	87
Figura 16. Asignación de estaciones de trabajo	89
Figura 17. Comparación de la eficiencia actual y la propuesta	91
Figura 18. Parámetros para balanceo de líneas	93
Figura 19. Ingreso de tiempos y actividades predecesoras	94
Figura 20. Requerimientos para el balanceo de líneas.....	94
Figura 21. Resultados del balanceo de líneas en el software POM QM.....	95
Figura 22. Distribución de tiempo de ciclo para estaciones	95
Figura 23. Comparación productividad por tiempo de trabajo	97
Figura 24. Comparación productividad por horas - hombre.....	97

RESUMEN EJECUTIVO

En el proyecto de investigación se realiza el estudio de tiempos y movimientos en la empresa de lácteos “El Enjambre” con el fin de mejorar el proceso productivo, aumentar la productividad y estandarizar el proceso. Se conoce la situación actual de la empresa a través de la observación directa y entrevistas no estructuradas al gerente y al operario encargado del área de producción. A partir del diagnóstico inicial de la empresa, se realiza el análisis ABC para seleccionar el producto de mayor demanda usando el histórico de ventas, identificando al queso mozzarella como el producto de mayor consumo para realizar el estudio. Para la obtención de los datos necesarios para el desarrollo del proyecto se realizaron mediciones de tiempo por cronometraje, tomando en cuenta las actividades y movimientos que realiza el operario en cada subproceso; la información obtenida se organiza por medio de diagramas de flujo, cursogramas analíticos y tablas. Durante el desarrollo del proyecto se identificó el cuello de botella y la ausencia de procesos estandarizados. Finalmente se determina los tiempos estándar de cada subproceso y se suprimió o combinó actividades que no generen valor obteniendo una mejora en el tiempo de 4,08% y a partir de ello se realiza el balance de líneas para equilibrar las cargas de trabajo y que el proceso fluya de manera continua; adicional se elaboró el manual de procedimientos para la elaboración de queso mozzarella para guiar a los trabajadores en el desarrollo de sus actividades y por ende mejorar la productividad de la empresa.

Palabras claves: Tiempos y movimientos, proceso productivo, empresa de lácteos, análisis ABC, balanceo de líneas, manual de procesos.

ABSTRACT

In the research project the study of times and movements in the dairy company “The Swarm” is carried out in order to improve the production process, increase productivity and standardize the process. The current situation of the company is known through direct observation and unstructured interviews with the manager and the operator in charge of the production area. From the initial diagnosis of the company, the ABC analysis is performed to select the product of greatest demand using the sales history, identifying mozzarella cheese as the product of greatest consumption to carry out the study. To obtain the necessary data for the development of the project, time measurements were made by timing, taking into account the activities and movements performed by the operator in each subprocess; the information obtained is organized by means of flowcharts, analytical cursograms and tables. During the development of the project, the bottleneck and the absence of standardized processes were identified. Finally, the standard times of each subprocess are determined and activities that do not generate value were eliminated or combined, obtaining an improvement in time of 4.08% and from this the line balance is carried out to balance the workloads and that the process flows continuously; additionally the manual of procedures for the production of mozzarella cheese was developed to guide the workers in the development of their activities and therefore improve the productivity of the company.

Keywords: Times and movements, production process, dairy company, ABC analysis, line balancing, process manual.

INTRODUCCIÓN

Las organizaciones han implementado el estudio de tiempos desde la década de los 80's, con la finalidad de aumentar el nivel de productividad y mejorar el tiempo de trabajo [1]. Actualmente, las organizaciones buscan unificar sus procesos productivos a través del uso de estándares y normas que permitan maximizar la ventaja competitiva, la productividad y la eficiencia de los procesos [2].

El avance tecnológico y la aplicación de herramientas de ingeniería permite a las organizaciones identificar y eliminar actividades que no crean valor a sus productos, mejorando de esta forma los procesos de fabricación de un producto o servicio. Para realizar un adecuado estudio de tiempos se debe tomar en cuenta los equipos y materiales necesarios para determinar el tiempo óptimo de cada proceso hasta obtener el producto final [1].

Realizar el estudio de tiempos y movimientos en una empresa representa un grado alto de importancia, dado que este estudio permite el mejoramiento de la productividad a través de un examen crítico de las formas de llevar a cabo las actividades con la finalidad de establecer tiempos estándar para la optimización del proceso productivo de la organización.

El estudio de tiempos beneficia a todo el personal de una organización y a todos aquellos que interactúen de forma directa e indirecta con ella, puesto que perciben un mayor desempeño en los procesos productivos y por lo tanto un menor costo de fabricación, hasta que el producto llegue a los clientes.

En la provincia de Tungurahua, el cantón Santiago de Píllaro se caracteriza por ser agrícola-ganadero considerándolo como uno de los máximos productores de leche cruda de la zona. Gran parte de los ganaderos reciben un pago mínimo por su producto, lo que los obliga a evaluar su cadena productiva para mejorarlo aplicando distintas acciones de mejora [3].

Una empresa dedicada a la elaboración de productos lácteos que presentaba problemas en sus procesos productivos debido a la ausencia de estándares de tiempos, describe la importancia de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos, donde se obtuvo

como resultado el índice de desempeño del trabajador, los tiempos de preparación de la maquinaria y una mejora del 4,50% en el proceso productivo [4].

El estudio de tiempos y movimientos consta de identificación de actividades, valoración del ritmo de trabajo y eliminación o reducción de actividades innecesarias que no aportan valor al producto final, dicho estudio se adapta al objetivo principal del presente trabajo de investigación, para obtener un proceso productivo estandarizado en la empresa de lácteos “El Enjambre”, disminuyendo tiempos improductivos, movimientos innecesarios, que dan como resultado un incremento en la productividad de la empresa.

El presente proyecto de integración curricular se desarrolla en cuatro capítulos, el primero comprende el marco teórico en donde se expone la contextualización del problema, antecedentes investigativos y fundamentación teórica; el segundo, detalla la metodología a seguir para el desarrollo del proyecto, los materiales empleados; seguido del tercer capítulo, en el que se describe los resultados obtenidos conforme a los objetivos establecidos, finalmente, se presenta el capítulo cuatro, donde se describe las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el desarrollo del estudio.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA DE LÁCTEOS “EL ENJAMBRE”.

1.1.1 Planteamiento del problema

Debido al rápido desarrollo y crecimiento de las poblaciones tanto nacionales como globales, además del auge de productos que son integrados cada vez más en el mercado, las empresas se han visto en la necesidad de investigar nuevas estrategias competitivas que les permitan generar productos o servicios de calidad maximizando la optimización de sus recursos, y cumpliendo con las necesidades y expectativas de sus clientes [5].

En Latino América la baja productividad se debe a la escasa innovación en los sistemas productivos y a la ausencia de herramientas de ingeniería como estudios de tiempos, gestión de procesos, control de calidad, entre otros. Lo que ha impedido la optimización de los recursos que forman parte del proceso de fabricación ya que no existe reducción de costos ni desperdicios generando menos competitividad en las organizaciones [5].

La innovación, implementación de estudios de ingeniería y el progreso tecnológico forman parte fundamental para el desarrollo de un país, elementos con los que no cuenta la región, dado que las organizaciones no invierten en capacitación, aplicación de nuevas técnicas y métodos para mejorar sus procesos productivos, esto causa que no estén a un nivel competitivo adecuado con otros países de la misma región latinoamericana [6].

En Ecuador el sector lácteo está formado por una gran parte de la población, la producción de leche cruda y sus derivados es la principal fuente de ingreso para 1,3 millones de personas. En el país se producen aproximadamente 6,6 millones de litros de leche cruda al día garantizando la sostenibilidad de este sector por medio de campañas que fomentan el consumo local del líquido y sus derivados lácteos [7].

Por otro lado, la actividad del sector lácteo ha mostrado un dinamismo económico y social en los últimos años, principalmente en la mayoría de las provincias andinas, ya que su rentabilidad se debe a las diferencias en los costos de producción y precios de los productos primarios, mientras que la eficiencia productiva permite incrementar la productividad a 5,3 millones de litros diarios, logrando así la meta del ganadero de incrementar las condiciones económicas y de vida [3].

En la provincia de Tungurahua, el cantón Santiago de Píllaro se caracteriza por ser agrícola-ganadero considerándolo como uno de los máximos productores de leche cruda de la zona. Gran parte de los ganaderos reciben un pago mínimo por su producto, lo que los obliga a evaluar su cadena productiva para mejorarlo aplicando distintas acciones de mejora [3].

La empresa “El Enjambre” tiene una trayectoria de 15 años en el mercado, se dedica a la elaboración y comercialización de productos lácteos. Mediante la evaluación inicial realizada por observación directa, se identificó que la organización no posee procesos estandarizados ni tiempos definidos para llevar a cabo cada una de las actividades, esto provoca un bajo rendimiento en la productividad.

Al no poseer ningún registro de datos de tiempo, se desconoce la productividad de sus operarios y la eficiencia de la maquinaria que se emplea, por ende, se producen pérdidas de tiempo, dinero, equipos y mano de obra para la empresa, esto hace que sea menos competitiva con organizaciones del mismo sector.

1.2 Antecedentes Investigativos

En el artículo científico de medición del trabajo, menciona que la implementación de la herramienta de estudio de tiempos y movimientos en una línea de producción de yogurt, logró establecer la capacidad real de producción de la empresa así como la identificación del cuello de botella del proceso que fue la tarea de preparación del yogurt con el objetivo de tomar medidas correctivas como la búsqueda de otras condiciones de procesamiento que permitan disminuir el tiempo en la incubación sin alterar la calidad del producto [8].

Se demostró que el estudio del trabajo implementado en pequeñas empresas del área alimenticia mejoró la productividad, a través de la identificación de cuellos de botella y el tiempo de inactividad en la fábrica [9]. En base al estudio de tiempos y movimientos es posible examinar los factores que afectan la productividad obteniendo como resultado la reducción de tiempos improductivos y establecer acciones para elevar la productividad [10], esto permite que un proceso o actividad pueda ser más eficiente y tener un conocimiento más amplio de diferentes áreas para llegar al resultado esperado [11].

El caso de INLADEC, una empresa de elaboración de productos lácteos que presentaba problemas en sus procesos productivos debido a la ausencia de estándares de tiempos, describe la importancia de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos, donde se obtuvo como resultado el índice de desempeño del trabajador, los tiempos de preparación de la maquinaria y una mejora del 4,50% en el proceso productivo [4].

Según el caso de estudio en una línea de producción de quesos, la aplicación del estudio de tiempos y movimientos permitió conocer tiempos muertos que limitaban la capacidad de producción, esto se debía a que los procesos se encontraban en dependencia con la experiencia del jefe de área. Se concluyó que con la implementación del método de trabajo mejorado se aumentó en un 6,56% la ejecución de las actividades [12].

Según el artículo realizado en la línea de producción de una pequeña empresa de lácteos, resaltó que el uso de un estudio de tiempos ayudó a proponer una nueva línea de producción donde se optimizó los tiempos de elaboración de los productos y al mismo tiempo se implementó nueva maquinaria y transporte adecuado, resaltando que estos elementos provocan un aumento de la producción, así como el incremento de la competitividad con mercados de la misma línea de producción [13].

La tesis realizada en una empresa ecuatoriana de procesamiento de productos cárnicos y lácteos destaca que la implementación del estudio de tiempos y movimientos permitió determinar los tiempos de las tareas y subtareas del proceso productivo, y a través de los diagramas de recorrido se pudo eliminar distancias innecesarias que recorrían los operarios y productos, eliminando de esta manera tiempos improductivos

en la planta [14].

Como se detalla en el caso de Zamael, una empresa dedicada a la elaboración de productos lácteos que al no contar con un adecuado método de trabajo al ser relativamente nueva en el mercado, vio la necesidad de mejorar su proceso de producción a través de un estudio de tiempos, obteniendo como resultados el incremento de la productividad en el proceso de elaboración de quesos en un 63,18% y una notable mejora en cuanto a eficiencia y eficacia en un 33,13% y 39,76% respectivamente [15].

Según el estudio de investigación realizado en el proceso de fabricación de yogurt, indicó que la industria láctea es una de las actividades productivas más desempeñadas en la zona andina donde se requiere mayor mano de obra, es por ello que el estudio de tiempos y movimientos ayudó a medir la productividad de los operarios y el uso adecuado de los recursos con los que cuenta la organización para aumentar la productividad de la empresa y mejorar sus procesos, especialmente para estandarizar los tiempos de elaboración del yogurt [16].

En el artículo de investigación desarrollado en Lácteos Fátima, se resaltó el uso de diagramas de flujo, estudio de tiempos, hojas de trabajo, entre otros, como base para la unificación de las actividades que formaban parte del proceso de elaboración de queso asadero. Los resultados finales del estudio se reflejaron en la minimización del tiempo y tareas que no agregaban valor al proceso productivo [17].

La empresa de derivados lácteos presentó la aplicación de varias herramientas de ingeniería entre ellas destaca la aplicación del estudio de tiempos y movimientos, con la finalidad de analizar su impacto en los problemas de la empresa, obteniendo como resultado una mejor organización y la reducción de tiempos e inspecciones [18]. Se resalta que el estudio de tiempos es uno de los métodos más usados a través de la observación directa, permite conocer el tiempo de trabajo dentro del proceso productivo de un producto o bien [1].

Según el artículo de investigación realizado en un sistema de distribución en base a un estudio de métodos y tiempos, propone una metodología que permite optimizar las rutas de distribución entre la empresa y sus clientes. El estudio de tiempos permitió

identificar variables importantes que alteraban los tiempos y la ejecución de las entregas en los horarios definidos [19].

A través del análisis de métodos de trabajo y el estudio de tiempos realizado a los operarios en el proceso de empaclado de uvas de mesa, mostró que existían diferentes formas de llevar a cabo las actividades, al igual que el tiempo invertido por cada trabajador; el estudio permitió incrementar la productividad de los trabajadores en base a los hallazgos descritos [20].

En el “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera”, los autores determinaron la implementación de un nuevo método de trabajo, donde se determinó tiempos estándar y los movimientos necesarios que debía llevar a cabo cada trabajador logrando reducir demoras e incrementar la productividad [21].

El artículo desarrollado en una planta de producción de helados en el proceso de batido, destacó que al analizar los tiempos del proceso de batido que representa el 80% de las ventas, se halló los cuellos de botella y las limitantes que presentaba en cuanto a eficiencia, para lo cual se instauró estrategias que minimicen los tiempos y oportunidades potenciales de mejorar la eficiencia y los recursos usados en estas actividades [2].

1.3 Fundamentación Teórica

Ingeniería de métodos

Es un conjunto de actividades sistemáticas de las operaciones existentes para incluir mejoras que faciliten el trabajo y permitan completarlo en el menor tiempo que sea posible y con una baja inversión en producción unitaria. La ingeniería de métodos implica diseñar, crear y elegir los mejores métodos, procedimientos, herramientas, equipos y habilidades de fabricación para producir productos de acuerdo con un diseño previamente desarrollado [22].

Estudio de métodos

Consiste en una evaluación sistemática de los métodos para llevar a cabo actividades

para optimizar y mejorar el uso eficaz de los recursos e instaurar estándares de desempeño para las actividades en curso. Por lo tanto, es un método sistemático para aumentar la productividad. Además, la combinación del estudio de métodos con la medición del trabajo en una empresa tiene como finalidad mejorar la productividad, no obstante cada una cumple funciones diferentes dentro de la organización [23].

El estudio de métodos comprende ocho etapas como se muestra en la figura 1.

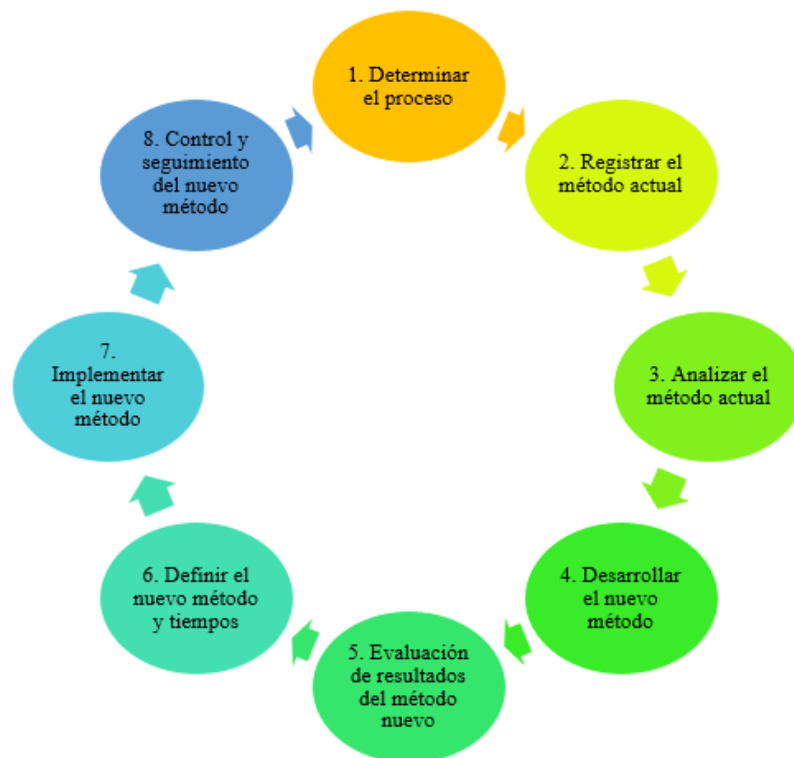


Figura 1. Etapas del estudio de métodos

Para registrar el método actual se emplea diferentes técnicas como:

- **Gráficos de sucesión** que incluyen cursogramas analíticos, sinópticos, diagrama bimanual y cursograma administrativo [23].
- **Gráficos con escala de tiempo** como: diagrama de actividades múltiples y simograma [23].
- **Gráficos que indican movimiento** como: diagrama de recorridos, diagrama de hilos, gráfico de trayectoria, entre otros [23].

Diagrama de flujo

Es una herramienta que permite representar de forma secuencial las actividades que forman parte de un proceso, facilitando la comprensión de este [24].

Tabla 1. Simbología básica del diagrama de flujo [25]

Símbolo	Nombre	Descripción
	Inicio/Fin	Muestra el inicio o fin de un proceso.
	Actividad	Representa cualquier operación.
	Decisión	Indica un punto de decisión del proceso, las salidas son de tipo Si/No.
	Flecha de flujo	Marca la secuencia lógica del proceso.






Cursograma analítico del proceso

Conocido también como diagrama de análisis del proceso (DAP) presenta mayor detalle de los componentes de un producto o las actividades que desempeña un operario, se muestran operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos [26].

Se presentan tres tipos de DAP en función del objeto a ser analizado:

- DAP del material
- DAP del operario
- DAP de la máquina

Tabla 2. Simbología para el diagrama de análisis del proceso [27]

Símbolo	Nombre	Descripción
	Operación	Indica una acción en la que genera una alteración en las características del producto o material.
	Inspección	Muestra la verificación de la calidad del producto en base a las especificaciones establecidas.
	Transporte	Indica el desplazamiento de un objeto de un lugar hacia otro, se considerará cuando la distancia sea igual o mayor a un metro.
	Demora	Retraso en la realización de una actividad que impide el desarrollo de la siguiente operación.
	Almacenamiento	Indica que un producto se encuentra inmóvil en un espacio determinado del cual se lo puede mover cuando se requiera su uso.

Tiempos y movimientos

Es una herramienta que permite realizar la medición del trabajo de un proceso productivo, tiene el propósito de establecer estándares de tiempo y determinados métodos que permitan reducir los tiempos para llevar a cabo las tareas, con la finalidad de minimizar los costos de elaboración [28].

Estudio de tiempos

Fue empleado en la década de los 80's por Taylor, se empleó para establecer de forma apropiada y exacta el intervalo de tiempo que dura un proceso. Esta técnica permite implantar un estándar de tiempo para que una tarea sea llevada a cabo, basándose en la medición del contenido del trabajo donde se considera las necesidades personales del operador, la fatiga y retrasos que no pueden ser evitados [1]. Generalmente se emplea un cronómetro para que la toma del tiempo sea más fácil.

Cronómetro

Permite medir el tiempo con mayor precisión que un reloj común, son de suma importancia el estudio de tiempos; permite contrastar con más facilidad el método de trabajo, permitiendo la identificación de elementos que puedan ser añadidos u omitidos [27].

Formas de tomar tiempos con cronómetro

Existe 2 formas básicas para tomar el tiempo de los elementos durante un ciclo de trabajo.

1. **Lectura continua:** funciona mediante el accionamiento del cronómetro sin detenerlo y registrar el punto de tiempo en el que termina cada acción [4]. Se destacan algunas ventajas como: no se pierde tiempo en los retrocesos, los errores existentes en las lecturas tienden a compensarse [22].
2. **Vuelta a cero o lectura repetitiva:** consiste en pulsar el cronómetro desde cero al inicio de cada actividad y desactivarlo cuando la actividad haya culminado y se retorna a cero, se lo realiza de forma sucesiva hasta terminar con el estudio [4]. Este procedimiento conlleva ciertas ventajas tales como: se registra de forma directa el tiempo de duración de cada actividad, se obtiene valores un poco más precisos ya que inicia siempre en cero [22].

Número de observaciones

Se usa para asegurar la confiabilidad del estudio de tiempos y la medición del trabajo por medio de cronómetros, es importante recordar el número de observaciones que se deberá ejecutar en cada componente a ser analizado, con el objetivo de determinar el tiempo promedio representativo de cada operación, existen diferentes procedimientos que son [22]:

- Criterio de la General Electric.
- Ábaco de Lifson.
- Tabla de Westinghouse.
- Fórmulas estadísticas.

Cada una de las herramientas permite que el analista llegue al objetivo propuesto por lo que se recomienda usar el procedimiento que mejor se adapte a la necesidad.

Criterio de la General Electric

Una pauta general para determinar el tamaño de la muestra es la General Electric, que toma un promedio de cada operación en función del total de minutos por ciclo para elegir el número recomendado de observaciones, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Número de observaciones recomendadas por la General Electric [22]

Tiempo de ciclo (min)	Número de observaciones recomendadas
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
Más de 40,00	3

Método estadístico

Para la aplicación de este método se hace uso de fórmulas estadísticas que permitirán hallar el número N de observaciones que deben llevarse a cabo para cada elemento, con un nivel de confianza y margen de exactitud predeterminados. El método considera un nivel de confianza de 95,54% y un margen de error de $\pm 5\%$ [23].

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra que deseamos determinar.

n' = Número de observaciones del estudio preliminar.

\sum = Suma de los valores.

x = Valor de las observaciones.

Debido a que el tamaño de muestra variará de acuerdo a las observaciones para cada elemento estudiado, es probable que se obtengan diferentes tamaños de muestra para cada elemento de un mismo ciclo, consecuentemente se recomienda que el tamaño de muestra sea calculado con base en el elemento que requiere la muestra de mayor tamaño [23].

Valoración del ritmo de trabajo (FD)

Permite establecer el tiempo que un trabajador normal requiere para realizar una actividad específica, tomando en cuenta que un trabajador normal se considera a un operador competente y experimentado que efectúe las tareas a un ritmo medio (normal) [22].

La valoración del ritmo de trabajo es de importancia para el estudio de tiempos ya que su finalidad es encontrar el tiempo estándar que permita a los administradores establecer el volumen de trabajo para cada puesto de operación [22].

Los factores que intervienen en el ambiente de trabajo son detallados en el método de Westinghouse, los cuales son:

- **Habilidad:** es la eficiencia para seguir un método determinado no sujeto a variación por parte del trabajador.
- **Esfuerzo:** es el deseo de trabajar, controlado por el trabajador y limitado por sus habilidades.
- **Condiciones:** son aquellas que afectan al trabajador como: luz, calor, entre otras., y no a la operación en sí.
- **Consistencia:** son aquellos valores de tiempo que desempeña el trabajador que se repiten de forma constante o inconstante [22].

Tabla 4. Calificación de la actuación método Westinghouse [22]

Habilidad			Esfuerzo		
A1	Habilísimo	+0,15	A1	Excesivo	+0,13
A2		+0,13	A2		+0,12
B1	Excelente	+0,11	B1	Excelente	+0,10
B2		+0,08	B2		+0,08
C1	Bueno	+0,06	C1	Bueno	+0,05
C2		+0,03	C2		+0,02
D	Promedio	0,00	D	Promedio	0,00
E1	Regular	-0,05	E1	Regular	-0,04
E2		-0,10	E2		-0,08
F1	Deficiente	-0,15	F1	Deficiente	-0,12
F2		-0,22	F2		-0,17
Condiciones			Consistencia		
A	Ideales	+0,06	A	Perfecto	+0,04
B	Excelente	+0,04	B	Excelente	+0,03
C	Buena	+0,02	C	Buena	+0,01
D	Promedio	0,00	D	Promedio	0,00
E	Regulares	-0,03	E	Regulares	-0,02
F	Malas	-0,07	F	Deficientes	-0,04

Tiempo normal o básico

Es el intervalo de tiempo mínimo para realizar una actividad por personal de tipo medio, preparado y entrenado a un ritmo normal. El tiempo normal es el producto entre el tiempo promedio observado con el valor obtenido durante la evaluación del desempeño del operador, calculado mediante la ecuación 2 [29]:

$$TN = TP * FD \quad (2)$$

Donde:

TN= Tiempo normal o básico

TP= Tiempo promedio observado

FD= Factor de desempeño

Tiempo estándar o tipo

Se denomina tiempo estándar al tiempo requerido para que cierta operación dada sea realizada por un operador promedio, completamente calificado y capacitado trabaje a un ritmo normal para realizar la operación [29]. Se lo calcula mediante la ecuación 3.

$$TS = TN * (1 + S) \quad (3)$$

Donde:

TS= Tiempo estándar

TN= Tiempo normal

S= Suplementos u holgura

Tiempo Suplementario

Cada proceso de producción está sujeto a cambios debido a las características humanas y los sistemas que forma parte del proceso. El tiempo suplementario es la suma de tiempo provocada por las deficiencias en el producto, el proceso, el diseño y la fatiga. El tiempo suplementario se calcula partiendo de un porcentaje sobre el tiempo base y se instaure a partir de un estudio de la situación específica de cada empresa [29].

Los suplementos se dividen en suplementos fijos y variables. Los suplementos fijos hacen referencia a las necesidades personales como: acudir al baño, beber agua, lavarse las manos, entre otros. Mientras que, los suplementos variables son añadidos cuando las situaciones de trabajo difieren de las adecuadas [23].

Para establecer correctamente los complementos para el cálculo del tiempo tipo o estándar se debe emplear la tabla proporcionada por la Organización del Trabajo (OIT), la cual clasifica los complementos en dos grupos los variables y los constantes que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Tabla de suplementos por descanso de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) [30]

SUPLEMENTOS CONSTANTES			14	0
Suplementos por:	H	M	12	0
Necesidades personales	5	7	10	3
Suplementos base por fatiga	4	4	8	10
SUPLEMENTOS VARIABLES			6	21
A. Por trabajar de pie	2	4	5	31
B. Por postura anormal			40	45
Ligeramente incómoda	0	1	3	64
Incómoda (inclinado)	2	3	2	100
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	F. Concentración intensa	
			Trabajos de cierta precisión	0 0

Tabla 5. Tabla de suplementos por descanso de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) [30] (continuación)

C. Uso de la fuerza o de la energía muscular			F. Concentración intensa		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
2,5	0	1	G. Ruido		
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7,5	2	3	Continuo	0	0
10	3	4	Intermitente y fuerte	2	2
12,5	4	6	Intermitente y muy fuerte	5	5
15	5	8	Estridente y fuerte	7	7
17,5	7	10	H. Tensión mental		
20	9	13	Proceso bastante complejo	1	1
22,5	11	16	Proceso complejo	4	4
25	13	20 (máx)	Proceso muy complejo	8	8
30	17		I. Monotonía		
33,5	22		Trabajo algo monótono	0	0
D. Mala iluminación			Trabajo bastante monótono	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo muy monótono	4	4
Bastante por debajo	2	2	J. Tedio		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo aburrido	0	0
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo aburrido	2	2
kata (milicalorías/cm ² /segundo)			Trabajo muy aburrido	5	5
16	0				

Estudio de movimientos

Técnica que muestra el resultado cuantitativo del esfuerzo físico de un trabajador con respecto al tiempo determinado para realizar una tarea específica haciendo uso de un método predeterminado, obteniendo de este modo el tiempo estándar de las operaciones empleadas para elaborar un producto [22].

Productividad

Es la capacidad o grado de producción de algo o alguien. Se emplea para medir el grado en que se puede extraer cierto producto de un insumo determinado, es decir, mientras menos recursos se empleen para producir una misma cantidad, mayor será la productividad [23]. La productividad es identificada por las horas-hombre trabajadas, eliminando el uso inadecuado o desperdicio de los recursos y tiempo [27].

Procesos

Es una serie de actividades que se llevan a cabo para cumplir con un objetivo. Cabe mencionar que un proceso industrial consta de un conjunto de acciones necesarias para transformar la materia prima en un producto que al final será entregado al consumidor [31].

Proceso de producción

Es un conjunto de acciones u operaciones interdependientes para la fabricación de un producto [32].

Capacidad de la producción

La capacidad es el elemento que permite representar el volumen de producción o productos que un establecimiento puede almacenar o producir en un tiempo dado, de esta forma obtenemos un diseño teórico o capacidad de producción de una fábrica en circunstancias ideales, mientras que la capacidad efectiva es la que se debe lograr teniendo en cuenta las restricciones operativas y la real que se observa en la fábrica [33].

La capacidad de producción puede ser calculada mediante el uso de la ecuación 4.

$$\mathbf{CP} = \frac{1}{\mathbf{TS}} * \mathbf{TTP} \quad (4)$$

Donde:

CP= Capacidad de producción

TS= Tiempo estándar

TTP= Tiempo total productivo

Control de la producción

Cumple la función de administrar o regular el movimiento de cada uno de los materiales a través del ciclo de fabricación, iniciando desde la adquisición de materia prima hasta la entrega del producto final al consumidor. Esto se logra mediante la transmisión ordenada de instrucciones a los operarios, de acuerdo con el plan más

económico que se usa en las instalaciones [32].

Análisis ABC

Es un método que permite analizar productos de una empresa, se instauran tres categorías que clasifican los bienes según sus prioridades, estableciéndose los artículos A de mayor importancia, los B de importancia secundaria y C de poca importancia [34] en cada uno de los segmentos sea el valor que genera cada uno de los productos.

El beneficio de usar el modelo ABC está intrínsecamente ligada al estudio de la cadena de valor, ya que muestra las actividades de valor y las actividades de no valor, así como sus costos incrementados [34].

Los pasos a seguir para la clasificación de productos mediante el método ABC son:

- Seleccionar o identificar los productos.
- Establecer los criterios y porcentajes de clasificación de acuerdo con su importancia para el análisis ABC.
- Fijar en las categorías los intervalos, en los cuales se debe identificar el valor mínimo y máximo de cada zona ABC [34].
- Asignar la puntuación correspondiente mediante el uso de los resultados de los criterios y factores de ponderación por producto y por zona [34].

Balanceo de líneas

El balanceo de líneas es empleado para utilizar todo el potencial de la maquinaria y el personal disponibles, ya que un equilibrio justo de la carga de trabajo puede reducir significativamente el tiempo de inactividad que no agrega valor al proceso de producción. Consiste en un herramienta que busca cumplir con la tasa de producción deseada con el mínimo de estaciones de trabajo y operadores, con la finalidad de conseguir una línea de producción eficiente [35].

Pasos para realizar el balanceo de líneas:

1. Realizar el diagrama de precedencia para especificar la secuencia y relaciones de las actividades [32].
2. Calcular el tiempo de ciclo [32].

3. Determinar el número teórico de estaciones de trabajo [32].
4. Elegir la regla para la asignación de las tareas en las estaciones de trabajo [32].
5. Asignar las tareas a las estaciones de trabajo previamente calculadas, la suma de sus tiempos debe ser similar al tiempo de ciclo destinado para cada estación [32].
6. Determinar la eficiencia del balanceo de líneas [32].

Manual de procedimientos

Es un instrumento de apoyo en el que se describe la secuencia de pasos a seguir para llevar a cabo una tarea. El manual de procedimiento tiene como función principal explicar de forma detallada, ordenada y sistemática cada una de las etapas para el desarrollo de un proceso, está enfocado al personal que conforma una organización [36].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar el estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo en la empresa de lácteos “El Enjambre”.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar el proceso de fabricación del producto lácteo de mayor demanda de la empresa.
- Establecer los tiempos estándar de cada una de las etapas del proceso del producto principal.
- Proponer acciones de mejora que permitan la optimización de la productividad.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En la tabla 6 se enlista los materiales usados en el proyecto de investigación.

Tabla 6. Lista de materiales



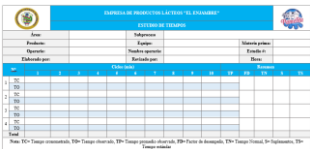





Material	Imagen	Descripción
Computador portátil		Equipo electrónico usado para el procesamiento de información y presentación del proyecto de investigación.
Teléfono celular		Dispositivo portátil utilizado para capturar fotos y vídeos del método de trabajo.
Cronómetro digital		Instrumento empleado para la toma de tiempos en el proceso productivo.
Cinta métrica		Instrumento de medición para distancias.
Tablero		Material usado para sostener hojas sueltas y escribir sobre ellas.
Formato de toma de tiempos		Ficha utilizada para el registro de tiempos del proceso productivo.

Tabla 6. Lista de materiales (continuación)

Material	Imagen	Descripción
Cuaderno de apuntes		Material de uso común para escribir datos importantes que ayuden al estudio.
Software Microsoft Word		Software usado para la documentación del estudio y el desarrollo de la información recolectada para el estudio.
Software Microsoft Excel		Software empleado en la realización de formatos para toma de tiempos, cursogramas y procesamiento de datos cuali-cuantitativos.
Software Microsoft Visio		Software utilizado para la elaboración de diagramas de procesos y otros contenidos del estudio.
Bizagi		Usado para la elaboración de diagramas de flujo para el manual de procesos.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la Investigación

Investigación bibliográfica – documental

Se realizó una investigación de tipo bibliográfico – documental a través de libros, artículos científicos, documentos de carácter académico, páginas web, revistas indexadas, para conocer y comprender la relevancia que posee la aplicación del estudio de tiempos y movimientos, su influencia en la mejora de la productividad y

estandarización de tiempos de producción. Para la selección adecuada de estos documentos se aplicó la Metodología Prisma [37], la misma que se detalla a continuación:

- **Preguntas de investigación**

Para la realización de las preguntas se tomó en cuenta los siguientes puntos de vista: (VP1) que logros se ha evidenciado con el estudio de tiempos y movimientos en diferentes industrias o empresas, (VP2) ventajas, conceptos de aplicar el estudio de tiempos y movimientos y (VP3) industrias lácteas que hayan aplicado estudio de tiempos y movimientos. La tabla 7 muestra las preguntas formuladas.

Tabla 7. Preguntas de investigación

Número	Pregunta de Investigación (RQ)	Motivación
RQ1	¿Qué se ha logrado al realizar un estudio de tiempos y movimientos en diferentes industrias?	Conocer los logros que brinda realizar el estudio de tiempos y movimientos.
RQ2	¿Cuáles son los beneficios del estudio de tiempos y movimientos?	Exponer los beneficios que otorga realizar el estudio de tiempos y movimientos
RQ3	¿Se mejoró el proceso productivo mediante el estudio de tiempos y movimientos en industrias lácteas?	Identificar las mejoras que se obtuvo en el proceso productivo al aplicar el estudio de tiempos y movimientos.

- **Búsqueda de documentos**

Se realizó una búsqueda bibliográfica que abarcó el intervalo de 2017 a 2022. Se ha seleccionado este intervalo de tiempo, dado que la tecnología avanza día a día, se consideró que cinco años es un tiempo adecuado para evaluar los usos más actuales del estudio de tiempos y movimientos, beneficios, mejoras y comprender las futuras aplicaciones de dicha herramienta.

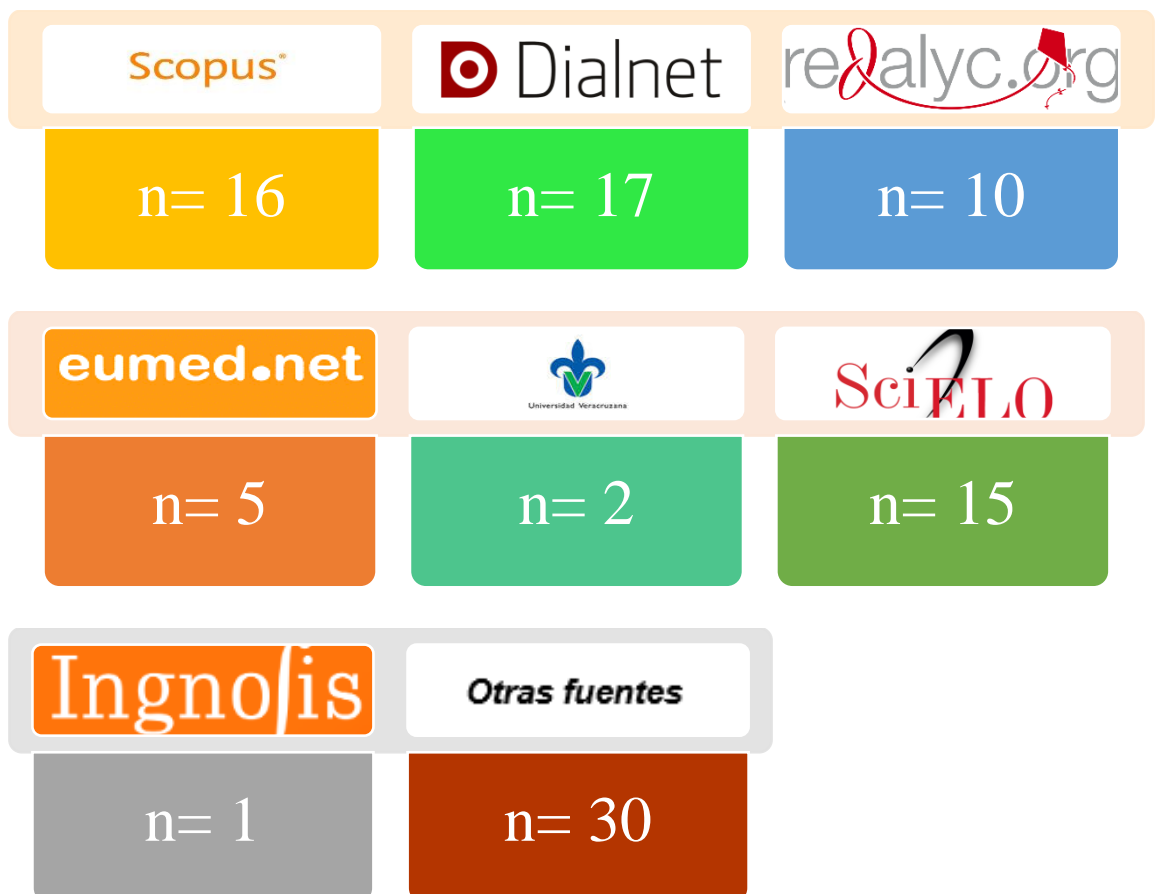
Se usaron términos específicos de acuerdo con las RQ descritas en la sección anterior. Para VP1 (("industrias" O "empresas" O "industria") Y ("estudio de tiempos" O "estudio de trabajo" O "medición del trabajo")), para VP2 (("logros" O "impacto" O "ventajas" O "beneficios" O "mejoras") Y ("estudio de tiempos y movimientos" O "tiempos")). Finalmente, para VP3, (("producción" O "industria láctea" O "lácteos" O

"proceso productivo" O "queso" O "queso mozzarella") Y ("tiempos y movimientos" O "estudio de tiempos" O "medición de tiempos"). Con base en títulos y resúmenes, los documentos fueron revisado, en detalle, por el investigador.

- **Selección de documentos**

Tabla 8. Criterios de inclusión y exclusión

Número	Inclusión	Exclusión
C1	Artículos relacionados al estudio de tiempos y movimientos	Artículos duplicados de diferentes bases de datos
C2	Artículos publicados en un intervalo de tiempo de 2017 a 2022	Artículos no relacionados con estudio de tiempos y movimientos
C3	Artículos escritos en español e inglés	Artículos que estén en diferentes idiomas a los mencionados
C4	Artículos que indiquen los beneficios de usar el estudio de tiempos y movimientos	Artículos relacionados a la historia del estudio de tiempos y movimientos
C5	Artículos relacionados al estudio de tiempos en industrias o empresas alimenticias	Artículos no relacionados con industrias alimenticias



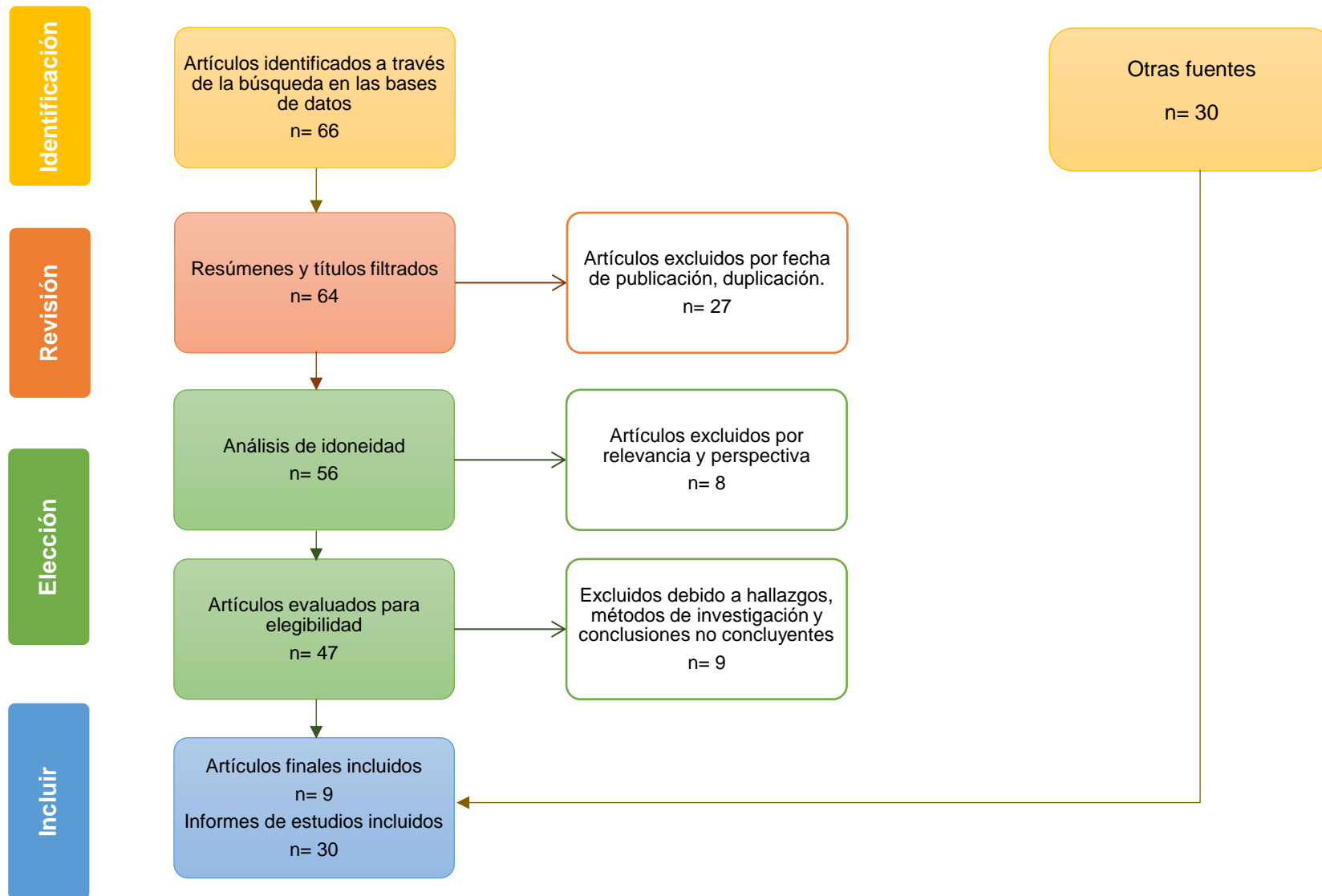


Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA

- **Extracción de datos**

Se elaboró una tabla resumen (Anexo 1), donde se detalla el tema del artículo, la base de datos donde se encuentra, el año de publicación, punto de vista al que pertenece y el objetivo de cada artículo seleccionado.

Investigación de campo

Este tipo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa, permitió obtener información y datos necesarios referente al proceso productivo del producto de mayor demanda; la información obtenida se realizó mediante la aplicación de entrevistas no estructuradas al gerente y al operador encargado del área de producción, observación directa, y la recabación de datos con fotografías, videos y medición.

Investigación aplicada

Se empleó esta modalidad [38] de acuerdo a los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial, poniendo en práctica temas de ingeniería de métodos, los que se efectuaron en la elaboración del estudio de tiempos y movimientos en la empresa de lácteos “El Enjambre” con la finalidad de mejorar el proceso productivo de la fabricación del producto de mayor demanda. Las fases aplicadas para el estudio de tiempos y movimientos se detallan a continuación:

- **Preparación**

Para la selección del producto a estudiar se realizó el análisis ABC con la finalidad de identificar el de mayor demanda. El operario fue seleccionado en base a la función que desempeña dentro de la empresa, detallada en la tabla 9.

- **Ejecución**

Para el registro inicial de la información se usó observación directa y entrevistas no estructuradas dirigidas a la Gerente y al operador encargado del área de producción de la empresa. Para determinar el número de observaciones se aplicó el criterio de la General Electric, se realizaron observaciones preliminares y se empleó una ficha realizada por el investigador previo al cronometraje de los tiempos, para calcular el tiempo observado.

- **Valoración**

Para la calificación del ritmo normal del operario seleccionado para el estudio, se aplicó el método de Westinghouse y posteriormente realizar el cálculo del tiempo normal o base.

- **Suplementos**

Para determinar los suplementos se aplicó la tabla de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) para analizar suplementos constantes y variables.

- **Tiempo estándar**

Con base en los cálculos obtenidos anteriormente se procede a calcular el tiempo estándar de cada actividad que conforma el proceso productivo.

2.2.2 Población y muestra

La empresa de lácteos “El enjambre” cuenta con 6 trabajadores, por lo que, el estudio no requirió considerar una muestra representativa [39]. En la tabla 9 se describe el número de trabajadores y la función que desempeñan dentro de la empresa.

Tabla 9. Personal de la empresa de lácteos "El Enjambre"

Área	Personas que intervienen	Función
Recepción	1	Recepción de materia prima
Producción	2	Elaboración de yogurt
	1	Elaboración queso mozzarella
	1	Empacado y limpieza
Administración	1	Gerente de la empresa
Total	6	

2.2.3 Recolección de información

La recolección de información para el desarrollo del estudio se realizó en días laborables, evitando interferir lo más posible en las actividades que llevan a cabo los operarios, para lo que se empleó diferentes técnicas como:

Entrevista no estructurada: fue realizada al Gerente y al operador encargado del área de producción de la empresa de lácteos “El Enjambre”, se pudo determinar que nunca se ha realizado el estudio de tiempos y movimientos o la aplicación de alguna herramienta de ingeniería, por lo que se desconoce los tiempos exactos en que tarda cada proceso, además de la capacidad productiva de la empresa y la de sus operarios. La empresa oferta tres productos lácteos que son: yogurt de galón, queso mozzarella de 2500 gramos y queso fresco de 750 gramos, estos últimos son los más demandados por sus clientes. El producto lácteo de mayor dificultad para su elaboración es el queso mozzarella debido a todas las actividades y tiempos de procesamiento que conlleva. Con referencia a la maquinaria en el área de producción son adecuadas para cubrir con la demanda, exceptuando el proceso de hilado en donde se cuenta con una sola máquina para realizar el estiramiento del queso y se debe esperar a que termine el primer lote de quesos para iniciar con el siguiente. El flujo de producción requiere de una mejora, por lo que es necesario realizar el estudio de tiempos y movimientos específicamente en el producto lácteo de mayor demanda, con la finalidad de establecer los tiempos estándar de cada proceso y mejorar el proceso productivo.

Observación: se empleó para recolectar datos como: movimientos y recorridos de los operarios, estado de las instalaciones, organización de las áreas de trabajo, a través de las visitas realizadas a la empresa.

Medición: esta técnica permitió registrar los tiempos en que tarda cada actividad hasta llegar al producto final durante el proceso productivo del producto de mayor demanda, mediante el uso de herramientas como: cronómetro calibrado (Anexo 2) y ficha de estudio de tiempos (Anexo 3) donde se registraron los mismos.

2.2.4 Procesamiento y Análisis de Datos

Para el procesamiento y análisis de los datos recolectados en el área de producción de queso mozzarella de la empresa de lácteos “El Enjambre” se empleó las herramientas que se detallan a continuación:

Software Microsoft Word: para el registro, desarrollo y presentación de la información obtenida durante el estudio a través del informe final.

Software Microsoft Excel: para la elaboración de formatos necesarios para el registro de mediciones, cálculos del ritmo de trabajo, suplementos para cada subproceso y para la obtención del tiempo promedio observado, tiempo normal y tiempo estándar.

Software Microsoft Visio: empleado para la elaboración de diagramas de procesos y otros contenidos del estudio.

Software Bizagi: empleado para la elaboración de diagramas de flujo para el manual de procesos propuesto, donde se usó simbología detallada en la tabla 1.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Descripción general de la empresa

En la tabla 10 se presenta los datos generales de la empresa.

Tabla 10. Datos Generales de la empresa

Datos Generales	
Razón social	Productos Lácteos “El Enjambre”
Propietario(a)	Sra. Mónica López Guachi
Cédula	1803701042
Dirección	Barrio Tunguipamba
Ciudad	Píllaro - Tungurahua
Celular	099 418 6949
Correo electrónico	productoslacteoselenjambre@hotmail.com

3.1.1 Reseña histórica

La empresa de productos lácteos “El Enjambre” se formó en mayo del año 2005, idea de una pareja de esposos, los mismos inician con un galpón pequeño en el barrio Tunguipamba del cantón Píllaro, fabricando únicamente queso fresco que era distribuido a la ciudad de Guayaquil.

En el periodo del año 2019 – 2020 la empresa tuvo un crecimiento significativo con la fabricación de nuevos productos lácteos como queso mozzarella y yogurt, llevándola a expandir su mercado a ciudades como Santo Domingo, Machala, Guayaquil y el Oriente.

3.1.2 Productos ofertados

La empresa de productos lácteos “El Enjambre” oferta un total de 3 productos, los cuales se tallan en la tabla 11:

Tabla 11. Línea de productos de la empresa de lácteos "El Enjambre"

N°	Producto	Presentación
1	Queso fresco de 750 gramos	
2	Queso mozzarella de 2500 gramos	
3	Yogurt de 1 galón	

Para la selección del producto de mayor demanda a emplearse para el desarrollo del estudio de tiempos y movimientos, se partió del historial de ventas anuales de los últimos 3 años proporcionados por parte del departamento de contabilidad.

3.1.3 Identificación del producto de mayor demanda a través del análisis ABC

En la tabla 12 se presenta el historial de ventas anuales en unidades del año 2019, 2020, 2021 y el precio unitario de los productos ofertados por la empresa de lácteos "El Enjambre".

Tabla 12. Historial de ventas

N°	Producto	Precio unitario (\$)	Unidades vendidas		
			2019	2020	2021
1	Queso fresco de 750 g	2,2	136875	91250	91250
2	Queso mozzarella de 2500 g	13	38753	21529	27988
3	Yogurt de galón	3,25	131400	0	87600

El análisis ABC permite relacionar cada producto con el precio unitario y la demanda que representa para la empresa; mediante el promedio de los históricos de ventas de los años 2019, 2020 y 2021, se definirá por porcentajes cual es el producto que genera mayor ganancia a la empresa.

Mediante la ecuación 5 se establece la valorización (\$) de cada producto y a través de la ecuación 6 se determinó el porcentaje de consumo que han tenido los productos en los últimos 3 años.

$$\text{Valorización} = \text{Promedio de ventas anuales} * \text{Precio unitario} \quad (5)$$

$$\% \text{ consumo} = \left(\frac{\text{Valorización}}{\text{Total valorización}} \right) * 100 \quad (6)$$

Se utiliza el software Microsoft Excel para determinar los resultados juntamente con las ecuaciones antes mencionadas, como se muestra en la tabla 13:

Tabla 13. Valorización y porcentaje de consumo

N°	Producto	Prom. Ventas anuales (uds)	Precio Unitario (\$)	Valorización	% de consumo
1	Queso fresco de 750g	106458	2,20	234208	27,43%
2	Queso mozzarella de 2500 g	29424	13,00	382506	44,79%
3	Yogurt de galón	73000	3,25	237250	27,78%
TOTAL		208882		853964	100%

Con los resultados obtenidos en la tabla 13, se procede a ordenar de mayor a menor la columna del porcentaje y a la vez se aplicó la ecuación 7 para determinar el porcentaje de consumo acumulado.

$$\% \text{ consumo acumulado} = \% \text{consumo acumulado}_{i-1} + \% \text{consumo acumulado}_i \quad (7)$$

Se determina los resultados a través del software Microsoft Excel, como se muestra en la tabla 14:

Tabla 14. Porcentaje de consumo ordenado de mayor a menor

N°	Producto	Prom. Ventas anuales (uds)	Valorización	% de consumo	% c. acumulado
1	Queso mozzarella de 2500 g	29424	382506	44,79%	44,79%
2	Yogurt de galón	73000	237250	27,78%	72,57%
3	Queso fresco de 750 g	106458	234208	27,43%	100,00%
TOTAL		208882	853964		

Una vez que se ordenó los datos, se debe determinar la zona a la que corresponde cada producto mediante el siguiente análisis: la zona A corresponde: 0 a 80%, zona B: 80 a 95% y zona C: 95 a 100%, se utiliza el software Excel para determinar los resultados y las herramientas que permiten designar formato condicional para cada una de las zonas, obteniendo así, la tabla 15:

Tabla 15. Análisis ABC

N°	Producto	Valorización	% de consumo	% c. acumulado	Zona	
1	Queso mozzarella de 2500 g	382506	44,79%	44,79%	A	72,57%
2	Yogurt de galón	237250	27,78%	72,57%	A	
3	Queso fresco de 750g	234208	27,43%	100,00%	C	27,43%
TOTAL		853964	100%			

La zona A representa a los productos más vendidos por la empresa, cubriendo el 72,57% del consumo, que corresponde a un valor monetario de \$619 756,00 anuales; abarca 2 de los 3 productos que la empresa oferta, los cuales son: queso mozzarella de 2500 gramos y yogurt de galón. La zona C posee un nivel de importancia secundario con un porcentaje de consumo del 27,43%, ubicándose de esta forma en último lugar

queso fresco de 750 gramos, que corresponde a un valor monetario de \$234 208 anuales.

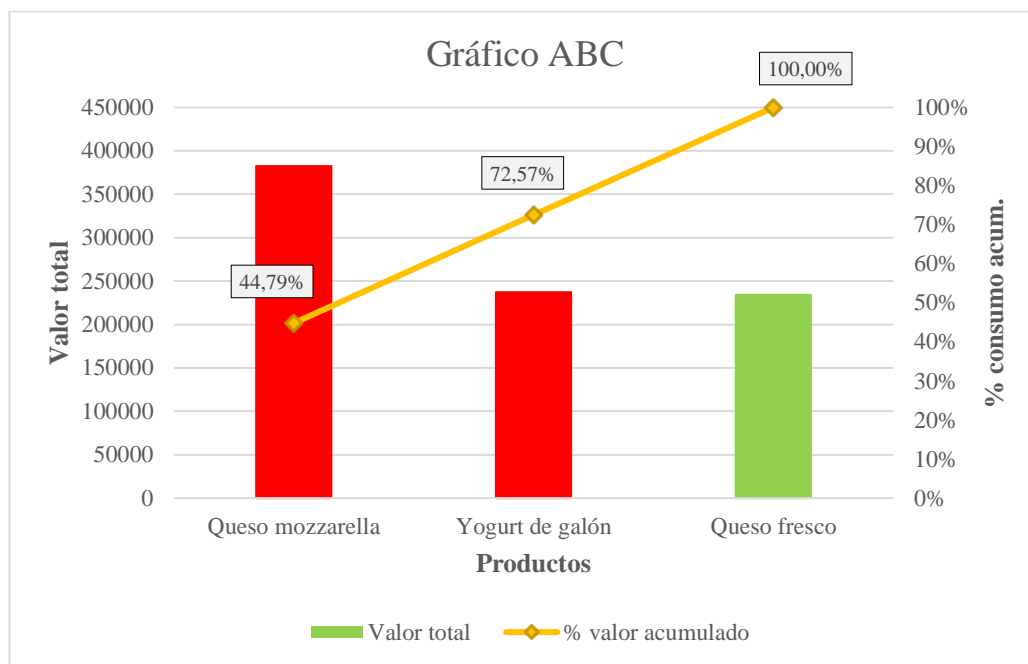


Figura 3. Gráfico ABC

En la figura 3 se muestra la gráfica ABC de los productos ofertados por la empresa durante los años 2019, 2020 y 2021, dicha gráfica permite visualizar de mejor manera los resultados presentados en la tabla 15. En la zona A considerada la categoría de mayor importancia se encuentra un total de 2 productos que representan el 72.57% de todos los productos. En la zona C se encuentra el tercer producto que representa el 27.43% de las ventas que realiza la empresa. Por lo tanto, el producto seleccionado para el estudio es el queso mozzarella de 2500 gramos ya que representa el mayor porcentaje de demanda en la empresa.



Figura 4. Producto de mayor demanda (queso mozzarella)

3.2 Maquinaria empleada

Tabla 16. Maquinaria usada en la elaboración de queso mozzarella

Equipo	Cantidad	Capacidad
Descremadora	1	120 litros
Ollas de calentamiento	2	750 litros
Hiladora	1	1200 litros
Empacadora	1	10 libras

3.4 Proceso general para la elaboración de queso mozzarella

El proceso productivo para la elaboración de queso mozzarella contempla actividades de diferentes áreas de la empresa. El flujo de producción se presenta de forma general en la figura 5.

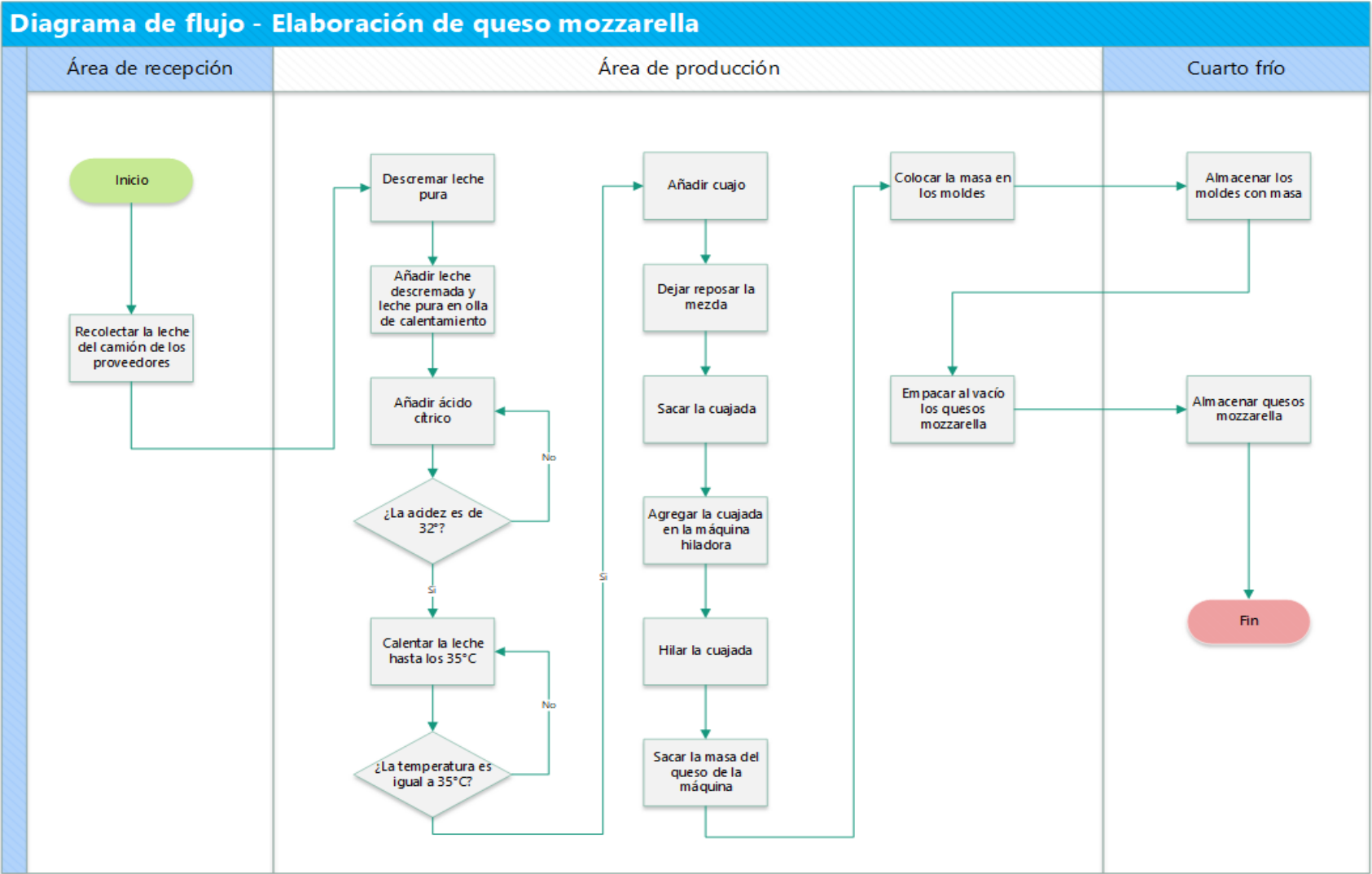


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso mozzarella

3.3 Descripción del proceso productivo

Área de recepción de materia prima

- **Recepción de leche cruda**

La fabricación de queso mozzarella inicia con la recepción de leche cruda, en donde se cuenta con una zona amplia para que el camión del proveedor pueda estacionarse, posteriormente se coloca la manguera de la máquina succionadora dentro del bidón y se procede a encender la máquina para que la leche sea succionada y almacenada.



Figura 6. Recepción de leche cruda

Área de producción

- **Descremación de leche cruda**

Se emplea una máquina descremadora, la leche cruda es colocada en el tanque de 300 litros y calentada a 40 °C, posteriormente la máquina descremadora es encendida y la leche descremada es recolectada en un tanque de almacenamiento.



Figura 7. Descremación de leche cruda

- **Calentamiento de leche en ollas**

Cuenta con dos ollas de acero inoxidable, se coloca 250 litros de leche descremada y 500 litros de leche cruda en una de ellas, se procede a encender la olla y el agitador, se debe añadir 520 gramos de ácido cítrico para posteriormente tomar una muestra de 10 ml y realizar la prueba de acidez, en donde se observará que el acidómetro marque 32° de acidez, finalmente la leche debe ser calentada hasta los 35 °C y es apagada.



Figura 8. Calentamiento de leche en olla

- **Formación de la cuajada**

Se emplea cuajo, el que es una sustancia que contiene enzimas que permiten coagular la caseína de la leche. Se debe añadir 40 ml de cuajo a la leche que se encuentra en la olla de calentamiento, a continuación, se mezcla la leche con el cuajo y se la deja reposar para que la leche se coagule, se le añade un poco de ácido cítrico y se deja reposar para que la cuajada se asiente.



Figura 9. Formación de la cuajada

- **Desuerado**

Para el desuerado se usa una gaveta plástica y una mesa de acero inoxidable. El procedimiento inicia con mover la cuajada del fondo de la olla, después la cuajada es cortada con la ayuda de un cuchillo, una vez que la cuajada haya sido cortada en trozos más pequeños se procede a sacarla de la olla con la ayuda de la gaveta plástica y se la coloca sobre la mesa.



Figura 10. Desuerado

- **Hilar cuajada**

El área está compuesta por una máquina hiladora que funciona mediante vapor, para realizar la masa del queso mozzarella se procede a encender la máquina, a continuación, se agrega la cuajada libre de suero, además de 1 kg de sal y 100 gramos de citrato, se debe hilar la cuajada por más de una hora para obtener la consistencia chiclosa del queso.



Figura 11. Hilar cuajada

- **Moldeo**

Cuenta con una mesa en donde se coloca la masa del queso mozzarella una vez que haya pasado el proceso de hilar, en esta etapa la masa es cortada y pesada (5 libras) para ser amasada y colocada dentro del molde, y posteriormente ser trasladados al cuarto frío.



Figura 12. Moldeo queso mozzarella

- **Empacado**

Para este procedimiento se cuenta con una máquina empacadora, el lote de quesos es introducido en fundas membretadas de la empresa, se coloca los quesos enfundados dentro de la empacadora y se inicia el empacado al vacío, una vez empacados todos los quesos, se procede acomodarlos en el cuarto frío.



Figura 13. Quesos mozzarella empacados

3.3.1 Cursogramas analíticos

Permiten registrar todas las acciones y datos de forma concreta, clara y consistente, ya que son la base para el posterior desarrollo del análisis del proceso productivo y la formulación de métodos que aporten para mejorar el estudio.

Tabla 17. Cursograma analítico recepción de leche cruda






		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de recepción de leche cruda									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Recepción de materia prima		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Actual	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	1			
Fecha de elaboración:	21/10/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Estacionar el camión del proveedor en el área de recepción		1,89	●					
2	Esperar a que el operador llegue al área de recepción		2,05				●		
3	Encender bomba de succión		0,21	●					
4	Descargar leche cruda del bidón		6,26	●					Se almacena la leche cruda al mismo tiempo
TOTAL			10,41	3	0	0	1	0	

Tabla 18. Cursograma analítico descremación de leche




		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de descremación de leche cruda									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Producción		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Actual	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	2			
Fecha de elaboración:	21/10/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Colocar 300 lt de leche cruda en tanque de calentamiento		5,04	●					
2	Calentar la leche a 40 °C		5,48	●					
3	Encender máquina descremadora		0,04	●					
4	Recolectar leche descremada en tanque de almacenamiento		36,42	●					
TOTAL			46,98	4	0	0	0	0	

Tabla 19. Cursograma analítico calentamiento de leche en ollas

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de calentamiento de leche en ollas									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Producción		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Actual	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	3			
Fecha de elaboración:	21/10/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Añadir 250 litros de leche descremada		3,9	●					
2	Añadir 500 litros de leche pura		4,25	●					
3	Encender olla de calentamiento y agitador		0,04	●					
4	Añadir 520 gramos de ácido cítrico en la olla de calentamiento		1,64	●					
5	Tomar una muestra de leche de 10 ml de la olla de calentamiento		0,23	●					
6	Llevar la muestra al laboratorio	9,75	0,26		●				
7	Añadir 4 gotas de venoctalina a la muestra		0,11	●					
8	Colocar en el acidómetro y mirar que marque 32°		0,71	●					
9	Calentar la leche hasta los 35 °C		7,81	●					
TOTAL		9,75	18,95	8	1	0	0	0	

Tabla 20. Cursograma analítico formación de la cuajada

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de formación de la cuajada									
Producto analizado:		Queso mozzarella	Área:		Producción	Hoja #:		1 de 1	
Método:		Actual	Operario(s) a cargo:		Sr. Juan Gamboa	Diagrama #:		4	
Fecha de elaboración:		21/10/2022	Realizado por:		Mireya Esparza	Aprobado por:		Sra. Mónica López	
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo				Observaciones
N°	Descripción								
1	Añadir 40 ml de cuajo a la olla de calentamiento			0,71	●				
2	Mezclar la leche con el cuajo			5,45	●				
3	Dejar reposar la mezcla			3,05	●				Actividad necesaria para que la cuajada pueda formarse
4	Añadir ácido cítrico			0,57	●				
5	Dejar reposar			3,40	●				Actividad necesaria para que la cuajada se asiente
TOTAL				13,18	5	0	0	0	0

Tabla 21. Cursograma analítico desuerado

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de desuerado									
Producto analizado:		Queso mozzarella	Área:		Producción	Hoja #:		1 de 1	
Método:		Actual	Operario(s) a cargo:		Sr. Juan Gamboa	Diagrama #:		5	
Fecha de elaboración:		21/10/2022	Realizado por:		Mireya Esparza	Aprobado por:		Sra. Mónica López	
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo				Observaciones
N°	Descripción								
1	Mover la cuajada del fondo de la olla de calentamiento			1,33	●				
2	Cortar la cuajada dentro de la olla			0,35	●				
3	Sacar la cuajada de la olla de calentamiento y colocar en la mesa			3,17	●				
4	Dejar reposar			4,09	●				
TOTAL				8,94	4	0	0	0	0

Tabla 22. Cursograma analítico hilar cuajada

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de hilar cuajada									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Producción		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Actual	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	6			
Fecha de elaboración:	21/10/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Encender la máquina hiladora		0,34	●					
2	Llevar la cuajada a la máquina hiladora	3,04	2,99		●				
3	Añadir 1 kg de sal		0,15	●					
4	Añadir 100 gramos de citrato		0,59	●					
5	Hilar la cuajada		69,88	●					Agregar citrato en dosis controladas
TOTAL		3,04	73,95	4	1	0	0	0	

Tabla 23. Cursograma analítico moldeo





		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"								
CURSOGRAMA ANALÍTICO										
Subproceso de moldeo										
Producto analizado:		Queso mozzarella		Área:		Producción		Hoja #:	1 de 1	
Método:		Actual		Operario(s) a cargo:		Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	7	
Fecha de elaboración:		21/10/2022		Realizado por:		Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López	
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción									
1	Colocar moldes sobre la mesa			0,46	●					
2	Sacar la masa de la hiladora en una gaveta			0,92	●					
3	Llevar la gaveta con la masa a la mesa		2,48	0,20		●				
4	Amasar			1,84	●					
5	Cortar la masa y pesar			6,27	●					Lote de 36 quesos mozzarella
6	Amasar y colocar en el molde			4,30	●					Lote de 36 quesos mozzarella
7	Llevar al cuarto frío los moldes con masa		3,95	2,63		●				
8	Acomodar las gavetas con los moldes de masa en el cuarto frío			0,58	●					
TOTAL			6,43	17,20	6	2	0	0	0	

Tabla 24. Cursograma analítico empacado

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de empacado									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Producción		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Actual	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	8			
Fecha de elaboración:	21/10/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Colocar los quesos mozzarella dentro de las fundas membretadas		6,23	●					Lote de 36 quesos mozzarella
2	Colocar quesos enfundados dentro de la empacadora		11,34	●					
3	Empacar al vacío		17,17	●					
4	Llevar quesos empaquetados al cuarto frío	3,97	3,01		●				
5	Acomodar los quesos mozzarella empaquetados en el cuarto frío		1,83	●					
TOTAL		3,97	39,58	4	1	0	0	0	

3.5 Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo

Se realizó el estudio de tiempos y movimientos para la elaboración del queso mozzarella, con el objetivo de establecer el tiempo estándar del proceso. Para llevar a cabo la medición de tiempos se aplicó el método continuo, que se caracteriza por dejar correr el cronómetro mientras se lleva a cabo el estudio.

3.5.1 Selección del operario

En la tabla 9 se detalla el número de trabajadores con el que cuenta la empresa y la función que desempeñan. Como se pudo evidenciar, para el proceso de la elaboración del queso mozzarella existe una sola persona encargada de llevar a cabo cada uno de los subprocesos hasta llegar al producto final, por lo que, es el operario seleccionado para la medición de tiempos.

3.5.2 Número de observaciones

Una vez que se estableció el método adecuado para la medición de tiempos, es importante definir el número de observaciones para cada uno de los subprocesos para la elaboración del queso mozzarella (producto de mayor demanda), para lo que se aplicó el criterio de la General Electric, el que se basa en el número total de minutos por ciclo consiguiendo un valor de tiempo promedio de cada operación para elegir el número de observaciones recomendadas. En la tabla 25 se muestra el tiempo promedio obtenido con una muestra de cinco observaciones preliminares considerando un lote de producción de 36 quesos mozzarella en cada uno de los subprocesos para establecer el número de observaciones para la medición de tiempos y el cálculo del tiempo estándar para cada actividad realizada en la elaboración del queso mozzarella en la Empresa de lácteos “El Enjambre”.

Tabla 25. Tiempo de ciclo queso mozzarella

N°	Subproceso	Tiempo (min)
1	Recepción de materia prima	10,42
2	Descremación de leche	46,98
3	Calentamiento de leche en ollas	18,95
4	Formación de la cuajada	13,18

Tabla 25. Tiempo de ciclo queso mozzarella (continuación)

N°	Subproceso	Tiempo (min)
5	Desuerado	8,94
6	Hilar cuajada	73,96
7	Moldeo	17,20
8	Empacado	39,58
Total (min)		229,21
Total (horas)		3,82

Debido a que el tiempo total de ciclo es de 3,82 horas, se optó por aplicar el número de observaciones de forma independiente para cada subproceso, por lo tanto, con base en el criterio de la General Electric (tabla 3) se estableció el número de observaciones para cada subproceso se detalla en la tabla 26:

Tabla 26. Número de observaciones por subproceso

N°	Subproceso	# observaciones	Rango C.G.E
1	Recepción de materia prima	10	5,00 a 10,00 min
2	Descremación de leche	3	40,00 o más min
3	Calentamiento de leche en ollas	8	10,00 a 20,00 min
4	Formación de la cuajada	8	10,00 a 20,00 min
5	Desuerado	10	5,00 a 10,00 min
6	Hilar cuajada	3	40,00 o más min
7	Moldeo	8	10,00 a 20,00 min
8	Empacado	5	20,00 a 40,00 min

3.5.3 Valoración del ritmo de trabajo

Para la valoración del ritmo de trabajo se aplicó el criterio de Westinghouse Electric Corp. (tabla 4) en el que se consideran cuatro factores principales: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Para la valoración del ritmo de trabajo del operario se consideraron los siguientes aspectos:

- **Habilidad:** conocimiento del trabajo, rapidez, destreza con las herramientas y equipos, seguridad en los movimientos, coordinación manual.
- **Esfuerzo:** voluntad para trabajar eficientemente, capacidad para cumplir las actividades a tiempo.
- **Condiciones:** temperatura, ruido, ventilación, luz.
- **Consistencia:** valores constantes de medición en el tiempo.

Para obtener la calificación final del método, se considera la suma algebraica de cada uno de los factores mencionados anteriormente y se le agrega la unidad al resultado.

En la tabla 27 se muestra las calificaciones asignadas a cada uno de los subprocesos.

Tabla 27. Valoración del ritmo de trabajo subprocesos para la elaboración de queso mozzarella

Proceso productivo		Factores					
Nº	Subproceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Factor de desempeño
1	Recepción de materia prima	0,13	0,12	0,02	0,01	0,28	1,28
2	Descremación de leche	0,13	0,1	0,02	0,01	0,26	1,26
3	Calentamiento de leche en ollas	0,13	0,1	0,02	0,01	0,26	1,26
4	Formación de la cuajada	0,13	0,1	0,02	0,03	0,28	1,28
5	Desuerado	0,13	0,13	0,02	0,01	0,29	1,29
6	Hilar cuajada	0,13	0,13	0,02	0,03	0,31	1,31
7	Moldeo	0,15	0,12	0,02	0,01	0,3	1,3
8	Empacado	0,13	0,12	0,02	0,01	0,28	1,28

3.5.4 Descripción de los suplementos por subproceso

Recepción de leche cruda

El operario realiza su trabajo de pie, no es necesario el uso de la fuerza y su postura es recta sin ninguna inclinación, existe un bajo nivel de ruido que no es continuo. La iluminación es la del ambiente debido a que el área de recepción se encuentra en la parte externa.

Descremación de leche

El operario elegido para la elaboración del queso mozzarella es de género masculino, usa la máquina descremadora, realiza las actividades de pie y existe un nivel bajo de ruido continuo en toda el área de producción. La iluminación del área es la del ambiente por medio de ventanas ubicadas en las paredes laterales.

Calentamiento de leche en ollas

El operario desarrolla el trabajo de pie, para llenar la olla con la cantidad necesaria de leche descremada es necesario el uso de la fuerza ya que la leche descremada es trasladada en valdes con un peso aproximado de 12,36 kg. La iluminación del área es la del ambiente por medio de ventanas ubicadas en las paredes laterales. Es algo monótono debido a que se repite durante la elaboración de los lotes de queso mozzarella en la jornada laboral.

Formación de la cuajada

El operario realiza el trabajo de pie, requiere cierto grado de concentración ya que se debe agregar una cantidad limitada de cuajo a la leche, no realiza levantamientos que requieran el uso de la fuerza; la iluminación del área es la del ambiente por medio de ventanas ubicadas en las paredes laterales.

Desuerado

El operario realiza su trabajo de pie y para el traslado de la cuajada desde la olla de calentamiento hacia la mesa es necesario el uso de la fuerza para realizar el levantamiento de la cuajada con un peso aproximado de 36,5 kg y adoptar una posición

inclinada. Cuenta con iluminación del ambiente a través de ventanas, el ruido es constante por la presencia de la maquinaria, el trabajo es algo monótono ya que repite varias veces el levantamiento de la cuajada hasta sacar todo a la mesa de acero inoxidable.

Hilar cuajada

El operador desarrolla las actividades de pie, hace uso de fuerza física para llevar la cuajada hacia la máquina hiladora, un peso aproximado de 36,5 kg. La iluminación es la del ambiente.

Moldeo

El operador es de género masculino, desempeña su trabajo de pie, hace uso de la fuerza para llevar los moldes con masa al cuarto frío, el peso que lleva cada java de quesos es de aproximadamente 40 kg. La iluminación es la del ambiente, el trabajo es monótono debido a que se debe cortar, pesar, amasar y colocar la masa en el molde para cada unidad de queso mozzarella.

Empacado

El operador seleccionado es de género masculino, quien lleva a cabo sus actividades de pie, hace el uso de la fuerza para trasladar el lote de quesos mozzarella que tienen un peso de 40 kg aproximadamente; la iluminación es la del ambiente. El trabajo es monótono ya que cada queso debe ser colocado dentro de la funda membretada de la empresa, posteriormente se deben colocar 2 unidades enfundadas dentro de la máquina empacadora y repetir el procedimiento hasta empacar al vacío todo el lote de quesos mozzarella.

Tabla 28. Cálculo de los suplementos por subproceso para la elaboración de queso mozzarella

N°	Subproceso	Suplementos											Total	
		Constantes			Variables									
		Sexo Operario	Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal	Uso de la fuerza	Iluminación	Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía		Tedio
1	Recepción de materia prima	H	5	4	2	-	-	-	-	-	-	0	-	11
2	Descremación de leche	H	5	4	2	-	-	-	-	0	-	-	-	11
3	Calentamiento de leche en ollas	H	5	4	2	-	3	-	-	0	-	0	-	14
4	Formación de la cuajada	H	5	4	2	-	-	-	0	0	-	-	-	11
5	Desuerado	H	5	4	2	2	22	-	-	0	-	0	-	35
6	Hilar cuajada	H	5	4	2	-	22	-	-	0	-	-	-	33
7	Moldeo	H	5	4	2	0	22	-	-	0	-	1	-	34
8	Empacado	H	5	4	2	0	22	-	-	0	-	1	-	34

3.5.5 Medición de tiempos y cálculo del tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar para cada uno de los subprocesos se aplicó las siguientes fórmulas:

Tabla 29. Fórmulas usadas para el estudio de tiempos

Simbología	Descripción	Fórmula
FD	Factor de desempeño	Método de Westinghouse (Tabla 4)
S	Suplementos	Suplementos OIT (Tabla 5)
TP	Tiempo promedio observado	$TP = \frac{\sum \text{tiempos observados}}{\text{número de ciclos observados}}$
TN	Tiempo normal	$TN = TP * FD$
TS	Tiempo estándar	$TS = TN * (1+S)$



Estudio de tiempos subproceso de recepción de materia prima

En la tabla 30 se presenta la asignación y descripción de cada una de las actividades que se desarrolla dentro del subproceso de recepción de materia prima en el área de recepción.

Tabla 30. Descripción de actividades recepción de leche cruda

Descripción de actividades recepción de leche cruda	
Área: Recepción de materia prima	
Subproceso: Recepción de leche cruda	
Materia prima: Leche cruda	
Máquina: Succionadora	
Asignación	Actividad
1	Estacionar el camión del proveedor en el área de recepción
2	Esperar a que el operador llegue al área de recepción
3	Encender bomba de succión
4	Descargar leche cruda del bidón

Tabla 31. Estudio de tiempos recepción de leche cruda

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"														
		ESTUDIO DE TIEMPOS														
Área:		Recepción de materia prima			Subproceso		Recepción de leche cruda									
Producto:		Queso mozzarella			Equipo:		Succionadora			Materia prima:		Leche cruda				
Operario:		<u>Hombre</u> / Mujer			Nombre operario:		Juan Gamboa			Estudio #:		01				
Elaborado por:		Mireya Esparza			Revisado por:		Sra. Mónica López			Hora:		9:00 am - 14:00 pm				
N°		Ciclos (min)										Resumen				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	FD	TN	S	TS
1	TC	1,88	1,89	1,90	1,90	1,88	1,89	1,89	1,90	1,90	1,90	1,89	1,28	2,42	11%	2,69
	TO	1,88	1,89	1,90	1,90	1,88	1,89	1,89	1,90	1,90	1,90	1,89				
2	TC	4,15	3,62	3,90	3,99	4,05	3,97	4,07	3,94	3,95	4,08	3,97	1,28	2,66	11%	2,95
	TO	2,27	1,73	2,00	2,08	2,17	2,08	2,18	2,03	2,06	2,18	2,08				
3	TC	4,36	3,82	4,11	4,20	4,26	4,18	4,28	4,15	4,23	4,27	4,19	1,28	0,28	11%	0,31
	TO	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,28	0,19	0,22				
4	TC	10,62	10,09	10,38	10,46	10,53	10,46	10,35	10,39	10,50	10,66	10,44	0	6,26	0%	6,26
	TO	6,26	6,27	6,26	6,26	6,26	6,28	6,07	6,24	6,27	6,39	6,26				
Total														11,62		12,21
<p>Nota: TC= Tiempo cronometrado, TO= Tiempo observado, TP= Tiempo promedio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo Normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar</p>																



Estudio de tiempos subproceso de descremación de leche cruda

En la tabla 32 se presenta la asignación y descripción de cada una de las actividades que se desarrolla dentro del subproceso de descremación de leche cruda en el área de producción.

Tabla 32. Descripción de actividades descremación de leche cruda

Descripción de actividades descremación de leche cruda	
Área: Producción	
Subproceso: Descremación de leche cruda	
Materia prima: Leche cruda	
Máquina: Descremadora	
Asignación	Actividad
1	Colocar 300 lt de leche cruda en tanque de calentamiento
2	Calentar la leche a 40 °C
3	Encender máquina descremadora
4	Recolectar leche descremada en tanque de almacenamiento

Tabla 33. Estudio de tiempos descremación de leche cruda

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
		ESTUDIO DE TIEMPOS							
Área:		Producción		Subproceso:		Descremación de leche pura			
Producto:		Queso mozzarella		Equipo:		Máq. Descremadora			
Materia prima:		Leche cruda		Estudio #:		02			
Operario:		<u>Hombre</u> / Mujer		Nombre operario:		Juan Gamboa			
Elaborado por:		Mireya Esparza		Revisado por:		Sra. Mónica López			
Hora:		9:00 am - 14:00 pm							
N°		Ciclos (min)			Resumen				
		1	2	3	TP	FD	TN	S	TS
1	TC	5,10	5,06	5,05	5,07	1,26	6,39	11%	7,09
	TO	5,10	5,06	5,05	5,07				
2	TC	10,55	10,51	10,50	10,52	1,26	6,87	11%	7,62
	TO	5,45	5,45	5,45	5,45				
3	TC	10,58	10,55	10,53	10,55	1,26	0,04	11%	0,05
	TO	0,03	0,04	0,03	0,03				
4	TC	46,71	46,68	46,75	46,71	0,00	36,16	0%	36,16
	TO	36,13	36,13	36,22	36,16				
Total							49,46		50,92
Nota: TC= Tiempo cronometrado, TO= Tiempo observado, TP= Tiempo promedio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo Normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar									



Estudio de tiempos subproceso de calentamiento de leche en ollas

En la tabla 34 se presenta la asignación y descripción de cada una de las actividades que se desarrolla dentro del subproceso de calentamiento de leche en el área de producción.

Tabla 34. Descripción de actividades calentamiento de leche en ollas

Descripción de actividades calentamiento de leche en ollas	
Área: Producción	
Subproceso: Calentamiento de leche en ollas	
Materia prima: Leche	
Máquina: Olla de calentamiento	
Asignación	Actividad
1	Añadir 250 litros de leche descremada
2	Añadir 500 litros de leche pura
3	Encender olla de calentamiento y agitador
4	Añadir 520 gramos de ácido cítrico en la olla de calentamiento
5	Tomar una muestra de leche de 10 ml de la olla de calentamiento
6	Llevar la muestra al laboratorio
7	Añadir 4 gotas de fenolftaleína a la muestra
8	Colocar en el acidómetro y mirar que marque 32°
9	Calentar la leche hasta los 35 °C

Tabla 35. Estudio de tiempos calentamiento de leche en ollas

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"												
		ESTUDIO DE TIEMPOS												
Área:		Producción		Subproceso		Calentamiento de leche en ollas								
Producto:		Queso mozzarella		Equipo:		Olla de calentamiento	Materia prima:		Leche					
Operario:		<u>Hombre</u> / Mujer		Nombre operario:		Juan Gamboa	Estudio #:		03					
Elaborado por:		Mireya Esparza		Revisado por:		Sra. Mónica López	Hora:		9:00 am - 14:00 pm					
N°	Ciclos (min)									Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	TP	FD	TN	S	TS	
1	TC	3,95	3,98	3,80	3,87	3,90	3,85	3,83	3,98	3,90	1,26	4,91	14%	5,59
	TO	3,95	3,98	3,80	3,87	3,90	3,85	3,83	3,98	3,90				
2	TC	8,05	8,08	8,57	8,02	8,03	8,62	8,07	8,08	8,19	1,26	5,41	14%	6,17
	TO	4,10	4,10	4,77	4,15	4,13	4,77	4,24	4,10	4,30				
3	TC	8,08	8,12	8,62	8,05	8,07	8,67	8,10	8,12	8,23	1,26	0,05	14%	0,06
	TO	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04				
4	TC	9,87	9,90	9,73	9,83	9,82	10,42	9,88	9,87	9,92	1,26	2,12	14%	2,42
	TO	1,79	1,78	1,11	1,78	1,75	1,75	1,78	1,75	1,69				
5	TC	10,07	10,13	9,98	10,07	10,03	10,70	10,10	10,12	10,15	1,26	0,30	14%	0,34
	TO	0,20	0,23	0,25	0,24	0,21	0,28	0,22	0,25	0,24				
6	TC	10,33	10,55	10,20	10,25	10,27	10,95	10,30	10,33	10,40	1,26	0,31	14%	0,36
	TO	0,26	0,42	0,22	0,18	0,24	0,25	0,20	0,21	0,25				
7	TC	10,42	10,63	10,32	10,40	10,38	11,08	10,43	10,47	10,52	1,26	0,15	14%	0,17
	TO	0,09	0,08	0,12	0,15	0,11	0,13	0,13	0,14	0,12				
8	TC	11,17	11,30	11,00	11,13	11,10	11,83	11,12	11,13	11,22	1,26	0,89	14%	1,01
	TO	0,75	0,67	0,68	0,73	0,72	0,75	0,69	0,66	0,71				
9	TC	18,97	19,10	18,83	18,93	18,90	19,63	18,88	18,95	19,02	0,00	7,80	0%	7,80
	TO	7,80	7,80	7,83	7,80	7,80	7,80	7,76	7,82	7,80				
Total												21,94		23,92

Nota: TC= Tiempo cronometrado, TO= Tiempo observado, TP= Tiempo promedio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo Normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar



Estudio de tiempos subproceso de formación de la cuajada

En la tabla 36 se presenta la asignación y descripción de cada una de las actividades que se desarrolla dentro del subproceso de formación de la cuajada en el área de producción.

Tabla 36. Descripción de actividades formación de la cuajada

Descripción de actividades formación de la cuajada	
Área: Producción	
Subproceso: Formación de la cuajada	
Materia prima: Leche	
Máquina: Ningún Nombre	
Asignación	Actividad
1	Añadir 40 ml de cuajo a la olla de calentamiento
2	Mezclar la leche con el cuajo
3	Dejar reposar la mezcla
4	Añadir ácido cítrico
5	Dejar reposar

Tabla 37. Estudio de tiempos formación de la cuajada

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"												
		ESTUDIO DE TIEMPOS												
Área:	Producción		Subproceso		Formación de la cuajada									
Producto:	Queso mozzarella		Equipo:		Ningún Nombre (N.N)		Materia prima:		Leche					
Operario:	<u>Hombre</u> / Mujer		Nombre operario:		Juan Gamboa		Estudio #:		04					
Elaborado por:	Mireya Esparza		Revisado por:		Sra. Mónica López		Hora:		9:00 am - 14:00 pm					
N°	Ciclos (min)									Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	TP	FD	TN	S	TS	
1	TC	0,70	0,68	0,75	0,72	0,72	0,70	0,73	0,72	0,72	1,28	0,92	11%	1,02
	TO	0,70	0,68	0,75	0,72	0,72	0,70	0,73	0,72	0,72				
2	TC	6,15	6,13	6,20	6,17	6,15	6,12	6,18	6,17	6,16	1,28	6,97	11%	7,73
	TO	5,45	5,45	5,45	5,45	5,43	5,42	5,45	5,45	5,44				
3	TC	9,20	9,18	9,25	9,22	9,20	9,17	9,23	9,22	9,21	1,28	3,90	11%	4,33
	TO	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05				
4	TC	9,77	9,75	9,82	9,78	9,77	9,73	9,78	9,77	9,77	1,28	0,72	11%	0,80
	TO	0,57	0,57	0,57	0,56	0,57	0,56	0,55	0,55	0,56				
5	TC	13,17	13,09	13,22	13,18	13,25	13,13	13,18	13,17	13,17	1,28	4,36	11%	4,83
	TO	3,40	3,34	3,40	3,40	3,48	3,40	3,40	3,40	3,40				
Total												16,86		18,72

Nota: TC= Tiempo cronometrado, TO= Tiempo observado, TP= Tiempo promedio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo Normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar



Estudio de tiempos subproceso de desuerado

En la tabla 38 se presenta la asignación y descripción de cada una de las actividades que se desarrolla dentro del subproceso de desuerado en el área de producción.

Tabla 38. Descripción de actividades desuerado

Descripción de actividades desuerado	
Área: Producción	
Subproceso: Desuerado	
Materia prima: Cuajada	
Máquina: Ningún Nombre	
Asignación	Actividad
1	Mover la cuajada del fondo de la olla de calentamiento
2	Cortar la cuajada dentro de la olla
3	Sacar la cuajada de la olla de calentamiento y colocar en la mesa
4	Dejar reposar

Tabla 39. Estudio de tiempos desuerado

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"														
		ESTUDIO DE TIEMPOS														
Área:		Producción			Subproceso			Desuerado								
Producto:		Queso mozzarella			Equipo:			N.N		Materia prima:		Cuajada				
Operario:		<u>Hombre</u> / Mujer			Nombre operario:			Juan Gamboa		Estudio #:		05				
Elaborado por:		Mireya Esparza			Revisado por:			Sra. Mónica López		Hora:		9:00 am - 14:00 pm				
N°		Ciclos (min)										Resumen				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	FD	TN	S	TS
1	TC	1,33	1,32	1,35	1,28	1,38	1,32	1,32	1,33	1,30	1,35	1,33	1,29	1,71	35%	2,31
	TO	1,33	1,32	1,35	1,28	1,38	1,32	1,32	1,33	1,30	1,35	1,33				
2	TC	1,68	1,67	1,67	1,63	1,75	1,72	1,68	1,67	1,70	1,67	1,68	1,29	0,46	35%	0,62
	TO	0,35	0,35	0,32	0,35	0,37	0,40	0,36	0,34	0,40	0,32	0,36				
3	TC	4,83	4,85	4,82	4,87	4,90	4,85	4,85	4,87	4,88	4,83	4,86	1,29	4,09	35%	5,52
	TO	3,15	3,18	3,15	3,24	3,15	3,13	3,17	3,20	3,18	3,16	3,17				
4	TC	8,75	8,92	9,02	9,08	8,95	9,07	9,03	9,27	9,00	9,03	9,01	1,29	5,36	35%	7,24
	TO	3,92	4,07	4,20	4,21	4,05	4,22	4,18	4,40	4,12	4,20	4,16				
Total														11,63		15,69

Nota: TC= Tiempo cronometrado, TO= Tiempo observado, TP= Tiempo promedio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo Normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar



Estudio de tiempos subproceso de hilar cuajada

En la tabla 40 se presenta la asignación y descripción de cada una de las actividades que se desarrolla dentro del subproceso de hilar cuajada en el área de producción.

Tabla 40. Descripción de actividades hilar cuajada

Descripción de actividades hilar cuajada	
Área: Producción	
Subproceso: Hilar cuajada	
Materia prima: Cuajada	
Máquina: Hiladora	
Asignación	Actividad
1	Encender la máquina hiladora
2	Llevar la cuajada a la máquina hiladora
3	Añadir 1 kg de sal
4	Añadir 100 gramos de citrato
5	Hilar la cuajada

Tabla 41. Estudio de tiempos hilar cuajada

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
		ESTUDIO DE TIEMPOS							
Área:		Producción		Subproceso:		Hilar cuajada			
Producto:		Queso mozzarella		Equipo:		Máquina hiladora			
Materia prima:		Cuajada		Estudio #:		06			
Operario:		<u>Hombre</u> / Mujer		Nombre operario:		Juan Gamboa			
Elaborado por:		Mireya Esparza		Revisado por:		Sra. Mónica López			
Hora:		9:00 am - 14:00 pm							
N°		Ciclos (min)			Resumen				
		1	2	3	TP	FD	TN	S	TS
1	TC	0,42	0,30	0,33	0,35	1,31	0,46	33%	0,61
	TO	0,42	0,30	0,33	0,35				
2	TC	3,38	3,28	3,32	3,33	1,31	3,90	33%	5,19
	TO	2,96	2,98	2,99	2,98				
3	TC	3,53	3,43	3,47	3,48	1,31	0,20	33%	0,26
	TO	0,15	0,15	0,15	0,15				
4	TC	4,12	4,02	4,05	4,06	1,31	0,77	33%	1,02
	TO	0,59	0,59	0,58	0,59				
5	TC	74,07	74,38	73,42	73,96	0,00	69,89	0%	69,89
	TO	69,95	70,36	69,37	69,89				
Total							75,22		76,97
<p>Nota: TC= Tiempo cronometrado, TO= Tiempo observado, TP= Tiempo promedio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo Normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar</p>									



Estudio de tiempos subproceso de moldeo

En la tabla 42 se presenta la asignación y descripción de cada una de las actividades que se desarrolla dentro del subproceso de moldeo en el área de producción.

Tabla 42. Descripción de actividades moldeo

Descripción de actividades moldeo	
Área: Producción	
Subproceso: Moldeo	
Materia prima: Masa queso mozzarella	
Máquina: Ningún nombre	
Asignación	Actividad
1	Colocar moldes sobre la mesa
2	Sacar la masa de la hiladora en una gaveta
3	Llevar la gaveta con la masa a la mesa
4	Amasar
5	Cortar la masa y pesar
6	Amasar y colocar en el molde
7	Llevar al cuarto frío los moldes con masa
8	Acomodar las gavetas con los moldes de masa en el cuarto frío

Tabla 43. Estudio de tiempos moldeo

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"												
		ESTUDIO DE TIEMPOS												
Área:		Producción			Subproceso			Moldeo						
Producto:		Queso mozzarella			Equipo:			Moldes acero inox.	Materia prima:		Masa queso mozzarella			
Operario:		<u>Hombre</u> / Mujer			Nombre operario:			Juan Gamboa	Estudio #:		07			
Elaborado por:		Mireya Esparza			Revisado por:			Sra. Mónica López	Hora:		9:00 am - 14:00 pm			
N°		Ciclos (min)								Resumen				
		1	2	3	4	5	6	7	8	TP	FD	TN	S	TS
1	TC	0,50	0,43	0,42	0,47	0,48	0,50	0,52	0,47	0,47	1,3	0,62	34%	0,83
	TO	0,50	0,43	0,42	0,47	0,48	0,50	0,52	0,47	0,47				
2	TC	1,25	1,40	1,38	1,43	1,45	1,47	1,43	1,42	1,40	1,3	1,21	34%	1,62
	TO	0,75	0,97	0,96	0,96	0,97	0,97	0,91	0,95	0,93				
3	TC	1,45	1,60	1,58	1,63	1,67	1,67	1,63	1,62	1,61	1,3	0,26	34%	0,35
	TO	0,20	0,20	0,20	0,20	0,22	0,20	0,20	0,20	0,20				
4	TC	3,28	3,43	3,42	3,47	3,53	3,43	3,47	3,40	3,43	1,3	2,37	34%	3,17
	TO	1,83	1,83	1,84	1,84	1,86	1,76	1,84	1,78	1,82				
5	TC	9,55	9,70	9,68	9,73	9,80	9,70	9,75	9,67	9,70	1,3	8,15	34%	10,92
	TO	6,27	6,27	6,26	6,26	6,27	6,27	6,28	6,27	6,27				
6	TC	13,72	14,03	14,02	14,07	14,13	14,02	14,07	14,00	14,01	1,3	5,60	34%	7,51
	TO	4,17	4,33	4,34	4,34	4,33	4,32	4,32	4,33	4,31				
7	TC	16,48	16,63	16,62	16,67	16,73	16,65	16,67	16,60	16,63	1,3	3,41	34%	4,57
	TO	2,76	2,60	2,60	2,60	2,60	2,63	2,60	2,60	2,62				
8	TC	17,15	17,22	17,12	17,23	17,30	17,33	17,25	17,28	17,24	1,3	0,78	34%	1,05
	TO	0,67	0,59	0,50	0,56	0,57	0,68	0,58	0,68	0,60				
Total												22,41		30,02

Nota: TC= Tiempo cronometrado, TO= Tiempo observado, TP= Tiempo promedio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo Normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar



Estudio de tiempos subproceso de empackado

En la tabla 44 se presenta la asignación y descripción de cada una de las actividades que se desarrolla dentro del subproceso de empackado en el área de producción.

Tabla 44. Descripción de actividades empackado

Descripción de actividades empackado	
Área: Producción	
Subproceso: Empacado	
Materia prima: Queso mozzarella	
Máquina: Empacadora	
Asignación	Actividad
1	Colocar los quesos mozzarella dentro de las fundas membretadas
2	Colocar quesos enfundados dentro de la empackadora
3	Empacar al vacío
4	Llevar quesos empackados al cuarto frío
5	Acomodar los quesos mozzarella empackados en el cuarto frío

Tabla 45. Estudio de tiempos empacado

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"									
		ESTUDIO DE TIEMPOS									
Área:	Producción	Subproceso:			Empacado						
Producto:	Queso mozzarella	Equipo:			Máquina empacadora						
Materia prima:	Queso mozzarella	Estudio #:			08						
Operario:	<u>Hombre</u> / Mujer	Nombre operario:			Juan Gamboa						
Elaborado por:	Mireya Esparza	Revisado por:			Sra. Mónica López						
Hora:	9:00 am - 14:00 pm										
N°		Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	TP	FD	TN	S	TS
1	TC	6,20	6,27	6,23	6,25	6,20	6,23	1,28	7,97	34%	10,69
	TO	6,20	6,27	6,23	6,25	6,20	6,23				
2	TC	17,53	17,60	17,57	17,58	17,57	17,57	1,28	14,52	34%	19,45
	TO	11,33	11,33	11,34	11,33	11,37	11,34				
3	TC	34,70	34,77	34,75	34,73	34,77	34,74	0,00	17,17	0%	17,17
	TO	17,17	17,17	17,18	17,15	17,20	17,17				
4	TC	37,70	37,78	37,75	37,73	37,77	37,75	1,28	3,84	34%	5,15
	TO	3,00	3,01	3,00	3,00	3,00	3,00				
5	TC	39,53	39,45	39,75	39,57	39,60	39,58	1,28	2,35	34%	3,15
	TO	1,83	1,67	2,00	1,84	1,83	1,83				
Total									45,85		55,60
<p>Nota: TC= Tiempo cronometrado, TO= Tiempo observado, TP= Tiempo promedio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo Normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar</p>											

3.6 Cálculo de la capacidad de producción

Una vez obtenido el cálculo del tiempo estándar para cada subproceso para la elaboración de queso mozzarella, se procede a calcular la capacidad de producción, que indica la cantidad máxima de productos o lotes que cada subproceso puede producir en un determinado periodo de tiempo. Para el cálculo se aplica la ecuación 4:

$$CP = \frac{1}{TS} * TTP \quad (4)$$

El tiempo total productivo (TTP) para la elaboración del queso mozzarella se tiene un tiempo disponible de 5 horas laborables (300 min).

Tabla 46. Cálculo de la capacidad de producción por subproceso

Capacidad de producción				
N°	Subproceso	TS lote (min)	TS unidad (min)	Cp lote/día
1	Recepción de materia prima	12,21	0,34	24,58
2	Descremación de leche	50,92	1,41	5,89
3	Calentamiento de leche en ollas	23,92	0,66	12,54
4	Formación de la cuajada	18,72	0,52	16,03
5	Desuerado	15,69	0,44	19,12
6	Hilar la cuajada	76,97	2,14	3,90
7	Moldeo	30,02	0,83	9,99
8	Empacado	55,60	1,54	5,40

A través del cálculo de la capacidad de producción (tabla 46) se evidencia que el subproceso de hilar cuajada presenta menor cantidad de lotes al día en comparación con los otros subprocesos, por lo que se considera el cuello de botella. Al ser el proceso que limita la producción de toda la empresa solo se elaboraría tres lotes al día de forma teórica, sin embargo, actualmente la empresa realiza un lote diario, haciendo notar que no usa toda la capacidad de producción con la que cuenta y no cumple con la demanda de 2 lotes diarios.

3.7 Cálculo de la productividad

Para el cálculo de la productividad se tomó en cuenta dos parámetros de análisis como son: productividad por tiempo de trabajo total y productividad por horas-hombre, permitiendo de este modo analizar la productividad desde diferentes puntos de vista.

Con base en los datos e información recolectada previamente, se procede a calcular la productividad actual de la empresa a través de la ecuación 8.

$$Productividad\ por\ tiempo = \frac{Producción\ obtenida}{\sum Tiempo\ total\ de\ producción} \quad (8)$$

Se considera los 284,05 minutos equivalente a 4,73 horas para producir un lote de quesos mozzarella.

$$Productividad\ por\ tiempo = \frac{1\ lote}{4,73\ horas}$$

$$Productividad\ por\ tiempo = 0,21\ lotes/hora$$

Como se puede apreciar la productividad por tiempo trabajado es 0,21 lotes/hora.

Para calcular la productividad por horas-hombre, se considera 3 operarios y las unidades fabricadas en el lote, que es de 36 quesos mozzarella con la finalidad de que el valor se pueda apreciar de mejor manera, se aplica la ecuación 9.

$$Productividad\ por\ horas - hombre = \frac{Producción\ obtenida}{\sum Tiempo\ total\ en\ horas - hombre} \quad (9)$$

$$Productividad\ por\ horas - hombre = \frac{36\ unidades}{(4,73 * 3) h - h}$$

$$Productividad\ por\ horas - hombre = 2,54\ uds/h - h$$

La productividad actual por horas-hombre es de 2,54 unidades por hora hombre.

3.8 Propuesta de mejora

Con base en el registro y análisis de la información obtenida a través de herramientas del estudio de trabajo como: diagramas de flujo, cursogramas analíticos y estudio de tiempos se determinó el método de trabajo que se lleva a cabo actualmente para el proceso de elaboración del queso mozzarella y la duración de cada subproceso.

Una vez analizada toda la información recolectada del proceso de elaboración de queso mozzarella, es conveniente emplear herramientas dentro del estudio de trabajo, por ello, se propone como primera herramienta la elaboración de cursogramas analíticos propuestos que permitirán la representación de forma detallada del proceso productivo, el mismo que posee cinco actividades fundamentales (operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos). Además, se realizará un análisis comparativo teórico entre el método actual y el propuesto para conocer el porcentaje de mejora en los tiempos.

Adicional, se propone desarrollar el balance de líneas con el objetivo de hallar una distribución de la capacidad que sea adecuada y permita que las actividades fluyan de forma continua.

Finalmente, se plantea desarrollar el manual de procesos que se encamina a mejorar el método de trabajo actual del proceso productivo con la finalidad de que la empresa emplee toda su capacidad de producción con procedimientos de trabajo estandarizados que garanticen la productividad y efectividad en los procesos.

Comparación teórica entre el método actual y el propuesto

La comparación consistió en conocer el porcentaje de mejora respecto al tiempo de producción que se emplea en el método actual y en el método propuesto donde se eliminaron demoras, se combinaron o suprimieron actividades que provoquen tiempos improductivos.

Como punto inicial se realizó una matriz (tabla 47) que sirvió como guía para reducir o combinar actividades, en donde se detalló el tiempo del método actual y el método mejorado para su posterior análisis.

Tabla 47. Matriz de identificación de actividades que no aportan valor

Actividades para elaborar queso mozzarella	Agrega Valor		Observación	Tiempos método actual (min)	Tiempos método propuesto (min)
	Si	No			
Recepción					
Estacionar el camión del proveedor en el área de recepción				2,69	2,69
Esperar a que el operador llegue al área de recepción		x	La espera se suprime ya que el operador puede estar presente desde la primer actividad de estacionar el camión del proveedor	2,95	-
Encender bomba de succión				0,31	0,31
Descargar leche cruda del bidón				6,26	6,26
Descremación					
Colocar 300 lt de leche cruda en tanque de calentamiento				7,09	7,09
Calentar la leche a 40 °C				7,62	7,62
Encender máquina descremadora				0,05	0,05
Recolectar leche descremada en tanque de almacenamiento				36,16	36,16
Calentamiento de leche en ollas					
Añadir 250 litros de leche descremada				5,59	5,59
Añadir 500 litros de leche pura				6,17	6,17
Encender olla de calentamiento y agitador				0,06	0,06
Añadir 520 gramos de ácido cítrico en la olla de calentamiento				2,42	2,42
Tomar una muestra de leche de 10 ml de la olla de calentamiento				0,34	0,34
Llevar la muestra al laboratorio				0,36	0,36
Añadir 4 gotas de venoctalina a la muestra				0,17	0,17
Colocar en el acidómetro y mirar que marque 32°				1,01	1,01
Calentar la leche hasta los 35 °C				7,80	7,80
Cuajo					
Añadir 40 ml de cuajo a la olla de calentamiento				1,02	1,02
Mezclar la leche con el cuajo				7,73	7,73
Dejar reposar la mezcla				4,33	4,33
Añadir ácido cítrico				0,8	0,8
Dejar reposar				4,83	4,83
Desuerado					
Mover la cuajada del fondo de la olla de calentamiento				2,31	2,31
Cortar la cuajada dentro de la olla				0,62	0,62
Sacar la cuajada de la olla de calentamiento y colocar en la mesa				5,52	5,52
Dejar reposar				7,24	7,24
Hilar					
Encender la máquina hiladora				0,61	0,61
Llevar la cuajada a la máquina hiladora				5,19	5,19
Añadir 1 kg de sal			Los ingredientes pueden añadirse dentro del proceso de hilar ya que su orden de aplicación no afecta al producto final	0,26	-
Añadir 100 gramos de citrato				1,02	-
Hilar la cuajada				69,89	69,89
Moldeo					
Colocar moldes sobre la mesa				0,83	0,83
Sacar la masa de la hiladora en una gaveta				1,62	1,62
Llevar la gaveta con la masa a la mesa				0,35	0,35
Amasar		x	Se puede realizar de forma individual al cortar la masa	3,17	-
Cortar la masa y pesar				10,92	10,92
Amasar y colocar en el molde				7,51	7,51
Llevar al cuarto frío los moldes con masa				4,57	4,57
Acomodar las gavetas con los moldes de masa en el cuarto frío		x	La actividad puede ser realizada cuando se lleva los moldes con masa al cuarto frío	1,05	-
Empacado					
Colocar los quesos mozzarella dentro de las fundas				10,69	10,69
Colocar quesos enfundados dentro de la empacadora				19,45	19,45
Empacar al vacío				17,17	17,17
Llevar quesos empacados al cuarto frío				5,15	5,15
Acomodar los quesos mozzarella empacados en el cuarto frío		x	La actividad puede ser realizada cuando se lleve los quesos empacados al cuarto frío	3,15	-
				284,05	272,45

En el caso de algunas actividades no fue posible combinarlas o suprimirlas dado que la mayor parte del tiempo las actividades las desarrolla la maquinaria y en otros casos, son actividades esenciales para llevar a cabo el proceso.

De acuerdo con la matriz planteada anteriormente, el método actual posee un tiempo de producción de 284,05 minutos, mientras que, el método propuesto donde se han combinado o reducido actividades que provocan tiempos improductivos presenta un tiempo de producción de 272,45 min, representando una mejora del 4,08% respecto al método actual.

Cursogramas analíticos propuestos para el proceso de elaboración del queso mozzarella

Para la realización del método propuesto se usó la tabla 47 como base para la elaboración de los cursogramas analíticos propuestos, con la finalidad de usar las actividades que agregan valor al producto final.

A continuación, se presenta los cursogramas analíticos propuestos desde la tabla 48 a la 55, donde se combinaron actividades y se suprimieron esperas innecesarias.

Tabla 48. Cursograma analítico propuesto subproceso recepción de leche cruda








		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de recepción de leche cruda									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Recepción de materia prima		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Propuesto	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	1			
Fecha de elaboración:	20/12/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Estacionar el camión del proveedor en el área de recepción		1,89	●					
2	Encender bomba de succión		0,21	●					
3	Descargar y almacenar leche cruda del bidón		6,26	●					
TOTAL			8,36	3	0	0	0	0	

Tabla 49. Cursograma analítico propuesto subproceso descremación de leche cruda








		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de descremación de leche cruda									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Producción		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Propuesto	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	2			
Fecha de elaboración:	20/12/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Colocar 300 lt de leche cruda en tanque de calentamiento		5,04	●					
2	Calentar la leche a 40 °C		5,48	●					
3	Encender máquina descremadora		0,04	●					
4	Recolectar leche descremada en tanque de almacenamiento		36,42	●					
TOTAL			46,98	4	0	0	0	0	

Tabla 50. Cursograma analítico propuesto subproceso calentamiento de leche en ollas



		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de calentamiento de leche en ollas									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Producción		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Propuesto	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	3			
Fecha de elaboración:	20/12/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Añadir 250 litros de leche descremada		3,9	●					
2	Añadir 500 litros de leche pura		4,25	●					
3	Encender olla de calentamiento y agitador		0,04	●					
4	Añadir 520 gramos de ácido cítrico en la olla de calentamiento		1,64	●					
5	Tomar una muestra de leche de 10 ml de la olla de calentamiento		0,23	●					
6	Llevar la muestra al laboratorio		0,26		●				
7	Añadir 4 gotas de fenolftaleína a la muestra		0,11	●					
8	Colocar en el acidómetro y mirar que marque 32°		0,71	●					
9	Calentar la leche hasta los 35 °C		7,81	●					
TOTAL			18,95	8	1	0	0	0	

Tabla 51. Cursograma analítico propuesto subproceso formación de la cuajada

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de formación de la cuajada									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Producción		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Propuesto	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	4			
Fecha de elaboración:	20/12/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Añadir 40 ml de cuajo a la olla de calentamiento		0,71	●					
2	Mezclar la leche con el cuajo		5,45	●					
3	Dejar reposar la mezcla		3,05	●					Actividad necesaria para que la cuajada pueda formarse
4	Añadir ácido cítrico		0,57	●					
5	Dejar reposar		3,40	●					Actividad necesaria para que la cuajada se asiente
TOTAL			13,18	5	0	0	0	0	

Tabla 52. Cursograma analítico propuesto subproceso desuerado








		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de desuerado									
Producto analizado:	Queso mozzarella	Área:	Producción		Hoja #:	1 de 1			
Método:	Propuesto	Operario(s) a cargo:	Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	5			
Fecha de elaboración:	20/12/2022	Realizado por:	Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López			
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Nº	Descripción								
1	Mover la cuajada del fondo de la olla de calentamiento		1,33	●					
2	Cortar la cuajada dentro de la olla		0,35	●					
3	Sacar la cuajada de la olla de calentamiento y colocar en la mesa		3,17	●					
4	Dejar reposar		4,09	●					
TOTAL			8,94	4	0	0	0	0	

Tabla 53. Cursograma analítico propuesto subproceso hilar cuajada

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"								
CURSOGRAMA ANALÍTICO										
Subproceso de hilar cuajada										
Producto analizado:		Queso mozzarella	Área:		Producción		Hoja #:	1 de 1		
Método:		Propuesto	Operario(s) a cargo:		Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	6		
Fecha de elaboración:		20/12/2022	Realizado por:		Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López		
Identificación de Actividades			Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Nº	Descripción	●			➔	■	◐	▼		
1	Encender la máquina hiladora			0,34	●					
2	Llevar la cuajada a la máquina hiladora			2,99		●				
3	Hilar la cuajada			69,88	●					Añadir 1 kg de sal Añadir 100 gramos (6 cucharadas) de ácido cítrico
TOTAL				73,21	2	1	0	0	0	

Tabla 54. Cursograma analítico propuesto subproceso moldeo













		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de moldeo									
Producto analizado:		Queso mozzarella	Área:		Producción		Hoja #:	1 de 1	
Método:		Propuesto	Operario(s) a cargo:		Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	7	
Fecha de elaboración:		20/12/2022	Realizado por:		Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López	
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Colocar moldes sobre la mesa		0,46	●					
2	Sacar la masa de la hiladora en una gaveta		0,92	●					
3	Llevar la gaveta con la masa a la mesa		0,20		●				
4	Cortar la masa y pesar		6,27	●					
5	Amasar y colocar en el molde		4,30	●					
6	Llevar y colocar los moldes con masa en el cuarto frío		2,63		●				
TOTAL			14,78	4	2	0	0	0	

Tabla 55. Cursograma analítico propuesto subproceso empackado

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"							
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Subproceso de empackado									
Producto analizado:		Queso mozzarella		Área:		Producción		Hoja #:	1 de 1
Método:		Propuesto		Operario(s) a cargo:		Sr. Juan Gamboa		Diagrama #:	8
Fecha de elaboración:		20/12/2022		Realizado por:		Mireya Esparza		Aprobado por:	Sra. Mónica López
Identificación de Actividades		Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
N°	Descripción								
1	Colocar los quesos mozzarella dentro de las fundas membretadas		6,23	●					
2	Colocar quesos enfundados dentro de la empacadora		11,34	●					
3	Empacar al vacío		17,17	●					
4	Llevar y colocar los quesos empaquetados en el cuarto frío		3,01		●				
TOTAL			37,75	3	1	0	0	0	

Balanceo de líneas

El balanceo de líneas se empleó para utilizar todo el potencial de la maquinaria y el personal disponibles, ya que un equilibrio justo de la carga de trabajo puede reducir significativamente el tiempo de inactividad que no agrega valor al proceso de producción.

Los resultados del estudio de tiempos plasmados en la tabla 46, muestran que el cuello de botella es el subproceso de hilar la cuajada, seguido de los subprocesos de empaclado y descremación de leche que poseen tiempos relativamente altos. Es por ello que, con el balanceo de líneas se pretende equilibrar las cargas de trabajo de forma general, reduciendo tiempos de inactividad dentro de todos los procesos.

Para la aplicación del balanceo de líneas se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Elaboración del diagrama de precedencia o secuencial

Tabla 56. Tareas del diagrama de precedencia

Tarea	Descripción	Tareas que preceden
Recepción		
A	Estacionar el camión del proveedor en el área de recepción	-
B	Encender bomba de succión	A
C	Descargar leche cruda del bidón	B
Descremación		
D	Colocar 300 lt de leche cruda en tanque de calentamiento	C
E	Calentar la leche a 40 °C	D
F	Encender máquina descremadora	E
G	Recolectar leche descremada en tanque de almacenamiento	F
Calentamiento de leche en ollas		
H	Añadir 250 litros de leche descremada	G
I	Añadir 500 litros de leche pura	C
J	Encender olla de calentamiento y agitador	H, I
K	Añadir 520 gramos de ácido cítrico en la olla de calentamiento	J
L	Tomar una muestra de leche de 10 ml de la olla de calentamiento	K
M	Llevar la muestra al laboratorio	L
N	Añadir 4 gotas de fenolftaleína a la muestra	M
O	Colocar en el acidómetro y mirar que marque 32°	M

Tabla 56. Tareas del diagrama de precedencia (continuación)

Tarea	Descripción	Tareas que preceden
P	Calentar la leche hasta los 35 °C	O
Formación de la cuajada		
Q	Añadir 40 ml de cuajo a la olla de calentamiento	J, K
R	Mezclar la leche con el cuajo	Q
S	Dejar reposar la mezcla	R
T	Añadir ácido cítrico	S
U	Dejar reposar	T
Desuerado		
V	Mover la cuajada del fondo de la olla de calentamiento	U
W	Cortar la cuajada dentro de la olla	V
X	Sacar la cuajada de la olla de calentamiento y colocar en la mesa	W
Y	Dejar reposar	X
Hilar		
Z	Encender la máquina hiladora	Y
AA	Llevar la cuajada a la máquina hiladora	Z
AB	Hilar la cuajada	Z, AA
Moldeo		
AC	Colocar moldes sobre la mesa	-
AD	Sacar la masa de la hiladora en una gaveta	AB
AE	Llevar la gaveta con la masa a la mesa	AD
AF	Cortar la masa y pesar	AE
AG	Amasar y colocar en el molde	AC, AF
AH	Llevar y colocar los moldes con masa en el cuarto frío	AG
Empacado		
AI	Colocar los quesos mozzarella dentro de las fundas membretadas	AH
AJ	Colocar quesos enfundados dentro de la empacadora	AI
AK	Empacar al vacío	AI, AJ
AL	Llevar y colocar los quesos empaquetados en el cuarto frío	AK

En la figura 14 se indica el diagrama de precedencias de manera gráfica.

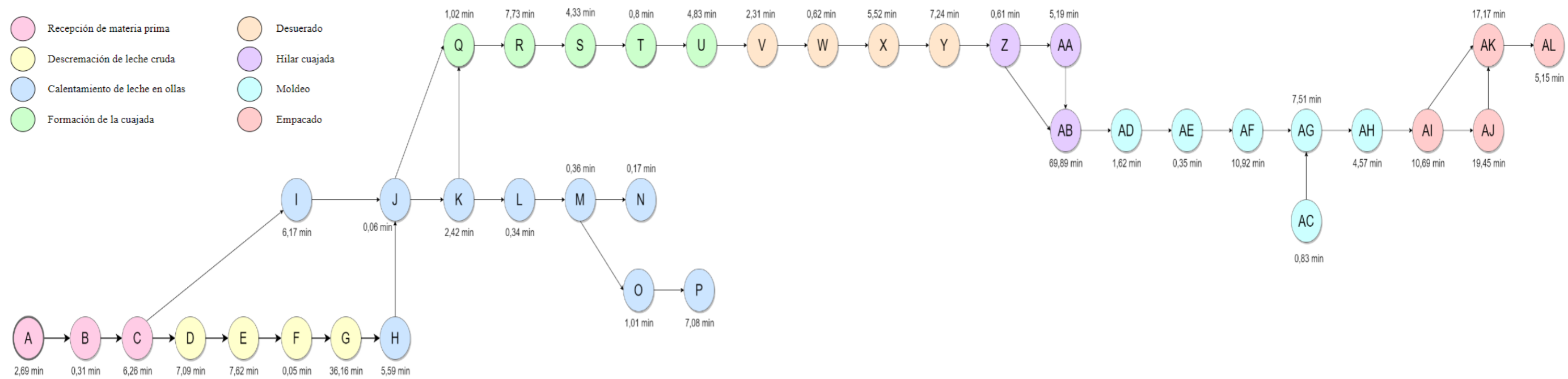


Figura 14. Diagrama de precedencias

2. Cálculo del tiempo de ciclo

Se aplicó la ecuación 10 para determinar el tiempo máximo que dispone cada estación de trabajo para llevar a cabo sus actividades.

$$T_c = \frac{\textit{Tiempo de producción por día}}{\textit{Requerimiento del producto por día}} \quad (10)$$

El tiempo destinado a la elaboración de queso mozzarella es de 5 horas en la jornada laboral, equivalente a 300 minutos. Se considera que se debe producir al menos dos lotes al día ya que la empresa no fabrica los quesos mozzarella de forma individual.

$$T_c = \frac{300 \textit{ minutos/día}}{2 \textit{ lotes/día}}$$

$$T_c = 150 \textit{ min/lote}$$

De acuerdo con el resultado obtenido se determina que para que la empresa cumpla con la demanda de dos lotes, se debe fabricar a un tiempo de ciclo de 150 minutos por cada lote de quesos mozzarella.

3. Cálculo del número teórico de estaciones

Mediante la ecuación 11 se calculó de forma teórica el número mínimo de estaciones o puestos de trabajo necesarios.

$$NME = \frac{\textit{Suma de tiempos del proceso}}{\textit{Tiempo de ciclo (Tc)}} \quad (11)$$

$$NME = \frac{271,73 \textit{ min}}{150 \textit{ min}}$$

$$NME = 1,81 \textit{ estaciones de trabajo}$$

El número de estaciones resultante es una recomendación teórica, en este caso no se puede tener una fracción de estación de trabajo, por lo que, el valor debe ser aproximado al inmediato superior obteniendo como resultado:

$$NME = 2 \textit{ estaciones de trabajo}$$

4. Reglas para la asignación de estaciones de trabajo

En la tabla 57 se presenta los parámetros a tener en cuenta para la asignación de tareas en las estaciones de trabajo.

Tabla 57. Reglas para la asignación de tareas

Reglas para la asignación de tareas
La tarea que tenga más tareas subsecuentes
La tarea con el tiempo más largo
La tarea con la mayor suma de tiempos en las tareas subsecuentes

5. Asignar tareas a las estaciones de trabajo

Una vez establecidas las reglas se procede a asignar las tareas para formar las estaciones de trabajo.

Tabla 58. Asignación de tareas para estaciones de trabajo

Estación	Tarea	Tiempo (min)	Tiempo restante (min)
I	A	2,69	147,31
	B	0,31	147,00
	C	6,26	140,74
	D	7,09	133,65
	E	7,62	126,03
	F	0,05	125,98
	G	36,16	89,82
	H	5,59	84,23
	I	6,17	78,06
	J	0,06	78,00
	K	2,42	75,58
	L	0,34	75,24
	M	0,36	74,88
	N	0,17	74,71
	O	1,01	73,70
	P	7,08	65,90
	Q	1,02	64,88
	R	7,73	57,15
	S	4,33	52,82
	T	0,8	52,02

Tabla 58. Asignación de tareas para estaciones de trabajo (continuación)

Estación	Tarea	Tiempo (min)	Tiempo restante (min)
I	U	4,83	47,19
	V	2,31	44,88
	W	0,62	44,26
	X	5,52	38,74
	Y	7,24	31,50
	Z	0,61	30,89
	AA	5,19	25,70
	AC	0,83	24,87
II	AB	69,89	80,11
	AD	1,62	78,49
	AE	0,35	78,14
	AF	10,92	67,22
	AG	7,51	59,71
	AH	4,57	55,14
	AI	10,69	44,45
	AJ	19,45	25,00
	AK	17,17	7,83
	AL	5,15	2,68

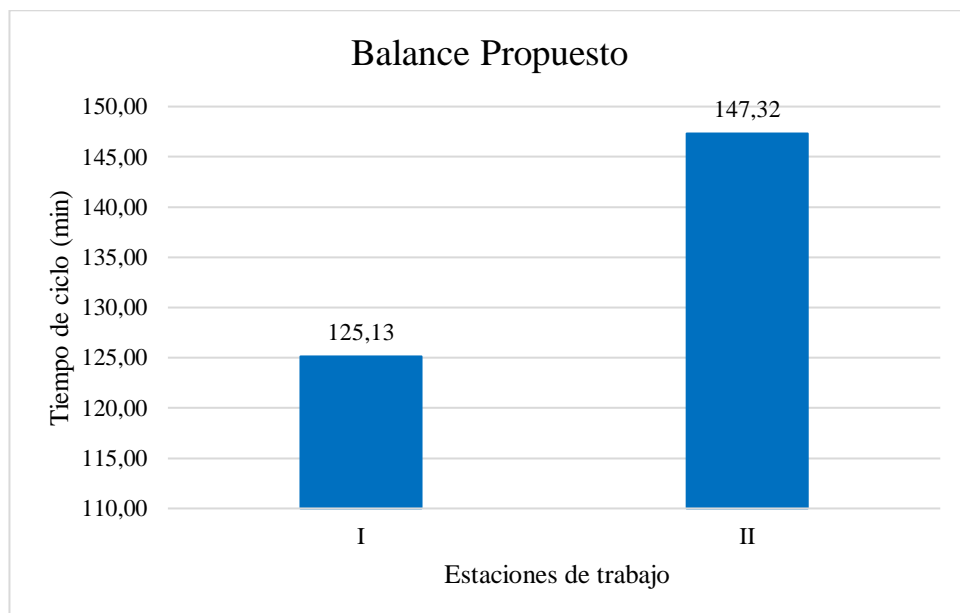


Figura 15. Tiempo de ciclo propuesto para cada estación de trabajo

En la figura 15 se observa las estaciones de trabajo obtenidas a través del balanceo de líneas con sus respectivos tiempos de ciclo asignados; para el proceso de elaboración

de queso mozzarella se dispondrá de dos estaciones de trabajo que ayudarán a cumplir con la demanda de 2 lotes.

Cálculo de tiempo inactivo o de ocio

Es importante calcular el tiempo inactivo (T_o) del método propuesto, se lo realizó a través de la ecuación 12.

$$T_o = (Tc * Nt) - \sum \text{tiempo de las tareas} \quad (12)$$

$$T_{o \text{ Propuesto}} = (150 * 2) - 272,45$$

$$T_{o \text{ Propuesto}} = 27,55 \text{ min}$$

De acuerdo con el resultado se puede observar que la propuesta de solución con dos estaciones de trabajo posee un tiempo de ocio de 27,55 minutos por lote, el resultado puede evidenciarse al sumar todos los tiempos restantes representados con color rojo en la tabla 57.

En la figura 16 se representa de forma gráfica la asignación de tareas a las estaciones de trabajo para el método propuesto.

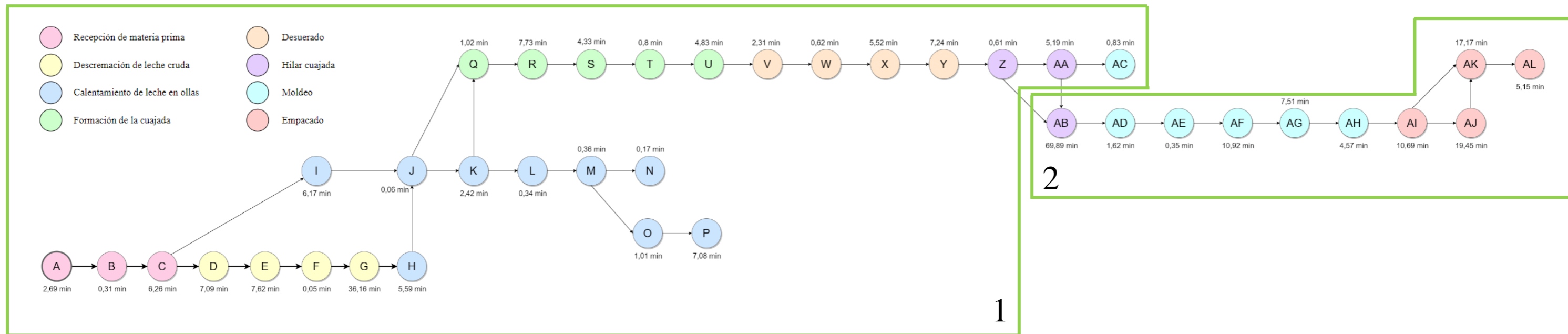


Figura 16. Asignación de estaciones

6. Análisis de la eficiencia

Se determinó la eficiencia del balanceo de línea, a través de la ecuación 13.

$$\mathbf{Eficiencia} (\%) = \frac{\mathbf{Suma de los tiempos de las actividades}}{\mathbf{Número de estaciones * Tiempo de ciclo (Tc)}} \quad (13)$$

Cálculo de eficiencia actual

Para calcular la eficiencia del método actual se hace uso de un tiempo de ciclo de 150 minutos ya que la demanda es de 2 lotes diarios de queso mozzarella y se considera las 3 estaciones de trabajo existentes.

$$\mathbf{Eficiencia} (\%) = \frac{284,05 \text{ min}}{3 * 150 \text{ min}}$$

$$\mathbf{Eficiencia} = 63,12 \%$$

En el método actual de trabajo existe un porcentaje de inactividad del 36,88%.

Cálculo de eficiencia propuesta

El cálculo de eficiencia del método mejorado nos permite comprobar si existe una mejora o no, se emplea el tiempo de ciclo calculado en el primer paso y las dos estaciones de trabajo previamente obtenidas.

$$\mathbf{Eficiencia} (\%) = \frac{272,45 \text{ min}}{2 * 150 \text{ min}}$$

$$\mathbf{Eficiencia} = 90,82 \%$$

De acuerdo con el resultado obtenido se puede decir que dentro del proceso productivo solo existe un porcentaje de inactividad del 9,18%. Lo óptimo de forma teórica sería dividir el trabajo en 1,81 estaciones, esto daría como resultado la eficiencia en un 100%, sin embargo, a nivel práctico es poco común que esto se cumpla porque no sería posible usar fracciones de trabajo, es por eso que los valores fraccionales obtenidos en el cálculo del número teórico de estaciones se redondean. Sin embargo, al obtener un resultado de eficiencia del 90,58% es muy bueno.

Comparación de la eficiencia actual respecto la propuesta

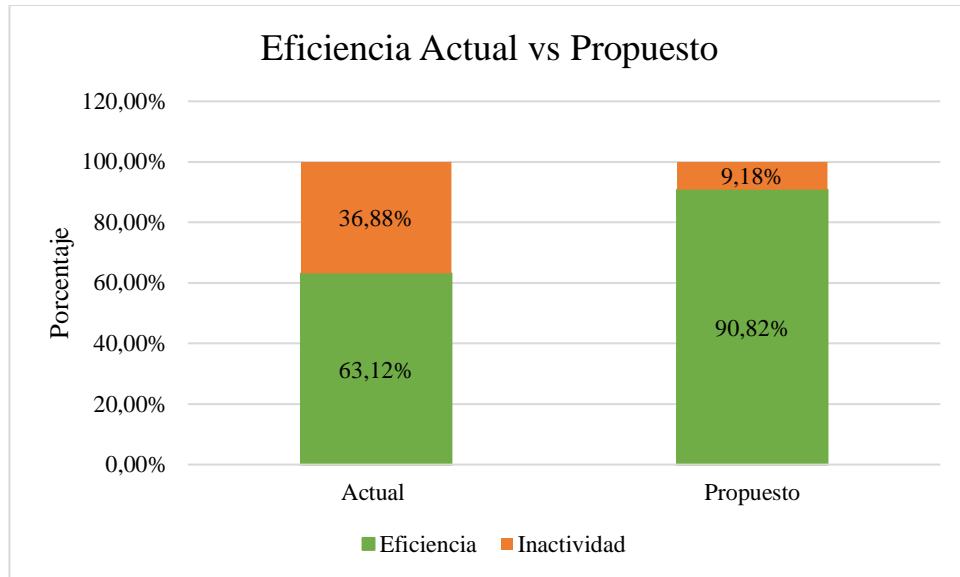


Figura 17. Comparación de la eficiencia actual y la propuesta

Análisis e interpretación: Se puede evidenciar un aumento considerable de la eficiencia en el balanceo de líneas propuesto, esto se debe a la disminución de tiempos inactivos. En la figura 17 se observa que la eficiencia asciende de 63,12% a 90,82% debido al uso de dos estaciones de trabajo en lugar de tres, consiguiendo una línea de producción más eficiente. Es importante destacar que al minimizar las estaciones de trabajo automáticamente se disminuye el tiempo de ocio, se obtiene eficiencia máxima y retraso mínimo del balanceo; es por ello que la inactividad desciende de 36,88% a 9,18% dado que las actividades que no generaban valor como: esperar a que el operador llegue al área de recepción, acomodar las gavetas con quesos en el cuarto frío y agregar ingredientes, fueron suprimidas o combinadas.

Estos datos nos indican que el balanceo de líneas efectuado es satisfactorio, dado que aumenta la eficiencia de la línea de producción de queso mozzarella en un 27,70%, al mismo tiempo disminuye la inactividad en el proceso productivo. Esto significa un incremento de la productividad ya que la empresa podrá cumplir sin ningún inconveniente la demanda de queso mozzarella.

7. Cálculo del número de operarios por estación (No)

Como paso final se calculó el número de operarios para cada estación de trabajo propuesta, se emplea la ecuación 14.

$$No = \frac{\text{Tiempo estándar} * \text{Requerimiento diario}}{\text{Tiempo disponible al día}} \quad (14)$$

Cálculo del número de operarios para la estación I:

$$No = \frac{123,58 \frac{\text{min}}{\text{lote}} * 2 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}}{300 \frac{\text{min}}{\text{día}}}$$

$$No = 0,82 \text{ operarios}$$

Cálculo del número de operarios para la estación II:

$$No = \frac{148,15 \frac{\text{min}}{\text{lote}} * 2 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}}{300 \frac{\text{min}}{\text{día}}}$$

$$No = 0,98 \text{ operarios}$$

El número de operadores considerados para la estación I y II es de uno respectivamente, evidenciando que son necesarios únicamente 2 operarios para cumplir con la demanda. Actualmente en la elaboración de queso mozzarella la empresa tiene a 3 operadores a cargo de todo el proceso.

Balaneo de línea en POM QM para Windows

Con la finalidad de comprobar la respuesta obtenida a través del procedimiento manual para el balanceo de líneas en el proceso de elaboración del queso mozzarella en la empresa de lácteos “El Enjambre”, se empleó el software POM QM para Windows, este software permite resolver problemas y elaborar proyectos referentes a productividad, por lo que nos permitirá ratificar el resultado obtenido o si se debe realizar correcciones.

Paso 1: Ingresar al software, seleccionar la opción de Assembly Line Balancing (balanceo de líneas), establecer el título, el número de tareas a analizarse, la unidad de tiempo que se va a usar y la forma en que se van a identificar las actividades.

Para este caso se establecieron 38 tareas que van a ser representadas en minutos e identificadas con letras mayúsculas del abecedario.

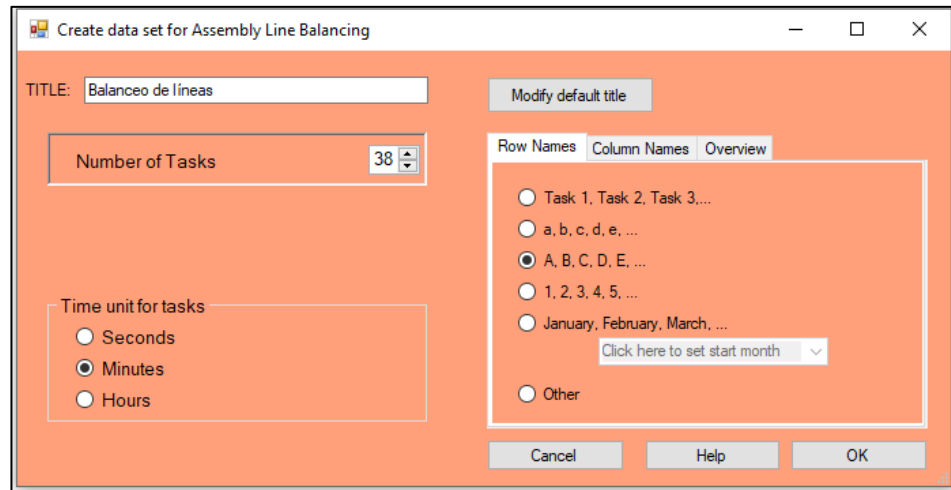


Figura 18. Parámetros para balanceo de líneas

Paso 2: Con base en la tabla 56 y la figura 14 se ingresan los tiempos de ciclo de cada una de las actividades, al igual que las actividades predecesoras. En este caso se ingresa el tiempo en que tarda cada actividad para producir el lote.

TASK	Minutes	Predecessor 1	Predecessor 2
A	2,69		
B	,31	A	
C	6,26	B	
D	7,09	C	
E	7,62	D	
F	,05	E	
G	36,16	F	
H	5,59	G	
I	6,17	C	
J	,06	H	I
K	2,42	J	
L	,34	K	
M	,36	L	
N	,17	M	
O	1,01	M	
P	7,8	O	
Q	1,02	J	K
R	7,73	Q	
S	4,33	R	
T	,8	S	
U	4,83	T	
V	2,31	U	
W	,62	V	
X	5,52	W	
Y	7,24	X	
Z	,61	Y	
AA	5,19	Z	
AB	69,89	Z	AA
AC	,83		
AD	1,62	AB	
AE	,35	AD	
AF	10,92	AE	
AG	7,51	AC	AF
AH	4,57	AG	
AI	10,69	AH	
AJ	19,45	AI	
AK	17,17	AI	AJ
AL	5,15	AK	

Figura 19. Ingreso de tiempos y actividades predecesoras

Paso 3: Ingresar los requerimientos en lotes, el tiempo disponible y su unidad de medida, seleccionar el método de asignación. Para este caso se consideran 2 lotes y 300 minutos disponibles en la jornada laboral, además se selecciona el método de asignación de mayor número de tareas subsecuentes.

Method	Cycle time computation	Task time unit
Most following tasks	<input type="radio"/> Given 2 units per 300 <input type="radio"/> seconds <input checked="" type="radio"/> Computed <input checked="" type="radio"/> minutes <input type="radio"/> hours	Minutes

Figura 20. Requerimientos para el balanceo de líneas

Paso 4: Presionar Solver y esperar a que el programa presente los resultados.

Summary Statistics			
Cycle time	150	Minutes	
Min (theoretical) # of stations	2		
Actual # of stations	2		
Time allocated (cycle time * # stations)	300	Minutes/cycle	
Time needed (sum of task times)	272,45	Minutes/unit	
Idle time (allocated-needed)	27,55	Minutes/cycle	
Efficiency (needed/allocated)	90,82%		
Balance Delay (1-efficiency)	9,18%		

Figura 21. Resultados del balanceo de líneas en el software POM QM

Como se puede evidenciar los resultados del software en la figura 21 es similar al obtenido de forma manual, el software propone dos estaciones de trabajo con un tiempo de ciclo de 150 minutos para cada lote, la primera estación está conformada por las primeras 27 actividades, mientras que las 11 actividades restantes se encuentran en la segunda estación.

Adicional, se puede comprobar que el tiempo inactivo o de ocio es de 27,55 minutos igual al calculado anteriormente, de igual manera la eficiencia del 90,82% y un retraso de eficiencia de 9,18%; se corrobora que los resultados obtenidos a través del balanceo manual están elaborados correctamente.

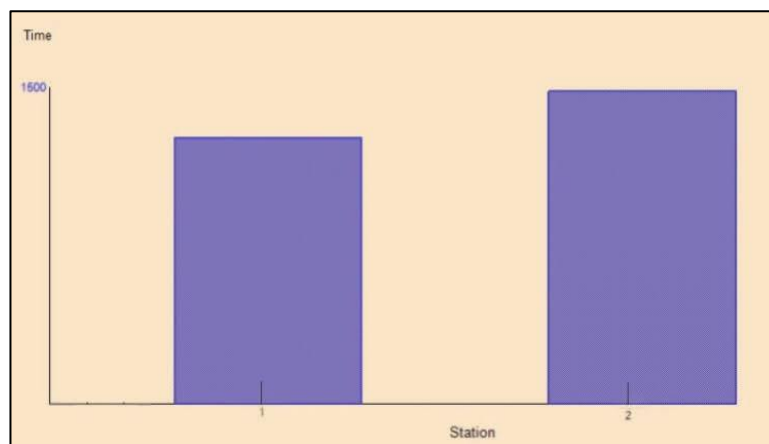


Figura 22. Distribución de tiempo de ciclo para estaciones

Finalmente, se puede concluir que el resultado obtenido de forma manual es similar al obtenido mediante el software POM QM, por lo que se da validez a los mismos asegurando que es factible aplicar el balanceo de líneas con los parámetros propuestos,

con la finalidad de alcanzar los objetivos de mejora en la línea de elaboración de queso mozzarella de la empresa de lácteos “El Enjambre”.

Cálculo de la productividad del método propuesto

A través del método propuesto y el balanceo de líneas se considera el tiempo de 272,45 minutos (4,54 horas) para fabricar dos lotes de quesos mozzarella y 2 operarios para llevar a cabo el proceso de elaboración. Con base en estos datos se procede a calcular la productividad por tiempo trabajado (ecuación 15) y la productividad por hora-hombre del método propuesto (ecuación 16).

$$Productividad\ por\ tiempo = \frac{Producción\ obtenida}{\sum Tiempos\ total\ de\ producción} \quad (15)$$

$$Productividad\ por\ tiempo = \frac{2\ lotes}{4,54\ horas}$$

$$Productividad\ por\ tiempo = 0,44\ lotes/hora$$

Como se puede apreciar la productividad por tiempo trabajado del método propuesto es 0,44 lotes/hora.

Para calcular la productividad por horas-hombre, se considera las unidades fabricadas en los dos lotes, que es de 72 quesos mozzarella.

$$Productividad\ por\ horas - hombre = \frac{Producción\ obtenida}{\sum Tiempos\ total\ en\ horas - hombre} \quad (16)$$

$$Productividad\ por\ horas - hombre = \frac{72\ unidades}{(4,54 * 2) h - h}$$

$$Productividad\ por\ tiempo = 7,93\ lotes/hora$$

La productividad por horas-hombre del método propuesto es de 7,93 unidades por hora hombre.

Comparación de la productividad actual con la del método mejorado

Se realiza una comparación entre la productividad por tiempo de trabajo del método actual y la del método propuesto, con la finalidad de conocer si existe aumento o reducción en la misma.

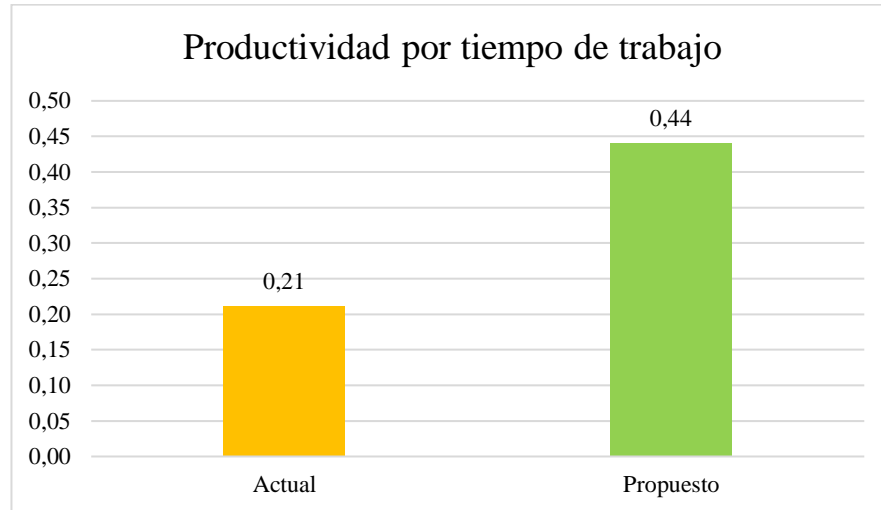


Figura 23. Comparación productividad por tiempo de trabajo

En la figura 23 se puede evidenciar que existe un aumento en la productividad de 0,21 a 0,44 representando una mejora del 52,0%. Lo que indica que el método propuesto mejoraría la productividad por tiempo de trabajo de la empresa.

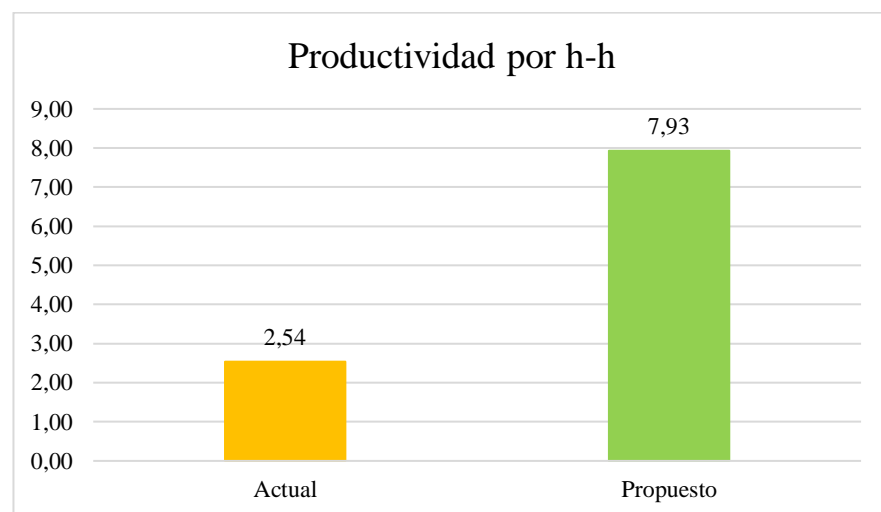


Figura 24. Comparación productividad por horas - hombre

En la figura 24 se puede apreciar el aumento en la productividad por horas-hombre de 2,54 a 7,93 representando una mejora del 68,0%.

Análisis de costos

La propuesta de solución planteada emplearía la misma maquinaria y operarios que ya dispone la empresa, debido a que solo se modificó las actividades del proceso productivo.



Empresa de lácteos “El Enjambre”

Manual de procesos

Código: ELEJ-MP-QM-01

Versión: 1.0

Página: 1 de 32



**MANUAL DE PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO
MOZZARELLA**

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Mireya Esparza	Ing. Edith Tubón	Sra. Alexandra López

Índice

Objetivo	3
Alcance	3
Responsable	3
Glosario de términos	3
PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO	
MOZZARELLA	9
Recepción de materia prima	10
Descremación de leche cruda	12
Calentamiento de leche en ollas	15
Formación de la cuajada.....	18
Desuerado	21
Hilar cuajada.....	23
Moldeo.....	26
Empacado.....	29

Objetivo

Facilitar una guía para el adecuado desarrollo de las actividades que se llevan a cabo para la elaboración de queso mozzarella, el manual será de beneficio para el personal y permitirá la estandarización del proceso productivo mejorando la productividad de la empresa de lácteos “El Enjambre”.

Alcance


El presente manual está enfocado a los subprocesos desarrollados para la elaboración de queso mozzarella.

Responsable

Gerente propietario: Es la persona con rango más alto en la empresa, encargado de dirigir, organizar y controlar la empresa, además será de apoyo para el cumplimiento del manual.

Glosario de términos

Término	Definición
Proceso	Serie de actividades que se llevan a cabo para transformar una entrada en una salida.
Subproceso	Se encuentra inmerso en un proceso que son desarrollados para cumplir con el proceso padre.
Actividad	Conjunto de acciones desarrolladas de forma secuencial con el fin de cumplir un objetivo.

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Manual de procesos	
Código: ELEJ-MP-QM-01	Versión: 1.0	Página: 4 de 32

La empresa

La empresa de productos lácteos “El Enjambre” tiene una trayectoria de 15 años en el mercado, se dedica a la elaboración y comercialización de productos lácteos; sus principales mercados se encuentran en la región costera abarcando ciudades como: Santo Domingo, Machala, Guayaquil y recientemente comenzaron la comercialización de sus productos en la región Amazónica.



Figura 1. Empresa de lácteos "El Enjambre"

Descripción general

En la tabla 1 se muestra los datos más relevantes de la empresa.



	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Manual de procesos	
Código: ELEJ-MP-QM-01	Versión: 1.0	Página: 5 de 32

Tabla 1. Datos generales empresa de lácteos "El Enjambre"

Datos Generales	
Razón social	Productos Lácteos “El Enjambre”
Propietario(a)	Sra. Mónica López Guachi
Cédula	1803701042
Dirección	Barrio Tunguipamba
Ciudad	Píllaro - Tungurahua
Celular	099 418 6949
Correo electrónico	productoslacteoselenjambre@hotmail.com

Estructura organizacional

Actualmente la empresa no cuenta con el diagrama de estructura organizacional, por lo que se presenta en la figura 2 una propuesta de estructura organizacional acorde a la información recolectada.

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Manual de procesos	
Código: ELEJ-MP-QM-01	Versión: 1.0	Página: 6 de 32

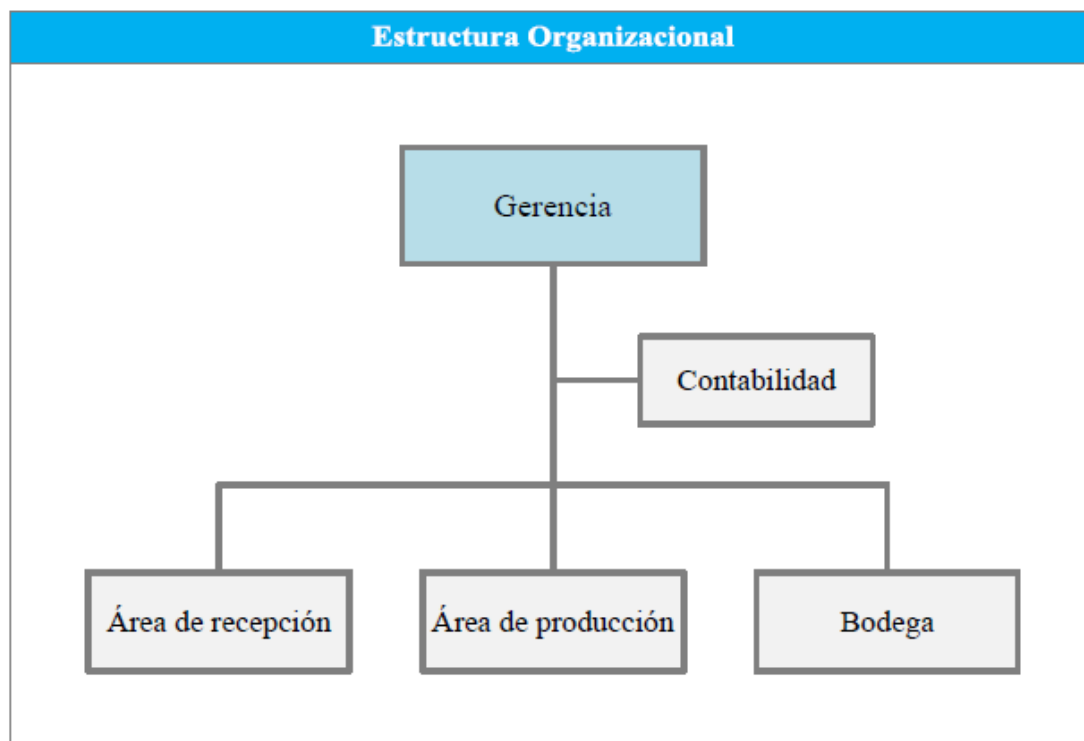



Figura 2. Estructura Organizacional

Misión

“El Enjambre” es una empresa que se dedica a la producción y comercialización de productos lácteos con la más alta calidad, contribuyendo a la nutrición de la población y satisfaciendo las necesidades de sus clientes.

Visión

Ser una empresa de lácteos líder en el mercado nacional, ofreciendo siempre productos de alta calidad a un precio accesible.

	Empresa de lácteos "El Enjambre"	
	Manual de procesos	
Código: ELEJ-MP-QM-01	Versión: 1.0	Página: 7 de 32

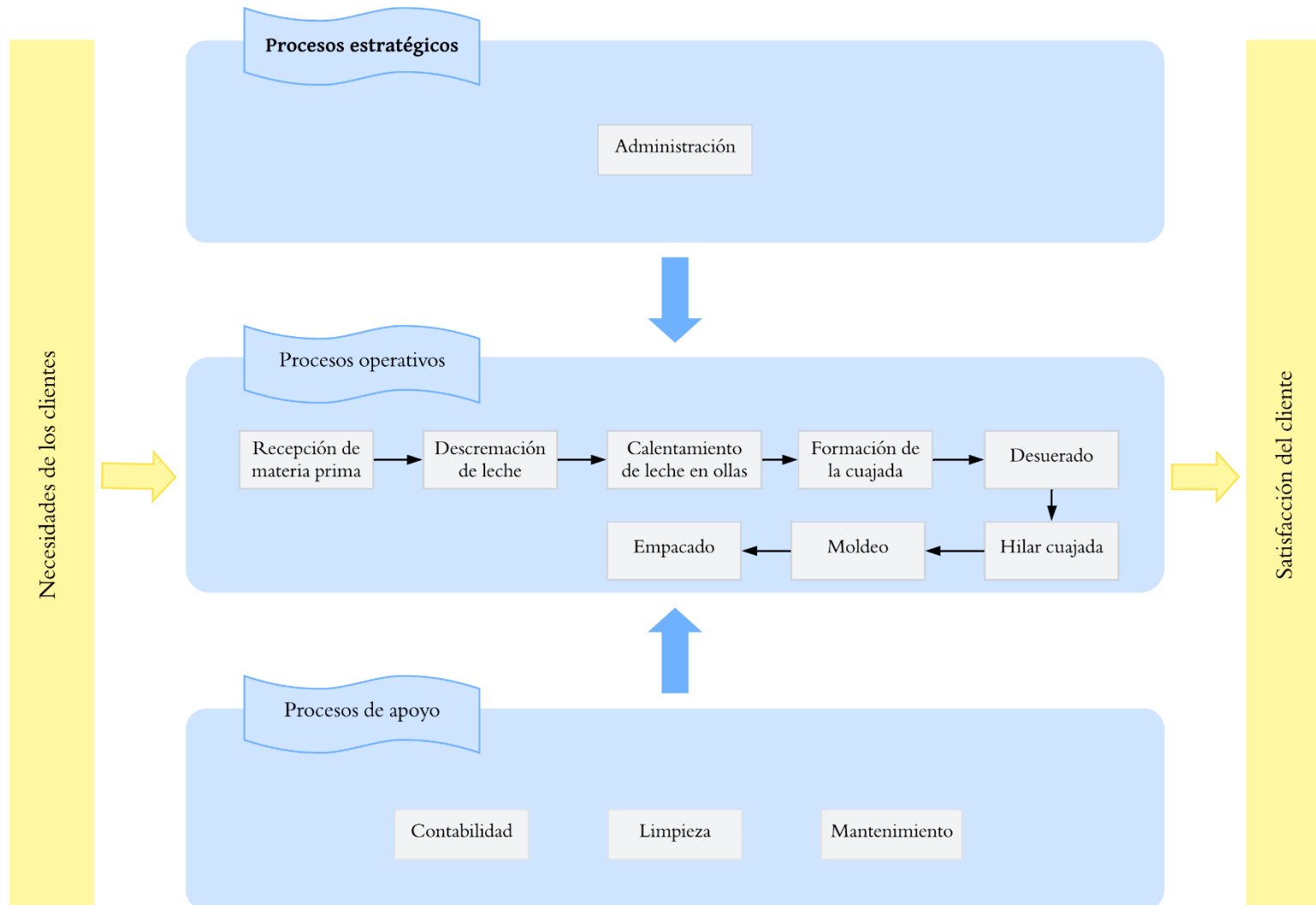




Figura 3. Mapa de procesos para la empresa de lácteos "El Enjambre"

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Manual de procesos	
Código: ELEJ-MP-QM-01	Versión: 1.0	Página: 8 de 32

Para la realización del manual de procedimientos para cada subproceso se designa un código de identificación que se presenta en la tabla 2.


Tabla 2. Código de procedimientos propuestos

Procedimiento	Código
Procedimiento propuesto para recepción de materia prima	ELEJ-MP-QM-R-01
Procedimiento propuesto para descremación de leche	ELEJ-MP-QM-D-01
Procedimiento propuesto para calentamiento de leche en ollas	ELEJ-MP-QM-C-01
Procedimiento propuesto para formación de la cuajada	ELEJ-MP-QM-F-01
Procedimiento propuesto para desuerado	ELEJ-MP-QM-D-01
Procedimiento propuesto para hilar cuajada	ELEJ-MP-QM-H-01
Procedimiento propuesto para moldeo	ELEJ-MP-QM-M-01
Procedimiento propuesto para empacado	ELEJ-MP-QM-E-01

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Recepción de materia prima	
Código: ELEJ-MP-QM-R-01	Versión: 1.0	Página: 9 de 32

PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA



	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Recepción de materia prima	
Código: ELEJ-MP-QM-R-01	Versión: 1.0	Página: 10 de 32

A. Objetivo

Recibir la leche cruda por parte de los proveedores en el área de recepción.

B. Alcance

El procedimiento está enfocado al operario que se encuentre en el área de recepción.

C. Responsables

La persona encargada de la recepción de materia prima será uno de los 6 operadores que se encuentren presente en el área de recepción; recibirá la leche cruda del camión del proveedor y la enviará al tanque de almacenamiento a través de la bomba de succión.

D. Glosario de términos

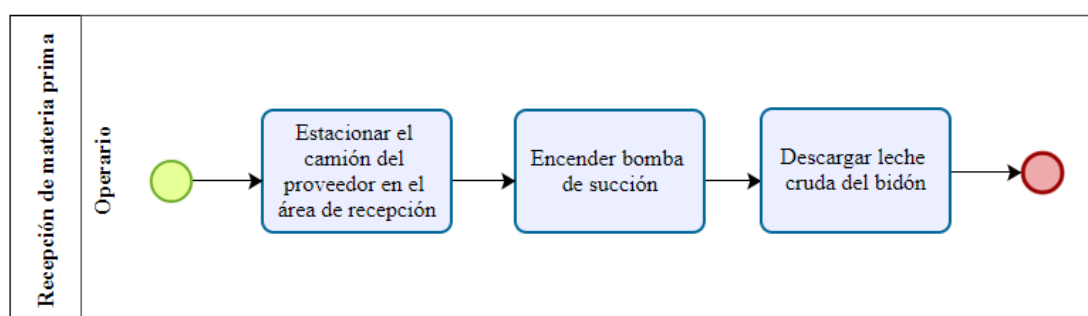
Término	Definición
Procedimiento	Método que describe la forma en la que se debe llevar a cabo una actividad en concreto.
Leche cruda	Leche de vaca, cabra u oveja que no ha sido sometida al proceso de pasteurización para eliminar microorganismos.
Bomba de succión	Máquina móvil pequeña que se encarga de extraer continuamente el líquido dentro de un tanque, recipiente, etc.

E. Descripción de actividades del procedimiento

N°	Actividad	Descripción
1	Estacionar el camión del proveedor en el área de recepción	El operario ayuda a estacionar el camión del proveedor para que la descarga de la materia prima sea más fácil.

Nº	Actividad	Descripción
2	Encender bomba de succión	Colocación de la manguera de la bomba de succión dentro del bidón e iniciar con la succión de la leche cruda.
3	Descargar leche cruda del bidón	La bomba de succión extrae la leche cruda del bidón y la envía al mismo tiempo al tanque de almacenamiento, cada proveedor entrega 300 litros de leche aproximadamente.

F. Diagrama de flujo del procedimiento




G. Indicadores

Nombre	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Porcentaje cumplimiento	$\frac{\text{Número de litros recibidos}}{\text{Número de litros recibidos planificados}} \times 100$	90-100%	Semanal	Gerente

H. Firmas de revisión y aprobación

Acciones	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Mireya Esparza	Investigador
Revisado por:	Ing. Edith Tubón	Docente Tutor
Aprobado por:	Sra. Alexandra López	Gerente

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Descremación de leche cruda	
Código: ELEJ-MP-QM-D-01	Versión: 1.0	Página: 13 de 32

A. Objetivo

Eliminar la grasa de la leche entera para obtener leche descremada y crema.

B. Alcance

El procedimiento está enfocado al operario encargado de la elaboración de queso mozzarella en el área de producción.

C. Responsables

La persona encargada del proceso de elaboración de queso mozzarella estará a cargo de este procedimiento.

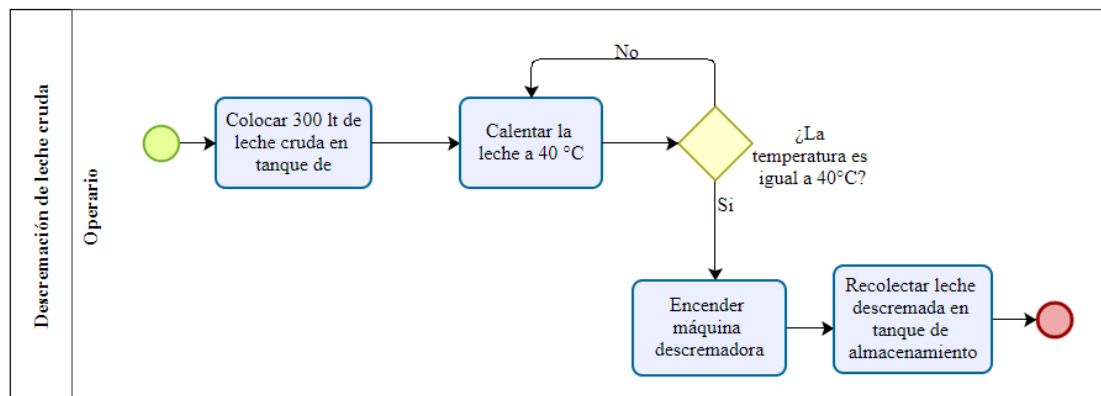
D. Glosario de términos

Término	Definición
Descremación	Proceso mediante el que se remueve la grasa de la leche
Máquina descremadora	Es un dispositivo que acelera la separación de la crema de la leche entera, obteniendo como resultado leche descremada y crema.
Leche descremada	También conocida como leche desnatada es aquella que se le ha removido la grasa.

E. Descripción de actividades del procedimiento

N°	Actividad	Descripción
1	Colocar 300 litros de leche cruda en tanque de calentamiento	Se añade 300 litros de leche cruda en el tanque de calentamiento para el proceso de descremación.
2	Calentar la leche a 40 °C	Una vez añadidos los 300 litros se enciende el tanque de calentamiento para calentar la leche hasta los 40 °C.
3	Encender máquina descremadora	Presionar el botón ON para que la máquina comience a dividir la crema y la leche descremada.
4	Recolectar leche descremada en tanque de almacenamiento	Abrir llave de la descremadora para que la leche descremada fluya hacia el tanque de almacenamiento.

F. Diagrama de flujo del procedimiento




G. Indicadores

Nombre	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Porcentaje de leche descremada	$\frac{\text{Número de litros de leche cruda}}{\text{Número de litros de leche descremada}} \times 100$	100%	Semanal	Área de producción

H. Firmas de revisión y aprobación

Acciones	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Mireya Esparza	Investigador
Revisado por:	Ing. Edith Tubón	Docente Tutor
Aprobado por:	Sra. Alexandra López	Gerente

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Calentamiento de leche en ollas	
Código: ELEJ-MP-QM-C-01	Versión: 1.0	Página: 16 de 32

A. Objetivo

Eliminar microorganismos de la leche y realizar la prueba de acidez a una muestra de leche.

B. Alcance

El procedimiento está enfocado al operario encargado de la elaboración de queso mozzarella en el área de producción.

C. Responsables

La persona encargada del proceso de elaboración de queso mozzarella estará a cargo de este procedimiento.

D. Glosario de términos

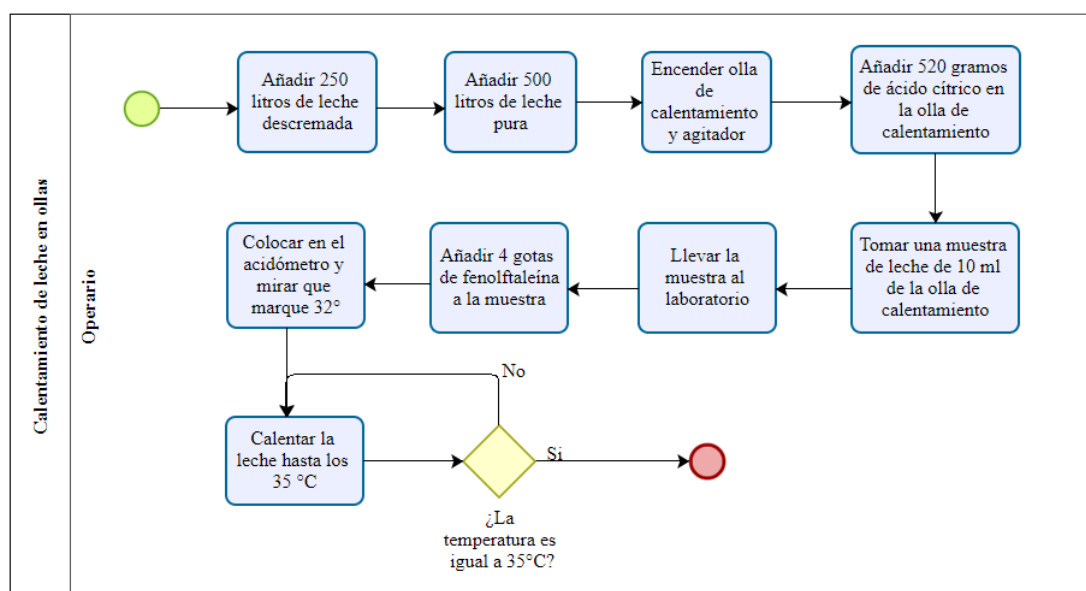
Término	Definición
Ácido cítrico	Es un ácido orgánico que actúa como conservador y antioxidante natural, es añadido industrialmente como aditivo alimentario para el procesado y envasado de alimentos.
Prueba de acidez	Permite conocer el grado de acidez o alcalinidad de un determinado alimento o bebida. Es importante para la obtención de un producto lácteo seguro.
Acidómetro	Instrumento de laboratorio usado para determinar la acidez de la leche, queso, suero de leche y demás derivados.
Fenolftaleína	Solución empleada como indicador en titulaciones de base de ácido. Es incolora en soluciones ácidas y color roja o rosa en soluciones básicas.

E. Descripción de actividades del procedimiento

N°	Actividad	Descripción
1	Añadir 250 litros de leche descremada	Con la ayuda de un balde 12 litros se traslada la leche descremada desde su tanque de almacenamiento hasta la olla de calentamiento.
2	Añadir 500 litros de leche pura	Una vez añadida la leche descremada se procede a abrir la llave conectada al tanque de almacenamiento de leche cruda, hasta que la olla de calentamiento se llene.
3	Encender olla de calentamiento y agitador	Presionar el botón ON para que el vapor fluya a través de la olla de calentamiento para calentar la leche, a la vez se enciende el agitador que ayuda a mezclar la leche.
4	Añadir 520 gramos de ácido cítrico en la olla de calentamiento	Es la cantidad adecuada que se debe añadir a la leche para el queso se pueda hilar.
5	Tomar una muestra de leche de 10 ml de la olla de calentamiento	La muestra es tomada con la ayuda de un vaso precipitado de 10 ml. La muestra obtenida es para realizar una prueba de acidez de la leche.
6	Llevar la muestra al laboratorio	La muestra debe ser trasladada con mucho cuidado hacia el laboratorio en donde se encuentran las herramientas pertinentes para realizar la prueba de acidez.
7	Añadir 4 gotas de fenolftaleína a la muestra	La solución de fenolftaleína permitirá a la muestra de leche que su color cambie.
8	Colocar en el acidómetro y mirar que marque 32°	Presionando el frasco de plástico del acidómetro dejar caer gota a gota la sosa N/9 sobre la leche, agitando la muestra al mismo tiempo. La muestra se torna color rosa al llegar a 32° de acidez, es en donde la prueba concluye.

N°	Actividad	Descripción
9	Calentar la leche hasta los 35 °C	Para que el proceso de calentamiento concluya, la leche debe llegar a los 35 °C que son observados en el termómetro que se encuentra incorporado en la olla de calentamiento. Una vez alcanzada la temperatura se debe presionar el botón OFF para apagar la olla de calentamiento y el agitador.

F. Diagrama de flujo del procedimiento




G. Indicadores

Nombre	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Porcentaje de leche calentada	$\frac{\text{Número de litros de leche}}{\text{Número de litros de leche calentados}} \times 100$	100%	Semanal	Área de producción

H. Firmas de revisión y aprobación

Acciones	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Mireya Esparza	Investigador
Revisado por:	Ing. Edith Tubón	Docente Tutor
Aprobado por:	Sra. Alexandra López	Gerente

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Formación de la cuajada	
Código: ELEJ-MP-QM-F-01	Versión: 1.0	Página: 20 de 32

A. Objetivo

Transformar la leche caliente en cuajada para ser usada en el proceso de hilar.

B. Alcance

El procedimiento está enfocado al operario encargado de la elaboración de queso mozzarella en el área de producción.

C. Responsables

La persona encargada del proceso de elaboración de queso mozzarella estará a cargo de este procedimiento.

D. Glosario de términos

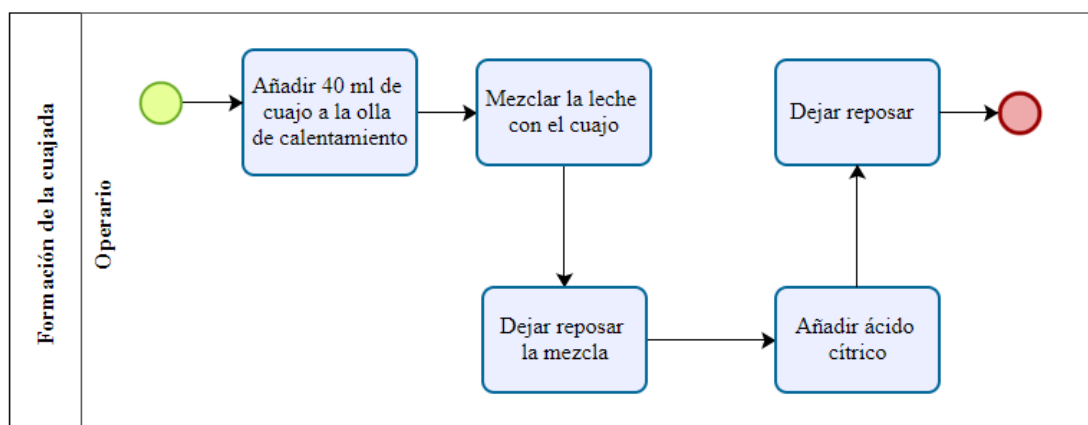
Término	Definición
Cuajo	Sustancia que contiene enzimas y se usa para coagular la caseína de la leche.
Cuajada	Es el producto obtenido a través de la coagulación de la leche ya sea de forma natural o provocada.

E. Descripción de actividades del procedimiento

N°	Actividad	Descripción
1	Añadir 40 ml de cuajo a la olla de calentamiento	Seleccionar el recipiente que contiene el cuajo y añadir en la probeta hasta completar los 40 ml. El cuajo debe ser añadido directamente en la olla de calentamiento.

N°	Actividad	Descripción
2	Mezclar la leche con el cuajo	Se debe mezclar la leche con el cuajo con la ayuda de una pala de acero inoxidable, realizando movimientos circulares y lentos a través de toda la olla.
3	Dejar reposar la mezcla	La mezcla debe permanecer en reposo sin generar ningún tipo de movimiento dentro de la olla, esto con la finalidad de que la leche se vaya coagulando.
4	Añadir ácido cítrico	Se debe añadir 20 gramos de ácido cítrico a la mezcla, se debe dispersar alrededor de toda la olla y no en un solo lugar.
5	Dejar reposar	Antes de dejar en reposo la mezcla se debe realizar movimientos circulares con la ayuda de la pala para que la mezcla pueda unirse con el ácido cítrico.

F. Diagrama de flujo del procedimiento




G. Indicadores

Nombre	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Porcentaje de cuajada	$\frac{\text{Cantidad de cuajada producida}}{\text{Cantidad de cuajada planificada}} \times 100$	90-100%	Diario	Área de producción

H. Firmas de revisión y aprobación

Acciones	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Mireya Esparza	Investigador
Revisado por:	Ing. Edith Tubón	Docente Tutor
Aprobado por:	Sra. Alexandra López	Gerente

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Desuerado	
Código: ELEJ-MP-QM-D-01	Versión: 1.0	Página: 23 de 32

A. Objetivo

Eliminar el suero que se encuentra presente en la cuajada.

B. Alcance

El procedimiento está enfocado al operario encargado de la elaboración de queso mozzarella en el área de producción.

C. Responsables

La persona encargada del proceso de elaboración de queso mozzarella estará a cargo de este procedimiento.

D. Glosario de términos

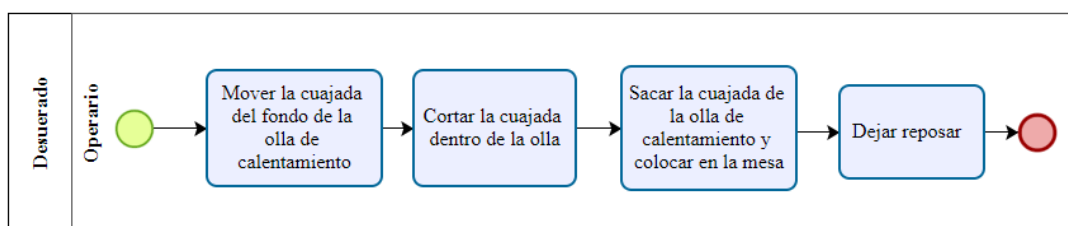
Término	Definición
Suero	Es la parte líquida que se obtiene durante la coagulación de la leche principalmente en la elaboración del queso.

E. Descripción de actividades del procedimiento

N°	Actividad	Descripción
1	Mover la cuajada del fondo de la olla de calentamiento	Colocarse guantes estériles y mover la cuajada del fondo de la olla de calentamiento con la ayuda de las manos.
2	Cortar la cuajada dentro de la olla	Con la ayuda de un cuchillo realizar cortes verticales en la cuajada para obtener trozos más pequeños.

N°	Actividad	Descripción
3	Sacar la cuajada de la olla de calentamiento y colocar en la mesa	Con la ayuda de una gaveta de plástico colocar la cuajada dentro de la misma y echar la cuajada sobre la mesa de acero inoxidable.
4	Dejar reposar	Acomodar los trozos de cuajada en toda el área de la mesa para que el suero pueda caer por gravedad ya que la mesa posee cierta inclinación.

F. Diagrama de flujo del procedimiento




G. Indicadores

Nombre	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Porcentaje de suero	$\frac{\text{Número de litros de suero}}{\text{Número de litros de leche calentada}} \times 100$	5-10%	Semanal	Área de producción

H. Firmas de revisión y aprobación

Acciones	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Mireya Esparza	Investigador
Revisado por:	Ing. Edith Tubón	Docente Tutor
Aprobado por:	Sra. Alexandra López	Gerente

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Hilar cuajada	
Código: ELEJ-MP-QM-H-01	Versión: 1.0	Página: 25 de 32

A. Objetivo

Estirar varias veces la cuajada hasta conseguir la masa del queso mozzarella.

B. Alcance

El procedimiento está enfocado al operario encargado de la elaboración de queso mozzarella en el área de producción.

C. Responsables

La persona encargada del proceso de elaboración de queso mozzarella estará a cargo de este procedimiento.

D. Glosario de términos

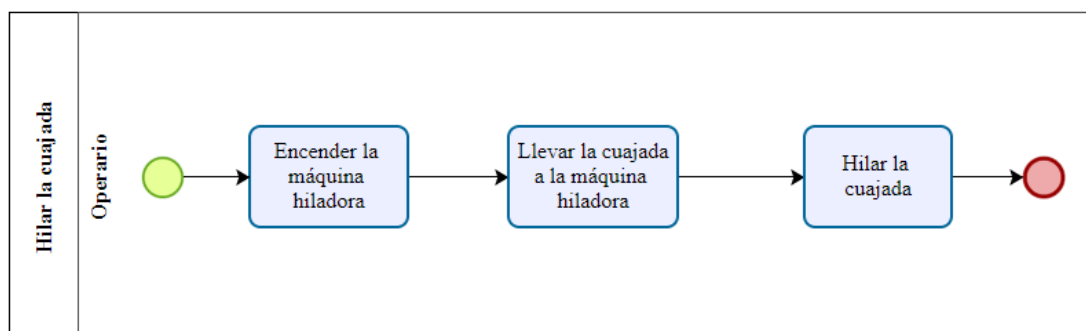
Término	Definición
Hilar queso	Consiste en un tratamiento térmico en el que se estira repetidas ocasiones a la cuajada caliente con el objetivo de fundir las proteínas y alinear las fibras.
Gaveta	Contenedor que facilita el acceso a su contenido, puede ser empleada para almacenar productos de diferentes tipos.

E. Descripción de actividades del procedimiento

N°	Actividad	Descripción
1	Encender la máquina hiladora	Presionar el botón ON para encender la máquina, a la vez abrir la llave de vapor durante 10 segundos, ubicada en la parte inferior de la máquina hiladora para que el vapor sea liberado.

N°	Actividad	Descripción
2	Llevar la cuajada a la máquina hiladora	Con la ayuda de una gaveta de plástico, colocar la cuajada en la misma y trasladarla hacia la máquina hiladora para proceder a echarla dentro de la máquina.
3	Hilar la cuajada	<p>Para iniciar a hilar la cuajada se debe ajustar la velocidad a 320 rpm en el panel de control de velocidad ubicado en la pared.</p> <p>Durante el proceso se debe agregar 1 kg de sal a la cuajada que se encuentra dentro de la máquina y durante el tiempo que dure el proceso de hilado se deben agregar de 7 a 8 cucharadas de ácido cítrico.</p> <p>A medida que la cuajada se vaya estirando es importante bajar la velocidad paulatinamente hasta llegar a los 280 rpm ya que caso contrario la masa se dañará.</p>

F. Diagrama de flujo del procedimiento




G. Indicadores

Nombre	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Porcentaje de masa obtenida	$\frac{\text{Cantidad de masa producida}}{\text{Cantidad de masa planificada}} \times 100$	95-100%	Semanal	Área de producción

H. Firmas de revisión y aprobación

Acciones	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Mireya Esparza	Investigador
Revisado por:	Ing. Edith Tubón	Docente Tutor
Aprobado por:	Sra. Alexandra López	Gerente

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Moldeo	
Código: ELEJ-MP-QM-M-01	Versión: 1.0	Página: 28 de 32

A. Objetivo

Colocar la masa de queso mozzarella en los moldes para que adapten la forma rectangular.

B. Alcance

El procedimiento está enfocado al operario encargado de la elaboración de queso mozzarella en el área de producción.

C. Responsables

La persona encargada del proceso de elaboración de queso mozzarella estará a cargo de este procedimiento.

D. Glosario de términos

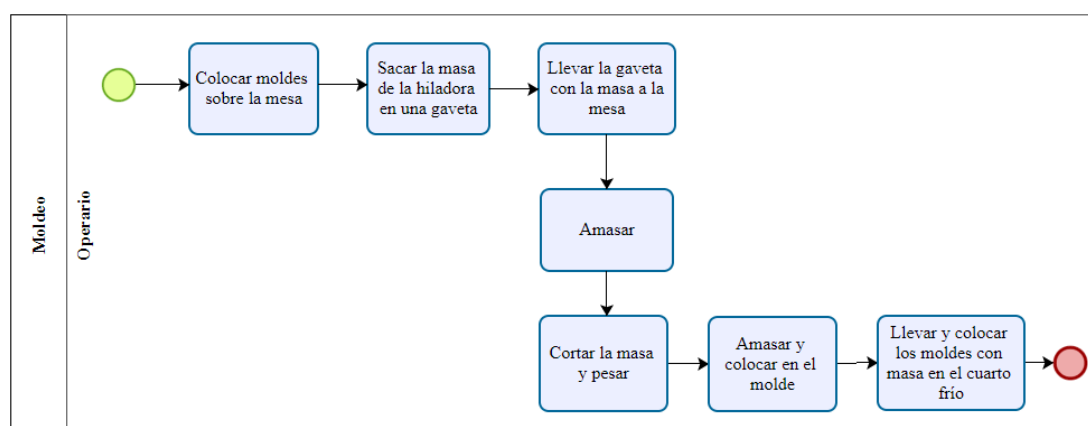
Término	Definición
Amasar	Consiste en manipular la mezcla con las manos y con presión para incorporar bien los ingredientes.

E. Descripción de actividades del procedimiento

N°	Actividad	Descripción
1	Colocar moldes sobre la mesa	Seleccionar 2 bandejas con moldes (cada bandeja contine 5 moldes) y colocarlos en un extremo de la mesa de acero inoxidable y acomodarlos.

N°	Actividad	Descripción
2	Sacar la masa de la hiladora en una gaveta	Girar el recipiente que contiene la masa y con la ayuda de una gaveta, colocar la masa en la misma hasta que esta quede llena.
3	Llevar la gaveta con la masa a la mesa	Con la ayuda de otra persona llevar la gaveta con la masa hacia la mesa de acero inoxidable y colocar la masa sobre la mesa.
4	Cortar la masa y pesar	Para iniciar con esta actividad se debe colocar guantes en las dos manos. A continuación, se debe sujetar el cuchillo con la mano derecha y con la ayuda de la mano izquierda sostener la masa y realizar el corte, a la vez colocar la masa sobre la balanza digital y observar que marque 5 libras.
5	Amasar y colocar en el molde	Con la ayuda de las manos moldear la masa y colocarla en el molde rectangular.
6	Llevar y colocar los moldes con masa en el cuarto frío	Llevar las bandejas con los moldes al cuarto frío y colocarlos de forma ordenada para que la masa pueda enfiarse adecuadamente.

F. Diagrama de flujo del procedimiento




G. Indicadores

Nombre	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Porcentaje unidades elaboradas	$\frac{\text{Número de moldes con masa elaborados}}{\text{Número de moldes con masa planificados}} \times 100$	100%	Diario	Área de producción

H. Firmas de revisión y aprobación

Acciones	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Mireya Esparza	Investigador
Revisado por:	Ing. Edith Tubón	Docente Tutor
Aprobado por:	Sra. Alexandra López	Gerente

	Empresa de lácteos “El Enjambre”	
	Empacado	
Código: ELEJ-MP-QM-E-01	Versión: 1.0	Página: 31 de 32

A. Objetivo

Empacar al vacío los quesos mozzarella con la funda membretada de la empresa.

B. Alcance

El procedimiento está enfocado al operario encargado de la elaboración de queso mozzarella en el área de producción.

C. Responsables

La persona encargada del proceso de elaboración de queso mozzarella estará a cargo de este procedimiento.

D. Glosario de términos

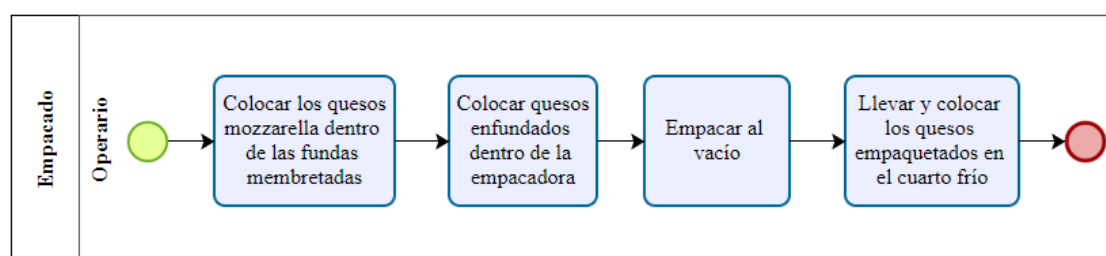
Término	Definición
Empacadora al vacío	Máquina que permite eliminar el aire presente en los espacios huecos de los envases, logrando cerrar de forma segura y hermética al contenido del envase.

E. Descripción de actividades del procedimiento

N°	Actividad	Descripción
1	Colocar los quesos mozzarella dentro de las fundas membretadas	Colocarse guantes, con la ayuda de las manos abrir la funda membretada y colocar dentro de la funda cada uno de los quesos.
2	Colocar quesos enfundados dentro de la empacadora	Acomodar dentro de la empacadora dos quesos, colocar los seguros laterales sobre el sobrante de las fundas.

N°	Actividad	Descripción
3	Empacar al vacío	Programar en la máquina 40 segundos, bajar la tapa de la empacadora y presionar el botón de iniciar.
4	Llevar y colocar los quesos empaquetados en el cuarto frío	Una vez que todos los quesos hayan sido empacados al vacío, colocarlos en una gaveta de forma ordenada y llevar la gaveta al cuarto frío. Colocar las gavetas con los quesos en el lugar designado para el producto terminado dentro del cuarto frío.

F. Diagrama de flujo del procedimiento



G. Indicadores

Nombre	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Porcentaje de quesos empacados al día	$\frac{\text{Número de quesos empacados}}{\text{Número de quesos en moldes}} \times 100$	100%	Diaria	Área de producción
Porcentaje de productos entregados	$\frac{\text{Número de quesos elaborados}}{\text{Número de unidades entregadas}} \times 100$	100%	Semanal	Área de producción

H. Firmas de revisión y aprobación

Acciones	Nombre	Cargo
Elaborado por:	Mireya Esparza	Investigador
Revisado por:	Ing. Edith Tubón	Docente Tutor
Aprobado por:	Sra. Alexandra López	Gerente

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante el uso del método ABC se logró identificar el producto de mayor demanda de la empresa de lácteos “El Enjambre”, en base a su histórico de ventas de los años 2019, 2020 y 2021 se calculó el valor promedio monetario de los tres años para cada producto, este valor permitió observar el porcentaje de demanda que representa para la empresa. Para cada una de las zonas (ABC) se consideró diferentes rangos de porcentajes, para la zona A se tomó en cuenta los valores dentro del rango de 0 a 80% considerando esta zona para los productos más vendidos, mientras que para la zona B y C se considerará a los productos con menor demanda, serán valores entre 80 a 95% y de 95 a 100% respectivamente; una vez clasificados los productos se obtuvo que la zona A abarca 2 de los 3 productos ofertados, en la zona B no se observó ningún producto ya que no se encontraban dentro del rango de 80 a 95% y la zona C representa un nivel de importancia secundario, situándose en esta zona el tercer producto ofertado. Finalmente, el producto lácteo seleccionado fue el queso mozzarella encontrándose en la categoría A con un porcentaje de consumo del 44,79%, siendo el más vendido en la empresa con un valor monetario de \$619 756,00 anuales.
- Con el desarrollo del estudio de tiempos y movimientos se obtuvo el tiempo estándar para cada uno de los subprocesos que conforman el proceso de elaboración del queso mozzarella. El tiempo de producción para el subproceso de recepción de materia prima es de 12,21 min, para la descremación de leche es de 50,92 min, para el calentamiento de leche en ollas y formación de la cuajada es de 23,92 min y 18,72 min respectivamente, los últimos cuatro subprocesos de: desuerado, hilar cuajada, moldeo y empacado poseen tiempos estándar de: 15,69 min, 76,91 min, 30,02 min y 55,60 min. La suma de los tiempos estándar de cada subproceso da como resultado el tiempo total de producción para un lote de quesos mozzarella, este valor es de 284,06 minutos, es decir, 4.73 horas. La capacidad de producción fue calculada con base en los tiempos estándar de cada subproceso y considerando el tiempo destinado a la producción de queso mozzarella dentro de las 8 horas de la

jornada laboral; se estableció al subproceso de hilar cuajada como el cuello de botella.

- Mediante la aplicación del balanceo de líneas se logró establecer dos estaciones de trabajo que disponen de un tiempo de 150 minutos/lote, mismos requeridos para producir dos lotes diarios. Se evidenció una mejora en la eficiencia del proceso productivo de 63,12% a 90,82%, es decir, un aumento del 27,70% y disminuyendo el tiempo inactivo a 27,55 minutos durante todo el proceso. Además, se estableció que se debe asignar un operario a cada estación, con lo que se obtiene la intervención de dos operarios para cumplir con la demanda. A través del software POM QM para Windows se logró ratificar los resultados obtenidos manualmente.
- Para mejorar el cuello de botella se suprimió y combinó actividades que ayudaron a reducir el tiempo en el subproceso de hilar la cuajada, sin embargo, no se pudo reducir en un mayor porcentaje debido a que el tiempo que debe pasar estirándose el queso es extenso y necesario para que adquiera la consistencia que lo caracteriza, ya que si la velocidad de la máquina aumentara para disminuir el tiempo de trabajo provocaría defectos en la consistencia del queso, generando pérdidas económicas y de material. Mediante la aplicación del balanceo de líneas se logró equilibrar las cargas de trabajo, ayudando de esta forma a que el proceso productivo fluya de forma continua, disminuyendo estancamientos en el cuello de botella y mejorando la productividad al mismo tiempo.
- El manual de procedimientos fue elaborado con base a los cursogramas analíticos propuestos, donde se suprimió o combinó actividades que no agregaban valor. Con el uso del manual de procedimientos se busca estandarizar los procesos de trabajo para la elaboración del queso mozzarella, en donde se detalló de forma sistemática las actividades a realizar en cada uno de los subprocesos para mejorar el método de trabajo, minimizando los errores por desconocimiento del personal y, por ende, mejorar la productividad y el proceso productivo de la empresa.
- Mediante el cálculo de la productividad del método actual y el método propuesto se obtuvo como resultados un incremento en la productividad por lote de 0,21 a 0,24 lotes/hora, evidenciando un crecimiento del 52,0%; mientras que, en la

productividad por horas – hombre se obtuvo un aumento de 2,54 a 7,93 uds/h-h, representando una mejora del 68,0%. Demostrando que es factible implementar las propuestas de mejora planteadas en la empresa de lácteos “El Enjambre”.

4.2 Recomendaciones

- Establecer los criterios de clasificación acorde a las necesidades que se requiera para el análisis ABC, es importante el uso de un software de cálculo como Microsoft Excel que facilite los cálculos como: el promedio de demanda anual, valorización de cada producto, porcentaje de consumo y criterios pertinentes para clasificar a los productos en las zonas establecidas.
- Para realizar la medición de tiempos es importante establecer puntos de quiebre en cada una de las actividades ya que esto facilitará la toma de tiempos de cada tarea y evitar lo más posibles errores en la medición con el cronómetro. Se recomienda emplear equipos calibrados como: cronómetro y cinta métrica para que las mediciones realizadas sean correctas y fiables, además el uso de formatos que facilite el registro de tiempos. Se debe tratar de intervenir lo menos posibles en las actividades que los operarios estén desarrollando.
- El cálculo de la capacidad de producción puede ser usada como base para planificar la producción o a su vez tomada en cuenta como apoyo para la toma de decisiones.
- Para corroborar los cálculos obtenidos de forma manual en el balanceo de líneas es importante el uso de un software, ya sea para comprobar los resultados o para corregirlos; es importante seleccionar la regla de asignación de tareas que más beneficie al tipo de proceso productivo que se esté analizando.
- Utilizar el manual de procedimientos realizado para guiar o capacitar a los operarios en el desarrollo correcto de las actividades, para evitar errores y que el documento pueda estar al alcance de todo aquel que lo necesite ya sea de forma física o digital.
- Para conseguir una mayor mejora en el proceso productivo se recomienda aplicar herramientas de manufactura esbelta como, por ejemplo: 5S, Smed, Kanban, entre otras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] K. L. Bravo-Arroyo, J. Menéndez-Dávila, and F. Peñaherrera-Larenas, “Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas,” *Obs. la Econ. Latinoam.*, p. 14, 2018.
- [2] A. G. Alfaro Pacheco and R. K. Moore Torres, “Estudio de tiempos como base para trazar estrategias orientadas al incremento de la eficiencia del proceso de batido de una planta de producción de helados,” *Ind. Data*, vol. 23, no. 1, pp. 113–126, Oct. 2020, doi: 10.15381/IDATA.V23I1.16651.
- [3] N. E. Velasteguí, “Cadena productiva del sector lechero en la provincia de Tungurahua, cantón Píllaro: Un estudio socio-económico de la producción de la leche cruda,” Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera Economía, 2019.
- [4] J. Muñoz Cando, “Estandarización y estudio de tiempos para el mejoramiento del proceso productivo en la industria láctea Inladec,” Universidad Técnica de ambato, Ambato, 2020.
- [5] B. R. Maizancho, “Mejoramiento del proceso de producción de quesos en la empresa lácteos ‘La Esencia’ mediante herramientas de manufactura esbelta,” Universidad Técnica de Ambato, 2021.
- [6] BID, *La política de innovación en América Latina y el Caribe: Nuevos caminos*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo, 2016.
- [7] Ministerio de Agricultura y Ganadería, “‘Ecuador se Nutre de Leche’ y el sector lácteo se fortalece con apoyo del Gobierno Nacional – Ministerio de Agricultura y Ganadería,” 2020. <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-nutre-de-leche-y-el-sector-lacteo-se-fortalece-con-apoyo-del-gobierno-nacional/>
- [8] G. Grimaldo, D. Moreno, M. Salamanca, G. E. G. León, D. C. M. Castillo, and M. C. S. Molano, “Medición del trabajo de una línea de producción de yogurt - empresa La Hacienda Productos Alimenticios,” *I3+*, vol. 2, no. 2, pp. 62–81, Aug. 2015, doi: 10.24267/23462329.112.
- [9] Z. Wahid, M. R. C. Daud, and K. Ahmad, “Study of productivity improvement of manual operations in soya sauce factory,” *IIUM Eng. J.*, vol. 21, no. 1, pp. 202–211, 2020, doi: 10.31436/IIUMEJ.V21I1.1237.
- [10] A. Muñoz, “ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD,” *Redalyc*, vol. 5, no. 17, Jan. 2021.
- [11] C. Cuevas Arteaga *et al.*, “Importancia de un estudio de tiempos y movimientos,” *Inven. la génesis la Cult. Univ. en Morelos, ISSN-e 2448-9026, Vol. 16, N°. 39, 2020*, vol. 16, no. 39, p. 7, 2020, doi: 10.30973/inventio/2020.16.39/7.
- [12] K. A. Constante Paredes, “Mejora en la línea de producción de quesos en la

empresa productos lácteos San José basada en tiempos y movimientos,” Universidad Técnica de Ambato, 2022.

- [13] P. R. Alcocer Quinteros, M. Paredes Loayza, P. Proaño Molina, and L. Baque Mite, “Mejoramiento de la línea de producción de la pequeña empresa lácteos; caso práctico del Cantón Mejía de Ecuador,” *J. Bus. Entrep. Stud. JBES, ISSN-e 2576-0971, Vol. 4, N° 3, 2020 (Ejemplar Dedic. a Oct. - Diciembre), págs. 103-116*, vol. 4, no. 3, pp. 103–116, 2020, doi: 10.37956/jbes.v4i2.69.
- [14] T. N. Medina Santamaría, “Determinación del tiempo estándar para el proceso productivo en la planta de procesamiento de productos cárnicos y lácteos ‘el Penipeño,’” Universidad Nacional de Chimborazo, 2017.
- [15] Z. C. Vásquez Esquivel, “Aplicación del estudio de tiempos para incrementar la productividad en el área de producción de quesos de la empresa productos lácteos Zamael, Ancash, 2018,” Universidad César Vallejo, 2018.
- [16] J. Marcalla and J. Tenorio, “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, 2018.
- [17] M. G. R. Guerra, “Estudio de Tiempos y Movimientos de la Línea de Producción de Queso Asadero de la Empresa ‘Lácteos Fátima,’” *JÓVENES EN LA Cienc.*, vol. 6, 2019.
- [18] A. P. Añorga González, A. J. Becerra Iparraguirre, S. E. González Velásquez, D. Patiño Botton, M. Vereau Grados, and M. R. Castillo Cabrera, “Diseño de un sistema abc, estudio de tiempos y movimientos con sistema de incentivos, celdas de manufactura, manual de procedimientos y kardex para la reducción de costos en una empresa de derivados lácteos,” *Rev. Científica Ing. Ciencia, Tecnol. e Innovación, ISSN-e 2313-1926, Vol. 8, N° 1, 2021, págs. 165-178*, vol. 8, no. 1, pp. 165–178, 2021.
- [19] G. R. Henríquez Fuentes, D. A. Cardona, J. A. Rada Llanos, and N. R. Robles, “Medición de tiempos en un sistema de distribución bajo un estudio de métodos y tiempos,” *Inf. tecnológica, ISSN 0716-8756, ISSN-e 0718-0764, Vol. 29, N° 6, 2018, págs. 277-286*, vol. 29, no. 6, pp. 277–286, 2018, doi: 10.4067/S0718-07642018000600277.
- [20] K. Montaña Silva *et al.*, “Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonoreño,” *Estud. Soc. Rev. Aliment. Contemp. y Desarro. Reg.*, vol. 28, no. 52, pp. 0–0, Jun. 2018, doi: 10.24836/ES.V28I52.579.
- [21] Y. Yomira, S. Ramírez, R. Margarita, and Q. Castellares, “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera,” *INGnosis*, vol. 4, no. 1, pp. 64–77, Jun. 2018, doi: 10.18050/INGNOSIS.V4I1.1576.
- [22] R. García Criollo, *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, Segunda Ed. McGraw-Hill, 2005.

- [23] G. Kanawaty, *Introducción Al Estudio Del Trabajo*, 4th ed. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996.
- [24] M. Cuásquer and A. L. Moreno, “Estudio sobre los diagramas de flujo en la resolución de problemas matemáticos,” *Dialnet*, vol. 39, p. 11, 2021.
- [25] J. Ramonet, “Análisis y diseño de procesos empresariales.” BCN, México, 2013.
- [26] A. Bocángel Weydert *et al.*, *INGENIERIA INDUSTRIAL-INGENIERÍA DE MÉTODOS I*, Primera. Lima: Huánuco, 2021.
- [27] C. Janania Abraham, *Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de metodos*. México: LIMUSA, 2008.
- [28] A. Sánchez, C. Fontanilla, and M. Mosquera, “Métodos para el desarrollo de estudios de tiempos y movimientos para labores de cultivo en palma de aceite: cosecha,” *Fedepalma*, 2021.
- [29] F. E. Meyers, *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*, Segunda. México: Pearson Educación, 2000.
- [30] B. Niebel, *Ingeniería Industrial Métodos Estándares y Diseño del Trabajo*, Duodécima. México: McGraw-Hill, 2009.
- [31] Westreicher Guillermo, “Proceso - Qué es, definición y concepto,” *Economipedia*, 2020. <https://economipedia.com/definiciones/proceso.html>
- [32] R. Jacobs and R. Chase, *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*, Octava Edi. McGraw-Hill, 2009.
- [33] J. Heizer and B. Render, *Principios De Administración De Operaciones*, Séptima. México: Pearson Educación, 2009.
- [34] P. Claves, R. Macías Acosta, A. León Resendiz, C. Iadyra, and L. Lozano, “Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana,” *RAN Rev. Acad. & Negocios*, ISSN-e 0719-6245, ISSN 0719-7713, Vol. 4, N^o. 2, 2019, págs. 83-94, vol. 4, no. 2, pp. 83–94, 2019.
- [35] L. Krajewski, L. Ritzman, and M. Malhotra, *Administración de Operaciones. Procesos y cadena de valor*, Octava., vol. 11, no. 3. México, 2008. doi: 10.4067/S0718-50062018000300001.
- [36] M. E. Vivanco, “Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización,” *Rev. Univ. y Soc.*, vol. 9, no. 3, pp. 247–252, 2017.
- [37] J. E. Naranjo, D. G. Sanchez, A. Robalino-Lopez, P. Robalino-Lopez, A. Alarcon-Ortiz, and M. V. Garcia, “A scoping review on virtual reality-based industrial training,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 22, pp. 1–31, 2020, doi: 10.3390/app10228224.

- [38] J. O. Lozada, “Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria,” *CienciAmérica Rev. Divulg. científica la Univ. Tecnológica Indoamérica*, ISSN-e 1390-9592, Vol. 3, N°. 1, 2014, págs. 47-50, vol. 3, no. 1, pp. 47–50, 2014.
- [39] P. López, “POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO,” *Scielo*, vol. 09, no. 08, 2004.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de trabajos seleccionados Metodología Prisma

Código	Título	Base de datos	Año	Punto de vista	Autores	Objetivo
P1	Medición de tiempos en un sistema de distribución bajo un estudio de métodos y tiempos	Dialnet	2018	VP2	Gustavo R. Henríquez Fuentes; Diego A. Cardona; Jesús A. Rada Llanos; Nilka R. Robles.	El artículo se centra en el diseño de una herramienta que permita la medición de tiempos con el objetivo de mejorar el sistema de distribución.
P2	Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas	Eumed	2018	VP2	Katherine Lissette Bravo Arroyo; Jessica Menéndez Dávila; Fabian Peñaherrera-Larenas	El estudio de tiempos es uno de los métodos más usados a través de la observación directa, permite conocer el tiempo de trabajo dentro del proceso productivo ya sea de un bien o producto.
P3	Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonoreense	Scielo	2018	VP2	Karen Montaña Silva; Juan Martín Preciado Rodríguez; Jesús Martín Robles Parra; Luis Israel Chávez Guzmán.	La metodología del estudio de los métodos de trabajo representa una alternativa positiva para el incremento de la productividad y conocer el tiempo que invierte cada operador.
P4	Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera	Ingnofis	2018	VP1	Yasuri Yomira Su Ramírez; Ruth Margarita Quiliche Castellares.	El estudio expuso la implementación de un nuevo método de trabajo que logró reducir demoras e incrementar la productividad.
P5	Estudio de mejora de la productividad de operaciones manuales en fábrica de salsa de soja	Scopus	2020	VP1	Wahid Zaharah; Daud Mohd Radzi Che; Ahmad Kartini.	Se demostró que el estudio de trabajo implementado en pequeñas empresas del área alimentaria mejoró la productividad, a través de la identificación de cuellos de botella y el tiempo de inactividad en la fábrica.
P6	Importancia de un estudio de tiempos y movimientos	Dialnet	2020	VP2	Cecilia Cuevas Arteaga; Yoshi Ángel González Montenegro; María del Carmen Torres Salazar; Ma. Guadalupe Valladares Cisneros.	El estudio presenta estrategias que hacen más eficiente un proceso o actividad a través de factores que muestra el estudio de tiempos y movimientos.
P7	Estudio de tiempos como base para trazar estrategias orientadas al incremento de la eficiencia del proceso de batido de una planta de producción de helados	Redalyc	2020	VP3	André Gianfranco Alfaro Pacheco; Rosa Karol Moore Torres.	Al analizar los tiempos del proceso de batido que representa el 80% de las ventas, se logró hallar los cuellos de botella e instaurar estrategias que minimicen los tiempos.

Código	Título	Base de datos	Año	Punto de vista	Autores	Objetivo
P8	Diseño de un sistema ABC, estudio de tiempos y movimientos con sistema de incentivos, celdas de manufactura, manual de procedimientos y Kardex para la reducción de costos en una empresa de derivados lácteos	Dialnet	2021	VP3	Ana Añorga González; Andrés Becerra Iparraguirre; Sergio González Velásquez; Daniela Patiño Botton; Maria Vereau Grados; Rafael Castillo Cabrera.	Presenta la aplicación de varias herramientas de ingeniería entre ellas el estudio de tiempos y movimientos, en una empresa de derivados lácteos; permitiendo una mejor organización, reducción de tiempos e inspecciones.
P9	Estudio de tiempos y su relación con la productividad	Redalyc	2021	VP1	Angie Mabel Muñoz Choque.	El presente estudio examinó los factores que afectan la productividad con base en el estudio de tiempos obteniendo como resultado la reducción de tiempos improductivos y establecer acciones para elevar la productividad.
P10	Introducción Al Estudio Del Trabajo	Otras fuentes	1996	VP2	George Kanawaty.	El libro presenta técnicas para el examen sistemático de los métodos para realizar actividades.
P11	Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil	Otras fuentes	2000	VP2	Fred Meyers	El libro tiene como finalidad exponer técnicas y procedimientos para llevarse a cabo el estudio de tiempos y movimientos.
P12	Población muestra y muestreo	Otras fuentes	2004	VP2	Pedro Luis López	Definiciones de población y muestra.
P13	Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo	Otras fuentes	2005	VP2	Roberto García Criollo.	Es de suma importancia conocer los métodos que proporcionan un mejoramiento comprobado de la productividad de compañías de manufactura, de proceso y de servicio.
P14	Manual de Tiempos y Movimientos Ingeniería de Métodos	Otras fuentes	2008	VP2	Camilo Janania Abraham	El libro trata sobre temas específicos acerca de tiempos y movimientos.
P15	Administración de operaciones. Procesos y cadena de valor	Otras fuentes	2008	VP2	Lee Krajewski, Larry Ritzman, Manoj Malhotra	Proceso y definiciones del balanceo de líneas.
P16	Ingeniería Industrial Métodos Estándares y Diseño del Trabajo	Otras fuentes	2009	VP2	Benjamin Niebels; Andris Freidvals.	El libro describe los métodos ingenieriles para medir, analizar y diseñar el trabajo manual.
P17	Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros	Otras fuentes	2009	VP2	Jacobs Robert; Chase Richard.	Definición de proceso productivo y balanceo de líneas.
P18	Principios De Administración De Operaciones	Otras fuentes	2009	VP2	Jay Heizer; Render Barry.	Capacidad de producción.
P19	Análisis y diseño de procesos empresariales	Otras fuentes	2013	VP2	Jaume Ramone.	Importancia y simbología del diagrama de flujo.
P20	Investigación Aplicada	Otras fuentes	2014	VP2	José Lozada	La investigación aplicada tiene como finalidad resolver un problema con base en los conocimientos para su aplicación.

Código	Título	Base de datos	Año	Punto de vista	Autores	Objetivo
P21	Medición del trabajo de una línea de producción de yogurt - empresa La Hacienda Productos Alimenticios	Otras fuentes	2015	VP3	Gloria Elizabeth Grimaldo León; Denis Carolina Moreno Castillo; María Camila Salamanca Molano.	Los autores exponen que, al implementar el estudio de tiempos y movimientos por primera vez, se logró establecer que el tiempo estándar para procesar 550 litros de leche es de 601,32 minutos. Además, se identificó que el cuello de botella del sistema corresponde a la estación de Preparación del yogurt que con un tiempo estándar de 391,19 minutos consume la mayor parte del tiempo de ciclo.
P22	La política de innovación en América Latina y el Caribe: Nuevos caminos	Otras fuentes	2016	VP2	Juan Carlos Navarro; Jocelyn Olivari.	Este libro refleja el paso de la política de innovación en América Latina y el Caribe (ALC) hacia una etapa de creciente sofisticación y de mayor impacto sobre el desarrollo.
P23	Determinación del tiempo estándar para el proceso productivo en la planta de procesamiento de productos cárnicos y lácteos “el Penipeño”	Otras fuentes	2017	VP3	Talía Noemí Medina Santamaría.	La determinación del tiempo estándar permitió eliminar los tiempos muertos de la planta de procesamiento ayudando a la misma a tener mayor competitividad en el mercado.
P24	Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización	Otras fuentes	2017	VP2	María Eugenia Vivanco Vergara	Presenta la importancia del manual de procedimientos.
P25	Aplicación del estudio de tiempos para incrementar la productividad en el área de producción de quesos de la empresa productos lácteos Zamael, Ancash, 2018	Otras fuentes	2018	VP3	Vásquez Esquivel Zamael Coribio.	Se realizó el estudio de tiempos de las actividades y de las holguras del antes y después de las mejoras los cuales fueron analizados y procesados obteniendo un incremento de productividad de 63.18%
P26	Estudio del proceso de fabricación del yogurt para la optimización de tiempos y movimientos en la empresa de productos lácteos “Leito”	Otras fuentes	2018	VP3	Marcalla Tuso Jonathan David; Tenorio Almache Julio César.	Con el estudio de tiempos y movimientos la empresa pudo ser más productiva y a la vez fue posible resolver problemas relacionados con los procesos de producción.
P27	Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana	Otras fuentes	2019	VP2	Ruben Macías Acosta; Antonio León Resendiz; Cintya Iadyra Limón Lozano.	Pasos para llevar a cabo el análisis ABC.
P28	Cadena productiva del sector lechero en la provincia de Tungurahua, cantón Pillaro: Un estudio socio-económico de la producción de la leche cruda	Otras fuentes	2019	VP3	Velasteguí Ortiz Norma Elizabeth.	El autor se centra en el análisis de la relación que existe entre la cadena productiva y el desarrollo socio-económico de los productores de leche cruda ubicado en el cantón Pillaro.
P29	Estudio de Tiempos y Movimientos de la Línea de Producción de Queso Asadero de la Empresa “Lácteos Fátima”	Otras fuentes	2019	VP3	María Guadalupe Ríos Guerra.	Se realizó el estudio en la línea de producción de lácteos con la finalidad de estandarizar su proceso de producción y mejorar la calidad del producto.
P30	Estandarización y estudio de tiempos para el mejoramiento del proceso productivo en la industria láctea INLADEC	Otras fuentes	2020	VP3	Jenny Muñoz Cando.	El desarrollo del estudio de tiempos dio como resultado que se puede conseguir una mejora del 4.5 por ciento dentro del proceso productivo.
P31	“Ecuador se Nutre de Leche” y el sector lácteo se fortalece con apoyo del Gobierno Nacional – Ministerio de Agricultura y Ganadería	Otras fuentes	2020	VP2	Ministerio de Agricultura y Ganadería	Describe la importancia del sector lácteo para el país y datos relevantes de dicho sector.

Código	Título	Base de datos	Año	Punto de vista	Autores	Objetivo
P32	Mejoramiento de la línea de producción de la pequeña empresa lácteos; caso práctico del Cantón Mejía de Ecuador	Otras fuentes	2020	VP3	Patricio Rubén Alcocer Quinteros; Mirella Paredes Loayza; Paola Proaño Molina; Leonardo Baque Mite.	El presente artículo trata del mejoramiento la línea de producción de la pequeña empresa de lácteos, desde la obtención de la materia prima hasta el producto.
P33	Proceso	Otras fuentes	2020	VP2	Guillermo Westreicher	Definición de proceso.
P34	Una Revisión del Alcance de la Formación Industrial Basada en la Realidad Virtual	Otras fuentes	2020	VP2	José Naranjo, Diego Sánchez, Ángel Robalino, Paola Robalino, Andrea Alarcón, Marcelo V. García.	Metodología prisma
P35	Mejoramiento del proceso de producción de quesos en la empresa Lácteos La Esencia mediante herramientas de manufactura esbelta	Otras fuentes	2021	VP3	Maizancho Andrango Byron Roberto.	El estudio de tiempos se redujo considerablemente el tiempo inactivo o de espera de 143,60 a 17,88 minutos por lote lo que provocó un aumento en su capacidad de producción de 6 a 7 lotes diarios considerando que cada lote consta de 140 quesos.
P36	Estudio sobre los diagramas de flujo en la resolución de problemas matemáticos	Otras fuentes	2021	VP2	Maribel Cuásquer Viveros; Ana Lucía Moreno Cortés.	Los diagramas de flujo representan una herramienta facilitadora para la comprensión de contenidos de cualquier índole.
P37	Ingeniería Industrial – Ingeniería de Métodos I	Otras fuentes	2021	VP2	Bocángel Weydert Guillermo; Rosas Echeverría César; Bocángel Marín Guillermo; Perales Flores Roberto; Hilario Cardenas Jorge.	La aplicación de las herramientas de la ingeniería de métodos es de gran ayuda para la organización ya que permite incrementar su productividad reduciendo los costos y así aumentar su rentabilidad.
P38	Métodos para el desarrollo de estudios de tiempos y movimientos para labores de cultivo en palma de aceite: cosecha.	Otras fuentes	2021	VP1	Sánchez Andrés; Fontanilla Carlos; Mosquera Mauricio.	Se identifican dos instrumentos de análisis denominados estudio de métodos y medición del trabajo.
P39	Mejora en la línea de producción de quesos en la empresa productos lácteos San José basada en tiempos y movimientos	Otras fuentes	2022	VP3	Constante Paredes Katherine Abigail.	El desarrollo de un estudio de tiempos y movimientos en una empresa industrial es parte esencial para el mejoramiento de una línea de producción debido a la posibilidad de estandarizar procesos.

Anexo 2: Certificado de calibración de cronómetro



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CC-5270-002-22



Cliente: <i>Customer</i>	MIREYA ABIGAIL ESPARZA HUACHI	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	AV. LOS ANDES Y CAYAMBE	
Teléfono: <i>Phone Number</i>	093 977 7701	
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Mireya Abigail Esparza Huachi	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Objeto: <i>Item</i>	CRONÓMETRO 	This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)
Marca: <i>Manufacturer</i>	ELICROM	
Modelo: <i>Model</i>	PS532	In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
No. de Serie⁽¹⁾: <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	
Identificación: <i>Identification</i>	E-27913	
Ubicación del Objeto⁽¹⁾: <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2022-09-24	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2022-09-24	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	Alex Bajaña	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2022-09-26
Person authorizing / Date of Issue

Gerente Técnico

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022-09-26 10:34:30



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CC-5270-002-22



Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k, which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%

Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación <i>ID Number</i>	Nombre <i>Name</i>	Marca <i>Manufacturer</i>	Modelo <i>Model</i>	No. de Serie <i>Serial Number</i>	Vence Cal. <i>Due Date</i>	N° Certificado <i>N° Certificate</i>
EL.PC.046	CRONÓMETRO PATRÓN	CASIO	HS-80TW	606Q11R	2023-05-25	LTF - C - 067 - 2021
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2023-03-30	CC-1187-005-22



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CC-5270-002-22



Calibración

Calibration

Intervalo de Medición ⁽²⁾ : <i>Measurement Range</i>	9 h 59 min 59,99 s
División de Escala: <i>Scale Interval</i>	0,01
Lugar de Calibración: <i>Calibration Site</i>	Laboratorio De Eléctrica Y Óptica (Elicrom)
Método de Calibración: <i>Calibration Method</i>	Comparación Directa Con Cronómetro Patrón
Documento de Referencia: <i>Reference Document</i>	CEM TF-003:2000 (Edición 0)
Procedimiento de Calibración: <i>Calibration Procedure</i>	PEC.EL.06
Condiciones Ambientales: <i>Environmental Conditions</i>	Temperatura del Aire 23,0 °C ± 0,3 °C <i>Air Temperature</i> Humedad Relativa del Aire 56,6 %hr ± 1,9 %hr <i>Air Relative Humidity</i>

Observaciones:

Observations

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).

⁽¹⁾ Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

⁽²⁾ Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del INACAL (Instituto Nacional de Calidad – Perú) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through INACAL (National Quality Institute – Peru) or other National Metrology Institutes (NMIs).



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CC-5270-002-22



Resultados de la Calibración

Calibration Results

Valor de Prueba <i>Test Value</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Indicación Patrón <i>Standard Reading</i>	Error de Medición (e) <i>Measurement Error (e)</i>	Incertidumbre (U) <i>Uncertainty (U)</i>	Factor de Cobertura (k) <i>Coverage factor</i>
h	s	s	s	s	
0,5	1800,42	1800,4164	0,0036	0,0063	2,01
1	3600,56	3600,5558	0,0042	0,0063	2,01
2	7200,93	7200,9235	0,0065	0,0064	2,01
5	18000,87	18000,8618	0,0082	0,0067	2,01
9	32400,76	32400,7488	0,0112	0,0073	2,01

Nota



Note

La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

The standard reading and measurement error (best estimate of the true value) are shown to the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).

FO.PEC.06-02 Rev. 08

Anexo 3: Formato para la toma de tiempos

		EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL ENJAMBRE"														
		ESTUDIO DE TIEMPOS														
Área:						Subproceso										
Producto:						Equipo:						Materia prima:				
Operario:		<u>Hombre</u> / Mujer				Nombre operario:						Estudio #:				
Elaborado por:						Revisado por:						Hora:				
N°		Ciclos (min)										Resumen				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	FD	TN	S	TS
1	TC															
	TO															
2	TC															
	TO															
3	TC															
	TO															
4	TC															
	TO															
Total																
<p>Nota: TC= Tiempo cronometrado, TO= Tiempo observado, TP= Tiempo promedio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo Normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar</p>																