



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

ESTANDARIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO CON LA TÉCNICA SMED EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ASOCOLESIG

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

Autores:

Cisneros Pilatasig Xavier Alejandro

Vega Chusin Atahualpa Fernando

Tutor:

Ing. Tello Cóndor Ángel Marcelo, MSc.

Latacunga – Ecuador

Marzo 2024

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA



DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Los postulantes, **CISNEROS PILATASIG XAVIER ALEJANDRO** y **VEGA CHUSIN ATAHUALPA FERNANDO** declaran ser autores del presente Proyecto de Investigación: “ESTANDARIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO CON LA TÉCNICA SMED EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ASOCOLESIG”, siendo el Ing. **TELLO CÓNDOR ÁNGEL MARCELO, MSC.**, tutor del presente trabajo; se excluye expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, se certifica que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva autoría.

Latacunga, Marzo 2024

AUTORES

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'X. Cisneros', written over a horizontal dashed line.

Cisneros Pilatasig Xavier Alejandro
C.C.: 050414173-0

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'F. Vega Chusin', written over a horizontal dashed line.

Vega Chusin Atahualpa Fernando
C.C.: 050416781-8

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ESTANDARIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO CONTÍNUO CON LA TÉCNICA SMED EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ASOCOLESIG.”, de Cisneros Pilatasig Xavier Alejandro y Vega Chusin Atahualpa Fernando, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, marzo, 2024


.....
Ing. Ángel Marcelo Tello Condor, MSc
C.C: 050151855-9
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: Cisneros Pilatasig Xavier Alejandro y Vega Chusin Atahualpa Fernando con el título de Proyecto de titulación: “ESTANDARIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO CONTÍNUO CON LA TÉCNICA SMED EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ASOCOLESIG”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.


Latacunga, 26 de Febrero de 2023

Para constancia firman:

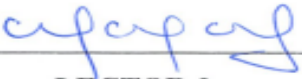
Atentamente,



LECTOR 1 (Presidente)
Ing. MSc. Raúl Andrango
CC: 171752625-3



LECTOR 2
Ing. MSc. José Narango
CC: 180471046-3



LECTOR 3
Ing. MSc. Jaime Acurio
CC: 050257424-7

AVAL DE LA EMPRESA



AVAL DE LA EMPRESA

Sigchos, 26 de Febrero del 2024

CERTIFICO:

La empresa "ASOCOLESIG" representada por la Ing. Nataly Timbila, avala al Sr. Cisneros Pilatasig Xavier Alejandro con C.I. 0504141730, estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Carrera de Ingeniería Industrial que ha desarrollado con éxito el tema de investigación "ESTANDARIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO CON LA TÉCNICA SMED EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ASOCOLESIG", cumpliendo con las expectativas establecidas bajo la supervisión de la empresa.

En cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente para que los interesados puedan hacer uso del documento para los fines que considere convenientes.

Atentamente:

 ASOCIACION ARTESANAL
ASOCOLESIG
RUC. 1891732577001
TELE. (01) 2714-558 / SIGCHOS - ECUADOR

Ing. Nataly Germania Herrera Timbila

C.I: 0503543209

ADMINISTRADORA

Dirección: Río Toachi y Topalivi (frente al Coliseo de Deportes)
Telf.: -0992483304 - correo: asocolesig2009@hotmail.com
Sigchos – Cotopaxi - Ecuador

AVAL DE LA EMPRESA



AVAL DE LA EMPRESA

Sigchos, 26 de Febrero del 2024

CERTIFICO:

La empresa "ASOCOLESIG" representada por la Ing. Nataly Timbila, avala al señor **Atahualpa Fernando Vega Chusin** con C.I. **0504167818**, estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Carrera de Ingeniería Industrial que ha desarrollado con éxito el tema de investigación "ESTANDARIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO CON LA TÉCNICA SMED EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ASOCOLESIG", cumpliendo con las expectativas establecidas bajo la supervisión de la empresa.

En cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente para que los interesados puedan hacer uso del documento para los fines que considere convenientes.

Atentamente:



Ing. Nataly Germania Herrera Timbila

C.I: 0503543209

ADMINISTRADORA

AVAL DE TRADUCCIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS INGENIERÍA INDUSTRIAL

Autores: Cisneros Pilatasig Xavier Alejandro
Vega Chusin Atahualpa Fernando

AVAL DE TRADUCCIÓN DE PROFESIONAL EXTERNO

Blanca Gladys Sánchez Avila con cédula de identidad número: 2100275375, Licenciado en Ciencias de la Educación. Mención Inglés. con número de registro de la SENESCYT: 1020-11-1068652; CERTIFICO haber revisado y aprobado la traducción al idioma Inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **“ESTANDARIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO CON LA APLICACIÓN SMED EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ASOCOLESIG”** de: **Cisneros Pilatasig Xavier Alejandro y Vega Chusin Atahualpa Fernando**, egresados de la carrera de **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

En virtud de lo expuesto y para constancia de lo mismo se registra la firma respectiva.

Latacunga, marzo, 2024

Lic. Gladys Sánchez

CI: 2100275375

AGRADECIMIENTO

A Dios principalmente por permitirme seguir adelante con la sabiduría necesaria durante mi transcendencia estudiantil, a mi familia por siempre brindarme las fuerzas para no decaer ante las dificultades que he atravesado en este proceso

Gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, y a sus docentes, ya que ellos han sido una parte esencial en mi formación como profesional.

Xavier Alejandro

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento inmenso a mis maestros quienes con mucho esfuerzo y dedicación me impartieron sus conocimientos en las aulas, formaron mi carácter y me prepararon para la vida profesional, extendiendo mi genuina gratitud y aprecio a cada uno de mis maestros.

Va dedicado mi gratitud a mis hermanas, amigos, pareja sentimental mis pastores y hermanos espirituales y familia en general, quienes supieron extenderme la mano cuando los necesitaba, por motivarme a seguir adelante y no rendirme, sin pasar por alto a mi mascota de nombre Pepe, a quien le tengo un inmenso cariño, con mucho aprecio formaron parte de mi logro académico

Por último y no menos importante, reconozco el esfuerzo que hice por no rendirme a pesar de los días de escasez, enfermedad y de dificultad, nuevamente reconozco la ayuda de Dios por mantenerme con vida.

Atahualpa Fernando

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis lo dedico principalmente a Dios, que me ha regalado vida y sabiduría para llegar hasta esta instancia, así también, a mi familia que siempre ha sido mi inspiración, en especial a mis padres; Cecilia y Mentor que nunca me han dejado solo en este camino y siempre han confiado en mis capacidades para salir adelante.

También va dedicado a mis hermanos; Fernando, Gabriela y Marla que, con sus consejos y enseñanzas, han emitido el mensaje de disciplina que me sirvieron para nunca decaer.

Xavier Alejandro

DEDICATORIA

Agradezco primeramente a Dios, por darme la fuerza, la perseverancia y su bendición para poder culminar este meta importante en mi camino, por haberme acompañado en todo momento y darme de su gracia a pesar de no merecerlo, por permitirme llegar a este momento memorable, se lo dedico con genuino aprecio e inmensa gratitud.

Especialmente expreso mi agradecimiento, a mis padres, Julio Vega Cayo y María Rosa Chusin Vega, resaltando su esfuerzo, cariño y exigencia, quienes siempre me motivaron y estuvieron acompañándome en mi camino académico, con mucho cariño extendiendo mi agradecimiento y reconocimiento hacia ellos.

Atahualpa Fernando

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE LA EMPRESA	v
AVAL DE LA EMPRESA	vi
AVAL DE TRADUCCIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA	x
DEDICATORIA	xi
ÍNDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	1
INFORMACIÓN GENERAL	1
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 RESUMEN	3
1.2 EL PROBLEMA	5
1.2.1 Planteamiento del problema	6
1.2.2 Formulación del problema	6
1.3 BENEFICIARIOS	6

1.4	JUSTIFICACIÓN.....	7
1.5	HIPÓTESIS	8
1.6	OBJETIVOS.....	8
1.6.1	General	8
1.6.2	Específicos	8
1.7	SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	9
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.1	ANTECEDENTES	10
2.2	MARCO REFERENCIAL	13
2.2.1	Proceso	13
2.2.2	Tipos de procesos	14
2.2.3	Mapa de Procesos.....	14
2.2.4	Análisis ABC.....	15
2.2.5	Diagrama de procesos	15
2.2.6	Diagrama de flujo.....	15
2.2.7	Diagrama de recorrido.....	17
2.2.8	Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)	17
2.2.9	Metodología SMED	20
2.2.10	Diseño de la aplicación SMED	20
3	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	25
3.1	METODOLOGÍA	25
3.1.1	Enfoque Cuantitativo.....	25
3.1.2	Tipo de Investigación	25
3.1.3	Población de la Investigación.....	26
3.1.4	Técnicas e instrumentos	27

3.2	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	29
3.2.1	Resultados de la primera etapa del SMED objetivo.....	29
3.2.2	Etapa de Identificar y levantar la información método SMED.....	37
3.2.3	Etapa de Separación la información método SMED.....	42
3.2.4	Etapa de conversión de procesos.....	56
3.2.5	Etapa de Estandarización. Estudio de Tiempos	58
3.3	Comparación de hipótesis para la productividad	68
3.3.1	Propuesta de presupuesto para el proceso reducido del queso.....	69
3.3.2	Cronograma de actividades	70
4	EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA..	71
4.1.1	Evaluación técnica.....	71
4.1.2	Evaluación social.....	71
4.1.3	Evaluación ambiental	71
4.1.4	Evaluación económica.....	71
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO	72
5.1	CONCLUSIONES	72
5.2	RECOMENDACIONES	72
6	BIBLIOGRAFÍA.....	74
	ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto	6
Tabla 2. Actividades para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos.	9
Tabla 3. Simbología ISO	16
Tabla 4. Recomendación para la aplicación SMED	20
Tabla 5. Características del equipo SMED	20
Tabla 6. Identificación de los elementos para la aplicación SMED	21
Tabla 7. Separación de los elementos externos para la aplicación SMED	22
Tabla 8. Convertir los elementos internos en externos para la aplicación SMED	23
Tabla 9. Racionalizar los elementos restantes para la aplicación SMED	23
Tabla 10. Población de la investigación en la empresa ASOCOLESIG.	26
Tabla 11. Productos elaborados en la empresa ASOCOLESIG.	29
Tabla 12. Ventas anuales del yogurt sabor a durazno en sus diferentes presentaciones.	30
Tabla 13. Ventas anuales del yogurt sabor a mora en sus diferentes presentaciones.	30
Tabla 14. Ventas anuales del yogurt sabor a frutilla en sus diferentes presentaciones.	30
Tabla 15. Ventas anuales del queso mozzarella en sus diferentes presentaciones.	30
Tabla 16. Análisis ABC de la empresa ASOCOLESIG	31
Tabla 17. Resumen del análisis ABC	31
Tabla 18. Equipos y maquinarias en la empresa ACOSOLESIG.....	41
Tabla 19. Cursograma analítico de la elaboración del queso	47
Tabla 20. Cursograma analítico de la elaboración del Yogurt.	52
Tabla 21: Diagrama Hombre Máquina.....	54
Tabla 22. Máquina Hombre de la realización del queso	55
Tabla 23. Modelado del Queso	56
Tabla 24. Modelado del Yogurt.....	57
Tabla 25: Operaciones Internas y externas.....	57
Tabla 26. Modelado del Yogurt.....	58
Tabla 27. Número de ciclos a observar según el criterio de la General Electric [22]	59
Tabla 28. Tiempo Básico del modelado de queso	59
Tabla 29. Tiempo Básico de la recepción del Yogurt	60
Tabla 30: Suplementos variables o constantes del modelado de queso	62
Tabla 31: Suplementos variables o constantes del modelado de yogurt	62
Tabla 32: Cálculos Estándar	63

Tabla 33: Cálculos Estándar	64
Tabla 34: Cambiar de actividades internas a externas.....	65
Tabla 35: Cambiar de actividades internas a externas del proceso del Yogurt	66
Tabla 36: Análisis de tiempos del Queso	67
Tabla 37: Análisis de tiempos del Yogurt	68
Tabla 38. Productividad.....	68
Tabla 39. Propuesta de presupuesto de queso y yogurt.....	69
Tabla 40. Cronograma	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción del proceso [3]	13
Figura 2. Mapa de procesos de la empresa ASOCOLESIG.....	15
Figura 3. Diagrama de recorrido ejemplificado	17
Figura 4. Diagrama de Operaciones del Proceso de Yogurt de la empresa ASOCOLESIG... 18	
Figura 5. Diagrama de Operaciones del Proceso de Queso Mozzarella de la empresa ASOCOLESIG.	19
Figura 6. Mejoras técnicas y mejoras humanas.....	24
Figura 7. Análisis ABC de la empresa ASOCOLESIG	32
Figura 8. Diagrama general del proceso de producción.....	33
Figura 9. Diagrama de fabricación de Yogurt en la empresa ACOSOLESIG.	33
Figura 10. Diagrama de fabricación de Queso en la empresa ACOSOLESIG.	34
Figura 11. Layout de la empresa ASOCOLESIG	35
Figura 12. Layout de la empresa ASOCOLESIG identificando zonas de peligro.....	36
Figura 13: Análisis de Stakeholders interesados del producto.....	37
Figura 14. Distribución de la planta ACOSOLESIG	38
Figura 15. Layout para la elaboración del queso mozzarella y yogurt.....	39
Figura 16: Diagrama de recorrido	40
Figura 17: Diagrama Ishikawa invertido del área de producción.	41
Figura 18: Diagrama Ishikawa invertido del área de producción.	42
Figura 19. Diagrama de operaciones del yogurt.....	43
Figura 20. Cursograma de operaciones del Yogurt.....	44
Figura 21. Diagrama de operaciones del queso.....	45

Figura 22. Cursograma de operaciones del queso	46
Figura 23: VSM actual del proceso productivo de elaboración de queso	50
Figura 24: VSM actual del proceso productivo de elaboración del yogurt.....	51
Figura 25: Sistemas de Suplementos por descanso OIT [23].....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Zonas de la empresa.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2. Cuartos e instrumentos	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Zona de Descarga.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 2. Área de Enfriamiento	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 3. Área de Recepción de materia prima	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 4. Área de elaboración de yogurt	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 5. Área de Etiquetado.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 6. Área de Empacado	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 7. Área de elaboración de quesos.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 8. Área de Laboratorio	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 9. Área de ventas.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 10. Área administrativa.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 11. Cuarto de maduración	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 12. Cuarto Frío	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 13. Bomba de agua.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 14. Tinajas de enfriamiento	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 15. Motores de los silos o tanque.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 16. Motor de extracción (Bomba).....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 17. Marmita.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 18. Embazadora del yogurt	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 19. Estufa	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 20. Descremadora	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 21. Prensa.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 22. Ekomilk bond.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 23. Máquina Moldeadora	¡Error! Marcador no definido.

- Ilustración 24.** Área de recepción de materia prima**¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 25.** Área de Enfriamiento**¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 26.** Área de Laboratorio**¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE ECUACIONES

Tiempo Básico 3.1	59
Tiempo estándar 3.2	63
Tiempo Mejorado 3-3	67
Producción Optimizada 3-4	67
Productividad Optimizada 3-5	68

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

Estandarización para el mejoramiento continuo con la Técnica SMED en el área de producción en la empresa ASOCOLESIG.

Fecha de inicio: Noviembre de 2023

Fecha de finalización: Marzo de 2024

Lugar de ejecución: Empresa ASOCOLESIG, calle Río Toachi y Topalivi, cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial

Equipo de Trabajo

- Tutor del proyecto de investigación:

Nombre: Ing. Ángel Marcelo Tello Córdor, MSc.

Cédula de Ciudadanía: 050151855-9

- Coordinador uno del proyecto de investigación:

Nombre: Xavier Alejandro Cisneros Pilatasig

Cédula de Ciudadanía: 050414173-0

- Coordinador dos del proyecto de investigación

Nombre: Atahualpa Fernando Vega Chusin

Cédula de Ciudadanía: 050416781-8

Área de conocimiento:

- Ingeniería, Industria y Construcción. (07-UNESCO, Manual del usuario SNIESE)

Subárea de conocimiento:

- Fabricación y procesos. (072-UNESCO, Manual del usuario SNIESE)

Subárea específica de conocimiento:

- Procesamiento de alimentos. (0721-UNESCO, Manual del usuario SNIESE)

Línea de investigación:

De acuerdo con lo establecido por el Departamento de Investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 6: Procesos Industriales.

Sublíneas de investigación de la carrera:

- Producción para el desarrollo sostenible.
- Administración y gestión de la producción.
- Calidad, diseño de procesos productivos e ingeniería de métodos.

1 INTRODUCCIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: “ESTANDARIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO CON LA TÉCNICA SMED EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ASOCOLESIG”

Autores:

Cisneros Pilatasig Xavier Alejandro

Vega Chusin Atahualpa Fernando

1.1 RESUMEN

La estandarización para el mejoramiento continuo con la aplicación SMED en el área de producción es una metodología que busca reducir los tiempos de cambio de herramientas en los procesos de producción, lo que permite incrementar la flexibilidad de la producción. En el caso específico de la empresa ASOCOLESIG, esta metodología se aplicó para mejorar los procesos de producción.

ASOCOLESIG es una empresa que se dedica a la fabricación de productos lácteos como quesos, yogurt, helados, entre otros. La empresa enfrentaba problemas en los tiempos de cambio de herramientas en los procesos de producción, lo que generaba tiempos muertos y afectaba la eficiencia de la producción. Para solucionar este problema, se decidió aplicar la metodología SMED. Primero se observó todo el proceso y se identificaron las actividades de producción cuando la máquina estaba parada y en funcionamiento. En la segunda etapa se separó la información al dividir cada proceso en subprocesos por medio de cursogramas, diagramas sinópticos y analíticos. En la tercera etapa se establecieron la conversión de procesos internos a externo o viceversa. Por último se plantea estandarizar los tiempos de las etapas de moldeado de queso y de recepción del material en torno al proceso de yogurt. Estos procesos tuvieron como resultado la disminución de tiempos en un factor estandarizado, optimo siendo del queso de 8:10:49 a 7:13:23 optimizando 00:53:41 con una productividad optima de 88% la empresa realiza 110 quesos 80 quesos más por proceso. Mientras que del yogurt el tiempo optimo fue de 7:48:37 a 7:04:13 optimizando 00:44:24 con una productividad optima de 91% la empresa obtiene 230 envases de yogurt más a la semana, con un total de 580 envases, mientras que el incremento de la productividad fue del yogurt del 51% mientras que del yogurt es de 30%.

Palabras clave: Estandarización de tiempos, Metodología SMED, Diagramas de procesos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

THEME: “STANDARDIZATION FOR CONTINUOUS IMPROVEMENT WITH THE TECHNICAL OF SMED IN THE PRODUCTION AREA OF THE COMPANY ASOCOLESIG”

Authors:

Cisneros Pilatasig Xavier Alejandro

Vega Chusin Atahualpa Fernando

ABSTRACT

The standardization for continuous improvement with the SMED application in the production area is a methodology that seeks to reduce tool change times in production processes, allowing for increased production flexibility. In the specific case of the company ASOCOLESIG, this methodology was applied to improve production processes.

ASOCOLESIG is a company dedicated to the manufacturing of dairy products such as cheese, yogurt, ice cream, among others. The company faced problems with tool change times in production processes, resulting in downtime and affecting production efficiency. To solve this problem, it was decided to apply the SMED methodology. First, the entire process was observed and production activities when the machine was stopped and running were identified. In the second stage, information was separated by dividing each process into subprocesses using flowcharts, synoptic, and analytical diagrams. In the third stage, the conversion of internal processes to external or viceversa was established. Finally, the standardization of the times for the cheese molding and material reception stages around the yogurt process is proposed. These processes resulted in a reduction in times by a standardized factor, optimizing cheese from 8:10:49 to 7:13:23, optimizing by 00:53:41 with an optimal productivity of 88%. The company produces 110 more cheeses per process. Meanwhile, for yogurt, the optimal time decreased from 7:48:37 to 7:04:13, optimizing by 00:44:24 with an optimal productivity of 91%. The company obtains 230 more yogurt containers per week, with a total of 580 containers, while the productivity increase for yogurt was 51%, while for cheese it was 30%.

1.2 EL PROBLEMA

La integración de una metodología de mejora continua en el área de producción de una empresa, específicamente utilizando el enfoque SMED permite establecer procedimientos y prácticas uniformes en las cuales se identifica áreas de mejora, por lo que en ese contexto la implementación de la técnica SMED busca optimizar los tiempos de cambio de herramientas y aplicar soluciones de manera consistente [1].

Es necesario mencionar que Ecuador alberga una variedad de empresas que ofrecen servicios e industrias manufactureras, las cuales enfrentan desafíos relacionados con desperdicios en sus procesos afectando significativamente su eficiencia en calidad de los productos o servicios, por lo que en los últimos años es cada vez más común implementar metodologías de mejora, debido a esto, en la industria alimentaria se ha implementado un 16% de las herramientas de manufactura esbelta, reduciendo radicalmente los tiempos de preparación o cambio por medio de la técnica de cambio rápido SMED, mejorando la productividad y por lo tanto la competitividad [2].

Sin embargo, en el ámbito industrial y de servicios es notorio la necesidad de buscar soluciones factibles a problemas que afectan la productividad, ya que la carencia de conocimiento sobre herramientas de mejoramiento continuo perjudica los procedimientos operativos, genera entornos de trabajo con dificultad, disminuye la flexibilidad laboral y complica la interacción entre los trabajadores y los procesos.

La falta de estandarización en la implementación de la técnica SMED puede representar un obstáculo significativo para los esfuerzos de mejora continua en una empresa, debido a causas tales como: cultura organizacional resistente al cambio, falta de recursos financieros, tiempo de capacitación y carencia de apoyo de la dirección, lo que dificulta la dedicación de tiempo y recursos a la estandarización y mejora continua de procesos, siendo este un problema al abordar los factores que surgen durante el cambio de herramientas o la calidad en la producción.

Por tal motivo, al no contar con una estandarización para el mejoramiento continuo con la aplicación de la técnica SMED en el área de producción en la empresa ASOCOLESIG, los tiempos de cambio son prolongados, lo que resulta una menor eficiencia operativa y una capacidad de respuesta reducida ante las demandas del mercado, además, de la falta de procedimientos estándar y dificultad para medir el desempeño del proceso, dando como resultado una pérdida de competitividad y una insatisfacción potencial de los clientes debido a los retrasos en la entrega y la calidad inconsistente del producto.

1.2.1 Planteamiento del problema

El área de producción de la empresa ASOCOLESIG se enfrenta a desafíos significativos debido a la falta de estandarización en sus procesos para el mejoramiento continuo, utilizando la técnica SMED, ya que a pesar de contar con los flujogramas tanto para la elaboración de yogurt y queso mozzarella, la ausencia de procedimientos estandarizados ha resultado en tiempos de cambio prolongados, dificultad para medir el desempeño del proceso y mayor incidencia de descomposturas inesperadas en los equipos de producción, lo que impacta directamente en la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta ante las demandas del mercado afectando su capacidad para cumplir con los plazos de entrega y mantener la calidad del producto, generando una serie de impactos negativos que ponen en riesgo el éxito y la competitividad de la empresa a largo plazo, abordando este problema de manera efectiva mediante la implementación de estándares claros y procedimientos estandarizados que faciliten el mejoramiento continuo y permitan a ASOCOLESIG alcanzar niveles más altos de eficiencia, calidad y competitividad en sus procesos de producción.

Por lo expuesto anteriormente, es evidente que los atrasos y demoras en la fabricación del yogurt y el queso mozzarella en ASOCOLESIG se debe a la carencia de estandarización en los procedimientos, lo que provoca una fluctuación en los tiempos de producción e impactando directamente en la eficiencia operativa de la empresa.

1.2.2 Formulación del problema

¿Como la implementación de estandarización para el mejoramiento continuo en la empresa ASOCOLESIG minimizará los tiempos que afecten en el área de producción aplicando la técnica SMED?

1.3 BENEFICIARIOS

El proyecto investigativo beneficia a todos los involucrados de la empresa ASOCOLESIG tanto en forma directa, determinado por directivos y trabajadores de la empresa conformando una cantidad total de 56 personas, así como indirectamente, los cuales abarca a todos los clientes y proveedores de la empresa ASOCOLESIG, cuantificados en 3045 personas aproximadamente, dado que la realización de esta labor conlleva una mejora en el desarrollo de los procedimientos de la empresa tal como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto

BENEFICIARIOS DIRECTOS	Directivos y socios de la empresa ASOCOLESIG	48 personas
	Trabajadores involucrados en la elaboración de los productos de la empresa ASOCOLESIG	8 personas
BENEFICIARIOS INDIRECTOS	Clientes de la empresa ASOCOLESIG	3000 usuarios/año aproximadamente
	Proveedores de la empresa ASOCOLESIG	45 personas

1.4 JUSTIFICACIÓN

La baja aplicación de metodologías estandarizadas para el mejoramiento continuo en el área de producción en la empresa ASOCOLESIG ha generado demora en los tiempos de cambio de herramientas, mismos que han resultado en pérdidas con impactos negativos para la empresa, los cuales se han manifestado tanto en el ausentismo laboral como en la calidad de los productos ofrecido a los usuarios, por lo que esto ha llevado a una disminución en la percepción de la eficiencia y efectividad de la producción proporcionado por ASOCOLESIG.

La estandarización para el mejoramiento continuo con la aplicación SMED en el área de producción en la empresa ASOCOLESIG del cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi es una estrategia que busca optimizar los procesos de producción mediante la reducción de los tiempos de cambio de herramientas y la eliminación de actividades que no agregan valor, que se traducen en desperdicio de recursos, producción de mala calidad y pérdidas económicas.

En consecuencia, este proyecto cuenta con el respaldo de todo el equipo que participa en la producción de los diversos productos de la empresa ASOCOLESIG, ya que se prevé una mejora en sus tiempos y la excelencia de sus procesos, esperando de esa forma obtener un impacto positivo y beneficioso para la satisfacción de los clientes, al ejecutar la técnica SMED en base a la estandarización, este contribuirá a mejorar la calidad de los productos, reducir los tiempos de cambio, disminuir la probabilidad de errores durante el proceso y generar una mayor consistencia y uniformidad en los productos finales, todo ello utilizando una metodología basada en el análisis de datos de la empresa, levantamiento de procesos faltantes y un enfoque fundamentado mediante la implementación de la metodología SMED, se podrá detectar las necesidades y dificultades presentes en el sistema actual de producción, y a su vez, se podrán sugerir soluciones concretas y factibles.

1.5 HIPÓTESIS

H0: La estandarización a través de la técnica SMED en el área de producción de la empresa ASOCOLESIG contribuirá al mejoramiento continuo de los procesos.

H1: La estandarización a través de la técnica SMED en el área de producción de la empresa ASOCOLESIG No contribuirá al mejoramiento continuo de los procesos.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 General

Estandarizar los tiempos de cambio de herramientas mediante la aplicación SMED en el área de producción de la empresa ASOCOLESIG para el mejoramiento continuo de la misma.

1.6.2 Específicos

- Diagnosticar el estado actual del área de producción en la empresa ASOCOLESIG.
- Evaluar las principales causas que afectan en el proceso de la elaboración del queso y del yogurt para su mejoramiento continuo.
- Generar una propuesta de estandarización de tiempos en las áreas de producción de yogurt y queso mozzarella utilizando la técnica SMED.

1.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Se proporciona diferentes aspectos relevantes para la ejecución del proyecto actual, incluyendo los objetivos específicos previamente mencionados, las actividades requeridas para alcanzarlos, así como los resultados esperados. Además, se detallan los métodos, recursos y herramientas que se emplearán a lo largo del desarrollo del proyecto.

Tabla 2. Actividades para el cumplimiento de los objetivos específicos.

Objetivos Específicos	Actividades	Resultado de la Actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Diagnosticar el estado actual del área de producción en la empresa ASOCOLESIG.	Análisis de la situación actual del proceso de elaboración del yogurt y queso mozzarella. Identificación de las áreas de producción para sus diferentes procesos.	Obtención de un panorama actual de la empresa en sus diferentes procesos.	Análisis ABC Layout de la empresa Toma de datos, flujogramas de proceso.
Evaluar las principales causas que afectan en el proceso de la elaboración del queso mozzarella y del yogurt para su mejoramiento continuo.	Levantamiento de procesos de la empresa. Identificación de los aspectos principales que perjudican los procesos productivos. Realización de un diagrama VSM de las variables que intervienen en los procesos. Estudio de tiempos de los procesos productivos.	Identificación de factores que afecten en la producción para los diferentes procesos.	Flujogramas de los procesos y Diagrama de recorrido Diagrama Ishikawa Diagrama VSM Cursogramas, Diagrama hombre máquina
Generar una propuesta de estandarización de tiempos en las áreas de producción de yogurt y queso mozzarella utilizando la técnica SMED.	Aplicación de la metodología SMED en los procesos que afectan la producción. Evaluación del proceso con el modelo propuesto de la metodología SMED.	Estandarización de los procesos de producción para la mejora continua de la empresa.	Metodología SMED Tiempo Normal o Básico Tiempo estándar Tiempo óptimo

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

El sector de lácteos en Ecuador es uno de los temas más discutidos a nivel nacional en términos de impulso económico y social. Dentro de este ámbito, se encuentran múltiples procesos y subprocesos que fomentan el desarrollo empresarial en todo el país. Un ejemplo claro son los procesos relacionados con lácteos, los cuales son fundamentales en numerosas actividades realizadas por la población. Específicamente en la provincia de Cotopaxi, se observa una variedad de establecimientos, desde grandes corporaciones hasta pequeñas empresas, que se dedican a proporcionar este servicio. Esta alta concentración de negocios está impulsada, en parte, por la ubicación geográfica de la provincia, la cual está rodeada de sectores lecheros, generando así una creciente demanda en esta área [11].

- En el estudio realizado por García y Trisollini [1], Titulado "Utilización de la metodología SMED para incrementar la eficiencia en el sector de producción en una compañía especializada en termoformado." en envases desechables de plástico", se buscó mejorar la productividad de la empresa TERPLAS a través de la implementación de la metodología SMED en el área de producción. Los autores llevaron a cabo un estudio de caso en la empresa, utilizando técnicas de recolección de datos como observación directa, entrevistas y análisis de documentos. Los resultados mostraron que la implementación de SMED logró reducir significativamente los tiempos de cambio de herramientas en el área de producción, lo que condujo a una mejora en la productividad de la empresa.
- En la investigación realizada por Valles [2], titulada "Mejora de la productividad en el área de inyección de piezas de plástico de la empresa Multiaccesorios M.G. mediante herramientas de manufactura esbelta", se realizó un estudio comparativo de la implementación de SMED en empresas del sector manufacturero en Ecuador, incluyendo la empresa Multiaccesorios M.G. Se utilizó una metodología cuantitativa, recopilando datos a través de encuestas y entrevistas a diferentes empresas del sector manufacturero en Ecuador. Los resultados indicaron que la aplicación de SMED en las empresas estudiadas, permitió reducir los tiempos de cambio de herramientas y mejorar la eficiencia en la producción. Se concluyó que la implementación de SMED en el sector manufacturero en Ecuador puede ser una estrategia efectiva para el mejoramiento continuo y la optimización de los procesos.

- Miranda y Ortega [3] llevaron a cabo una investigación titulada " Implementación de la metodología SMED en la empresa cartonera Panasa para minimizar los tiempos de montaje en la línea de producción". El objetivo de esta investigación fue estandarizar los procesos en el área de producción de la empresa a través de la implementación de la metodología SMED. Se realizó un estudio de caso en Panasa, utilizando técnicas como observación directa, revisión de documentos y entrevistas a los empleados. Los resultados mostraron que la aplicación de SMED permitió estandarizar los procesos en el área de producción, lo que se tradujo en una reducción de los tiempos de cambio y una mejora en la eficiencia del área. Se concluyó que la estandarización de procesos mediante la implementación de SMED en Panasa fue exitosa para lograr un mejoramiento continuo en el área de producción.
- Dávila [4] llevó a cabo una investigación titulada "Implementación de SMED para disminuir los tiempos de recambio y calibración en una máquina que elabora sobres de papel". El objetivo de esta investigación fue implementar la metodología SMED como estrategia de mejora en la máquina que elabora sobres. Se realizó un estudio de caso en la empresa, utilizando técnicas de recolección de datos como entrevistas, observación directa y análisis de documentos. Los resultados mostraron que la implementación de SMED en la máquina que elabora sobres, permitió reducir los tiempos de cambio de herramientas y mejorar la eficiencia en la producción. Se concluyó que la implementación de SMED como estrategia de mejora en la máquina que elabora sobres, fue efectiva para lograr un mejoramiento continuo en el área de producción.
- En el estudio realizado por Rodríguez [5], titulado "Implementación de la metodología SMED para elevar la eficiencia del proceso de envasado de bebidas no alcohólicas en la empresa AEPER SA. ", se analizó la implementación de SMED en empresas del sector industrial a nivel internacional, incluyendo casos de estudio de diferentes partes del mundo. Se utilizó una metodología cualitativa, recopilando datos a través de revisión bibliográfica de estudios de caso y análisis de documentos de empresas internacionales. Los resultados mostraron que la implementación de SMED en empresas del sector industrial a nivel internacional ha sido exitosa para reducir los tiempos de cambio y mejorar la eficiencia en la producción. Se concluyó que la implementación de SMED en empresas del sector industrial a nivel internacional puede ser una estrategia efectiva para lograr un mejoramiento continuo y la optimización de los procesos.

A nivel provincial, se observa una fuerte competencia en este entorno, lo que ha llevado a las industrias lácteas, emprendimientos y microempresas a reconocer la importancia de optimizar

sus operaciones. En consecuencia, están implementando sistemas informáticos y estandarizando procesos para aumentar la productividad y eficiencia. Este enfoque busca reducir los ciclos de trabajo, minimizar los costos, y aprovechar al máximo los recursos disponibles. Todo ello tiene como objetivo impulsar un crecimiento más sólido en comparación con los competidores [12].

En la ciudad de Sigchos, la industria láctea tiene una influencia directa en la producción de yogurt y, principalmente, en la elaboración de quesos, donde se emplean diversas técnicas. La disponibilidad de materia prima en este cantón es notable, gracias a su favorable ubicación geográfica y al clima propicio que impulsa la agricultura y la ganadería, siendo estas las principales fuentes de ingresos. La incorporación de tecnología e internet ofrece la oportunidad de realizar análisis para reducir los tiempos de producción, identificar momentos de inactividad y estandarizar los procesos de fabricación del queso mozzarella y yogurt. Esto implica abandonar prácticas obsoletas y carentes de registros de calidad, además de adquirir equipos más avanzados y seguros para los operadores, lo que disminuye el riesgo de manipulación inadecuada y mejora las condiciones de trabajo. La aplicación de la técnica SMED (Single-Minute Exchange of Die) en el área de producción permitirá obtener mejores resultados y alcanzar los objetivos establecidos por la microempresa [12].

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 Proceso

Un proceso consiste en una secuencia de acciones planificadas con el objetivo de alcanzar un resultado específico para clientes específicos, logrando integrar insumos necesarios que aportan valor durante la ejecución del proceso [3], por lo que de acuerdo con el autor, el propósito del proceso es atender las necesidades de los clientes que han sido identificados previamente, es decir, se enfoca en proporcionar valor a un grupo específico de individuos o entidades que se beneficiarán del resultado de dicho proceso.

Sin embargo, otra manera de definir un proceso es como la asignación eficiente de recursos humanos, materiales, equipos e información de manera organizada, con el propósito de alcanzar un objetivo específico que satisfaga las necesidades previamente establecidas por los usuarios finales [4]. Basándonos en lo mencionado anteriormente, se puede entender que un proceso consiste en una secuencia de actividades interrelacionadas de forma coherente, las cuales se apoyan en entradas que contienen elementos específicos que agregan un valor adicional con el propósito de generar resultados concretos o alcanzar efectos predeterminados, todo ello en consonancia con las necesidades y requerimientos del cliente.

En la siguiente figura se presenta de forma visual los componentes que conforman un proceso en términos generales:

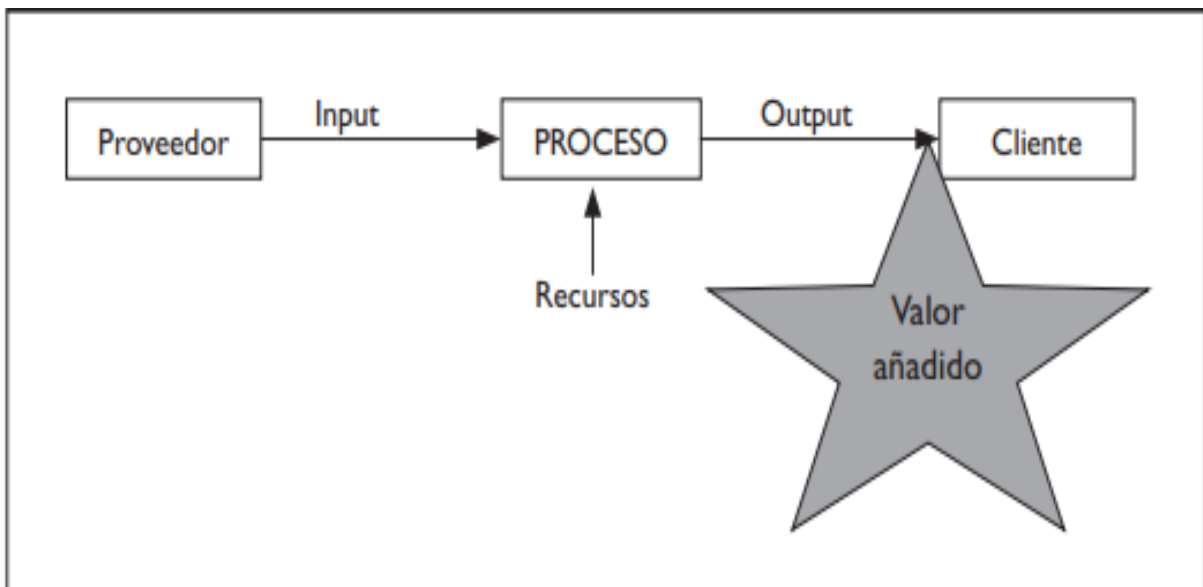


Figura 1. Descripción del proceso [3]

2.2.2 Tipos de procesos

Se pueden realizar diversas divisiones de los procesos según los criterios adoptados, ya que existen numerosas clasificaciones. Sin embargo, las más comunes suelen ser:

- **Procesos estratégicos.** Se refiere a todas las acciones llevadas a cabo por los administradores con el fin de sostener tanto los procesos de apoyo como los operativos, lo que permite establecer y ejecutar las estrategias y objetivos de la organización[4].
- **Procesos operativos.** Se refiere a procesos en los que los productos obtenidos son entregados a personas u organizaciones externas a la entidad interesada, por lo que estos procesos involucran una serie de etapas que agregan valor, lo que permite a la entidad satisfacer las necesidades de sus clientes [4].
- **Procesos de apoyo.** También son denominadas operaciones de apoyo o auxiliares, y proporcionan respaldo tanto a los procesos operativos como a los estratégicos, ya que este tipo de procesos implica actividades relacionadas con el control y la mejora del sistema de gestión, que generalmente están vinculadas con los procesos descritos en las normativas que definen los modelos de gestión [4].

2.2.3 Mapa de Procesos

Es una representación gráfica que muestra la secuencia y la interrelación de todos los procesos dentro de una organización, siendo esta una herramienta que proporciona una visión global de los procesos, lo que facilita la comprensión de la cadena productiva y ayuda a situarse con facilidad en ella. Además, contribuye a cambiar la percepción del trabajo, al pasar de ver las tareas como elementos dispersos a considerarlas como un conjunto de actividades contextualizadas y orientadas hacia la consecución de resultados concretos para satisfacer a clientes u otras partes interesadas [3].

Por ende, el mapa de procesos de una organización ofrece una visión general de su macroestructura al mostrar las relaciones entre los distintos procesos, siendo de esa forma una representación visual de todos los procesos de la organización y de cómo se relacionan entre sí, por lo que este mapa parte de las necesidades y expectativas de los clientes y sigue el flujo de actividades hasta llegar al grado de satisfacción de los clientes, en general, el mapa de procesos permite comprender mejor la organización al mostrar cómo todas las actividades se conectan para cumplir con los objetivos y satisfacer las necesidades del cliente [3].

En la Figura 2 se muestra los diferentes procesos que intervienen en la elaboración del queso mozzarella y del yogurt, la cual está alineada de acuerdo con la misión de la empresa donde se

identifican los procesos productivos en los cuales nos enfocaremos para aplicar la técnica SMED con la finalidad de resolver problemas que se presenten en cada proceso.

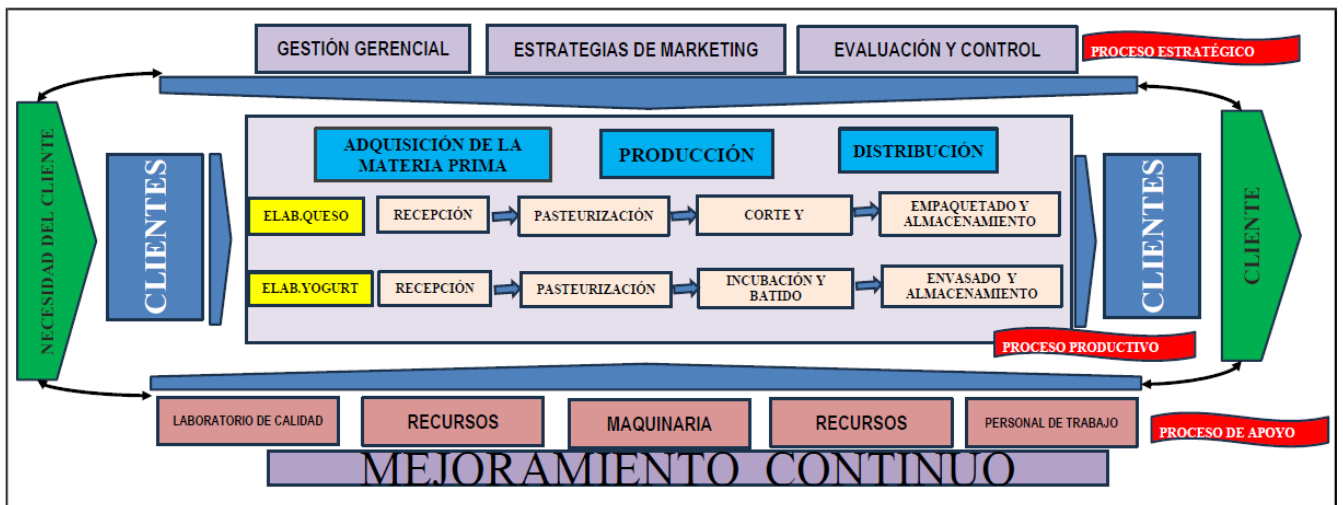


Figura 2. Mapa de procesos de la empresa ASOCOLESIG.

2.2.4 Análisis ABC

El método de conteo cíclico más sofisticado implica dividir el inventario en categorías ABC, basadas en la regla 80-20 o Ley de Pareto. Esta clasificación se realiza en función del valor monetario o de la frecuencia de uso de los artículos, y a menudo se utiliza una combinación de ambos criterios. Esta metodología permite distinguir tres categorías de productos, cada una definida en relación con la parte de la cifra de negocios que representan [5].

2.2.5 Diagrama de procesos

Los diagramas de procesos son dibujos que ilustran de manera gráfica la secuencia de tareas, actividades y opciones que forman parte de un procedimiento empresarial, con el fin de facilitar la comprensión y visualización del proceso y de sus elementos constituyentes [6]

Es esencial definir las etapas, pasos o variantes que deben estar presentes en el diagrama de procesos, por lo tanto, se requiere una descripción por escrito del proceso, anotando sus pasos más relevantes desde su punto de inicio y finalización [7]











2.2.6 Diagrama de flujo

Este es un tipo de diagrama de flujo que muestra una secuencia de bloques encadenados que representan una rutina, donde cada bloque tiene su propio significado, a diferencia de los diagramas anteriores, este utiliza una amplia variedad de símbolos y no se limita a líneas y columnas preestablecidas en el gráfico, es una forma simple de representar un proceso. [6]

2.2.6.1 Simbología

Los diagramas de flujo utilizan el lenguaje visual que consta de símbolos, que poseen una definición específica garantizando una precisión y claridad en la interpretación y el análisis del diagrama siendo fundamental la cuidadosa selección de los símbolos y conceder un significado concreto para garantizar una interpretación inequívoca.

Tabla 3. Simbología ISO

Símbolo	Significado	¿Para qué se utiliza?
	Operación	Señala las etapas fundamentales del proceso, método o procedimiento.
	Operación e inspección	Muestra la validación y control a lo largo de las etapas del proceso, método o procedimiento de sus elementos.
	Inspección y medición	Expresa la acción de comprobar la característica, cantidad y excelencia de los recursos y artículos.
	Transporte	Señala siempre que un documento es desplazado o transferido a otra oficina y/o persona responsable.
	Entrada de bienes	Señala los elementos o sustancias que entran en el procedimiento.
	Almacenamiento	Señalan la acción constante de almacenar un documento o información en un archivo de forma permanente.
	Decisión	Señala un momento en el flujo en el que se pueden tomar varios senderos distintos.
	Líneas de flujo	Une los íconos indicando la secuencia en la cual se deben llevar a cabo las diversas operaciones.
	Demora	Señala el momento en el cual un documento o proceso está en pausa debido a la necesidad de llevar a cabo otra operación o a una respuesta lenta en términos de tiempo.
	Conector	Enlace interno en la página. Simboliza la extensión del diagrama en la misma página, conectando dos pasos no secuenciales en una única página.
	Conector de página	Simboliza la extensión del diagrama a otra página. Indica una conexión o enlace con otra hoja distinta en la cual el diagrama de flujo prosigue.

2.2.7 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido, según los autores [8] es un apéndice del cursograma analítico que permite examinar la distribución real de las actividades de un proceso en un área de dos dimensiones, esta representación gráfica ayuda a identificar posibles mejoras en la distribución de las áreas, la ubicación de maquinarias, entre otros factores que pueden impactar la eficiencia del proceso, para su elaboración, se requiere de un dibujo a escala del área en cuestión, donde se agregan los símbolos correspondientes a cada actividad del proceso, detalladas en el diagrama de flujo de proceso.

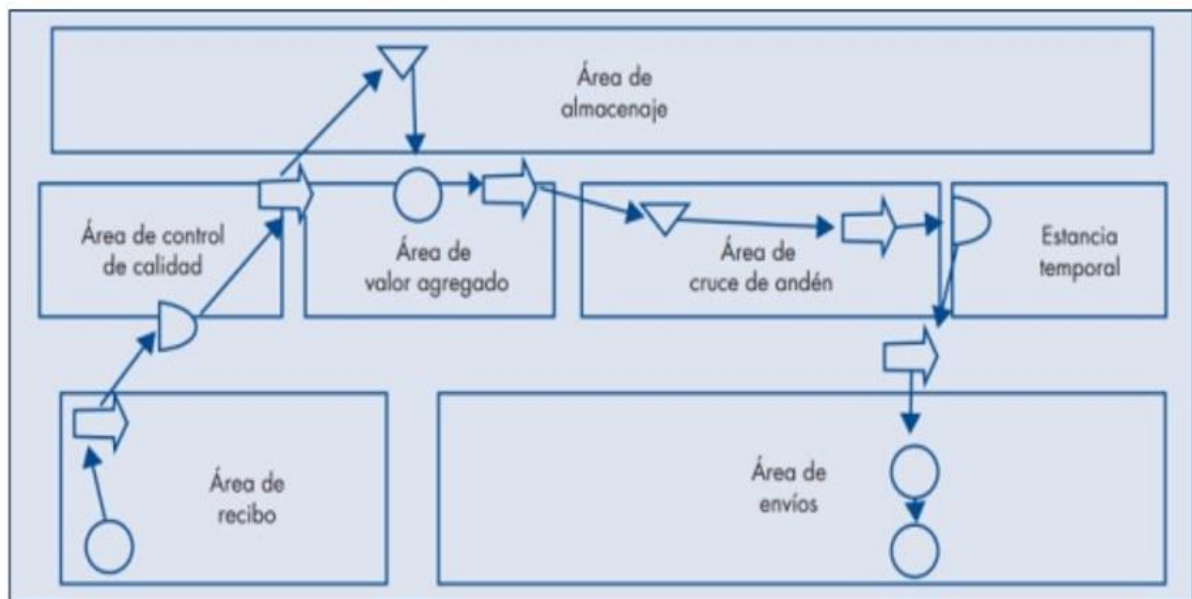


Figura 3. Diagrama de recorrido ejemplificado

2.2.8 Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)

El DOP es una ilustración que muestra el momento en que se incorporan los materiales al proceso, así como la secuencia de inspecciones y operaciones que se llevan a cabo, con excepción de las relacionadas con la manipulación de los materiales, incluyendo toda la información relevante para su análisis, como el tiempo necesario y la ubicación correspondiente [9].

La representación gráfica ilustra cómo se lleva a cabo la incorporación de todos los componentes y subensambles en el ensamble principal, de forma esquemática, mostrando un proceso de producción que utiliza únicamente los símbolos de operación, inspección y combinados [10].

Las tres secciones que se compone el DOP son:

- **Encabezado:** Se especifica el título del diagrama y el tipo de producto que se está fabricando, incluyendo información adicional como la fecha, la sección y el operario responsable [10]
- **Cuerpo:** Sección que contiene los símbolos, líneas verticales y horizontales que representan el proceso [10]
- **Resumen:** Muestra la cantidad total de operaciones, inspecciones y combinaciones que se realizaron durante el proceso [10]

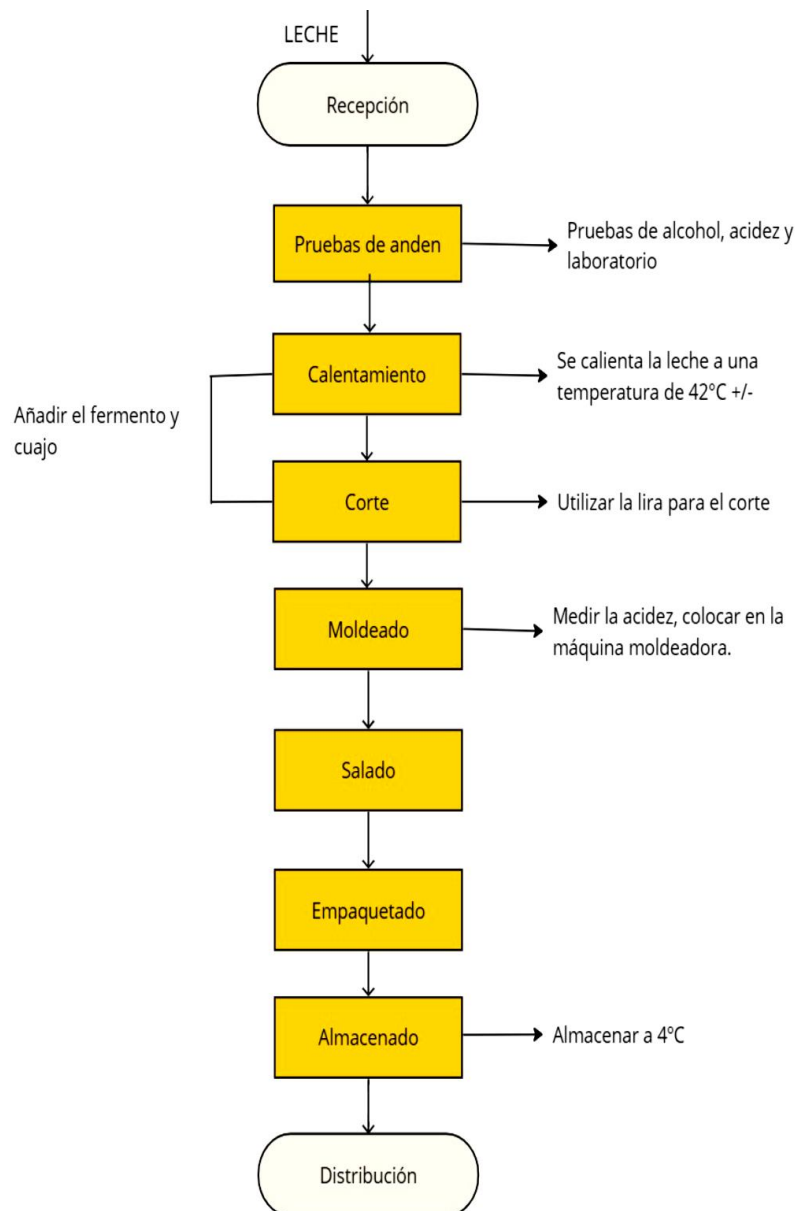


Figura 4. Diagrama de Operaciones del Proceso de Yogurt de la empresa ASOCOLESIG.

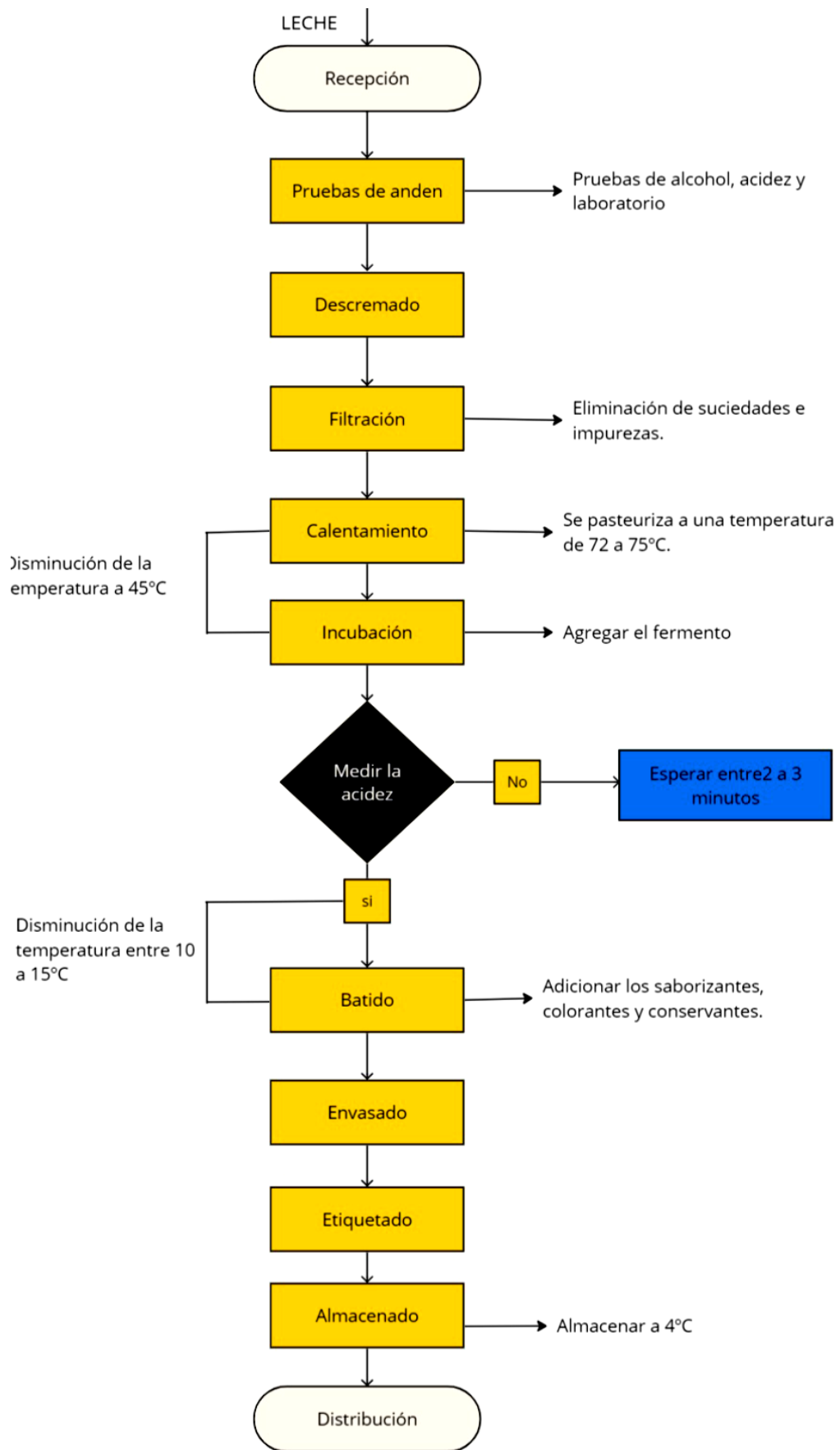


Figura 5. Diagrama de Operaciones del Proceso de Queso Mozzarella de la empresa ASOCOLESIG.

2.2.9 Metodología SMED

El SMED (Cambio Rápido de Herramienta en Minutos) es un método creado para reducir considerablemente el tiempo necesario para realizar los cambios de equipo. La esencia del sistema SMED es convertir el mayor número posible de pasos de cambio en "externos" (realizados con el equipo en funcionamiento), y simplificar y racionalizar los pasos restantes [11]. El nombre Single-Minute Exchange of Die procede del objetivo de reducir los tiempos de cambio a "un" dígito (es decir, menos de 10 minutos). Los tiempos de cambio pueden reducirse drásticamente, en muchos casos a menos de 10 minutos. Se analiza cada elemento del cambio para ver si puede eliminarse, trasladarse, simplificarse o racionalizarse.

2.2.10 Diseño de la aplicación SMED

Antes de empezar:

Para la mayoría de las empresas, la primera prioridad debería ser asegurarse de que se comprende claramente dónde se está perdiendo tiempo productivo y de que las decisiones sobre iniciativas de mejora se toman basándose en datos concretos. [12].

El estándar líder para evaluar el rendimiento de fabricación es la medición de la Eficiencia General de los Equipos (OEE, por sus siglas en inglés - Overall Equipment Effectiveness), junto con un análisis detallado de las categorías de pérdida de OEE, razones de tiempo de parada (incluyendo códigos para el seguimiento del tiempo de cambio). La siguiente tabla muestra la recomendación para la aplicación SMED.

Tabla 4. Recomendación para la aplicación SMED

Ítem	Descripción
SMED	Si los cambios constituyen una proporción considerable del tiempo de producción perdido (por ejemplo, al menos un 20%), existe la posibilidad de poner en marcha un programa SMED [11].

- **Primer paso: Identificar la zona piloto**

En este paso se selecciona la zona objetivo para el programa piloto SMED.

Tabla 5. Atributos del equipo SMED

Ítem	Descripción
DURACIÓN	El cambio tiene una duración lo bastante extensa como para ofrecer un margen de mejora notable, pero no resulta excesivamente prolongado como para ser abrumador en su envergadura (por ejemplo, un cambio de una hora representa un equilibrio adecuado).
VARIACIÓN	Los tiempos de cambio varían considerablemente (por ejemplo, oscilan entre una y tres horas).
OPORTUNIDADES	Hay múltiples oportunidades de realizar el cambio cada semana (para poder probar rápidamente las mejoras propuestas).
FAMILIARIDAD	El personal familiarizado con el equipo (operadores, personal de mantenimiento, control de calidad y supervisores) muestra un alto nivel de compromiso y motivación.
RESTRICCIÓN	Dado que el equipo representa un cuello de botella, las mejoras traerán beneficios inmediatos. Si se seleccionan equipos con limitaciones, hay que minimizar el riesgo potencial creando existencias provisionales y asegurándose de que se puede tolerar un tiempo de inactividad imprevisto [13].

- **Segundo paso: Identificar los elementos**

En este paso, el equipo colabora para identificar todos los elementos del cambio. La manera más efectiva de hacerlo es grabar en video todo el proceso de cambio y, a partir de la reproducción, elaborar una lista ordenada de elementos, cada uno de los cuales presenta:

- **Descripción:** Qué trabajo se realiza
- **Coste en tiempo:** Cuánto tiempo se tarda en completar el elemento [14].

Algunas estrategias útiles para este paso se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6. Identificación de los elementos para la aplicación SMED

Ítem	Descripción
Elementos	En un cambio típico se documentan entre 30 y 50 elementos.
Notas adhesivas	Una forma eficiente de capturar los elementos es mediante la creación de una serie de notas adhesivas que se colocan en una pared en el orden en que ocurren durante el cambio.
Hombre y máquina	Asegúrese de registrar tanto los elementos "humanos" (acciones realizadas por el operador) como los elementos "del equipo" (acciones realizadas por el equipo). En general, los elementos humanos son más susceptibles de optimización.

Otras notas	Durante la grabación del cambio, múltiples observadores toman notas. En ocasiones, estos observadores pueden notar aspectos que no quedan registrados en el vídeo [15].
Observar	Simplemente observar y permitir que el cambio transcurra de manera habitual.

El resultado de esta etapa debe ser un listado exhaustivo de los elementos del cambio, cada uno con una descripción y una estimación del tiempo necesario.

- **Tercer paso: Separar los elementos externos**

- En este paso, se identifican los elementos del proceso de cambio que pueden realizarse pocos o ningún cambio mientras el equipo está en funcionamiento, y aquellos cambios que son necesarios se realizan "externamente" al proceso de cambio, es decir, se llevan a cabo antes o después del cambio propiamente dicho. Este paso puede resultar en una reducción de los tiempos de cambio de casi la mitad. Se requiere clasificar el elemento como externo y desplazarlo antes o después del cambio, según se proceda [1]. De esta manera, algunas acciones candidatas a dicho tratamiento se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7. Separación de los elementos externos para la aplicación SMED

Ítem	Descripción
Recuperar	Recuperación de insumos, herramientas, materiales y/o instrucciones.
Inspeccionar	Inspección de insumos, herramientas y/o materiales
Limpiar	Tareas de limpieza que pueden realizarse mientras se ejecuta el proceso.
Calidad	Controles de calidad de la última producción

El resultado de esta etapa debería ser una lista revisada de los componentes del cambio, clasificados en tres categorías: actividades previas al cambio, acciones durante el cambio y tareas posteriores al cambio.

- **Cuarto paso: Transformar los componentes internos en externos**

Durante esta fase, se analiza minuciosamente el proceso de cambio actual, con la finalidad de transformar el mayor número posible de elementos internos en externos. El resultado será una lista de elementos candidatos a nuevas medidas. Esta lista debe jerarquizarse de modo que se actúe primero sobre los procesos más prometedores [16]. Básicamente, se trata de llevar a cabo una evaluación de los costos y beneficios de cada componente. De esta manera, se considera el costo asociado con los materiales y la mano de obra requeridos para implementar los cambios.

Una vez priorizada la lista, se puede empezar a trabajar en los cambios necesarios. Algunas estrategias que pueden utilizarse para convertir elementos internos en externos se muestran a continuación.

Tabla 8. Convertir los elementos internos en externos para la aplicación SMED

Ítem	Descripción
PREPARACIÓN PREVIA	Preparar los lotes con antelación (por ejemplo, revisar las matrices antes del cambio).
PLANTILLAS	Implementar plantillas duplicadas (por ejemplo, realice la alineación y otros ajustes previos al cambio).
MODULARIZAR	Descomponer los equipos en módulos (por ejemplo, reemplazar una impresora en lugar de ajustar el cabezal de impresión para que la impresora pueda ser configurada para un nuevo número antes del cambio).
MODIFICAR	Adaptar el equipo (por ejemplo, incorporar protecciones para posibilitar una limpieza segura durante el funcionamiento del proceso).

Después de este paso, se obtendrá una lista revisada de los elementos del cambio, con una reducción en la cantidad de elementos internos y la inclusión de elementos externos adicionales (realizados antes o después del cambio)[17].

- **Quinto paso: Racionalizar los elementos restantes**

En este paso, se revisan los elementos restantes con vistas a racionalizarlos y simplificarlos para que puedan completarse en menos tiempo. Se debe dar prioridad a los elementos internos para apoyar el objetivo principal de acortar el tiempo de cambio. Al igual que en el paso anterior, debe utilizarse un sencillo análisis coste/beneficio para priorizar la actuación sobre los elementos [18]. Algunas estrategias que pueden utilizarse para racionalizar elementos se muestran a continuación.

Tabla 9. Racionalizar los elementos restantes para la aplicación SMED

Ítem	Descripción
PUBLICAR	Eliminar los tornillos funcionales (por ejemplo, utilizar mecanismos de liberación rápida u otros tipos de abrazaderas funcionales).
AJUSTAR	Eliminar los ajustes (por ejemplo, utilizar ajustes numéricos normalizados; convertir los ajustes en múltiples ajustes fijos; utilizar líneas centrales visibles, etc.).
MOVIMIENTO	Eliminar el movimiento (por ejemplo, reorganizar el espacio de trabajo)

EN ESPERA	Eliminar las esperas (por ejemplo, dar prioridad a la inspección del primer lote en la garantía de calidad).
NORMALIZAR	Estandarizar el hardware (por ejemplo, para necesitar menos herramientas) [19].
OPERACIONES	Implementar operaciones paralelas (por ejemplo, considerar que al tener varios operarios trabajando en el mismo equipo, se debe prestar especial atención a posibles problemas de seguridad).
MECANIZAR	Automatizar (generalmente visto como la última opción).

El resultado de esta fase debería ser un conjunto de instrucciones de trabajo actualizadas para el cambio, lo que implica la creación de un procedimiento estandarizado, y una reducción significativa en el tiempo requerido para realizar el cambio[2].

- **Acelerar el progreso**

A la hora de aplicar el SMED, es útil reconocer que existen dos grandes categorías de mejora:

- **Humana:** Se consigue mediante la preparación y la organización.
- **Técnica:** Se consigue a través de la ingeniería [20].

La figura ejemplifica este principio, ofreciendo muestras de áreas susceptibles de mejoras mediante proyectos SMED.

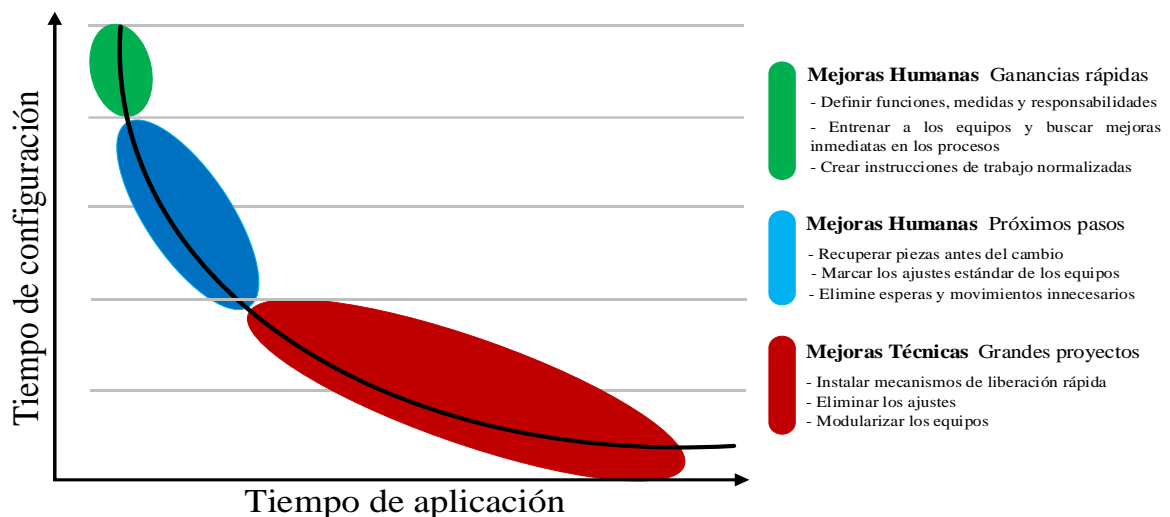


Figura 6. Mejoras técnicas y mejoras humanas.

3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 Enfoque Cuantitativo

Se fundamenta en la recolección de datos mediante, flujogramas de procesos de la empresa, experimentos controlados o análisis de bases de datos, y busca establecer relaciones causales entre las variables estudiadas. En el caso específico de la empresa ASOCOLESIG, se utilizó el enfoque de investigación cuantitativo para abordar el tema de la estandarización y el mejoramiento continuo en el área de producción. Este enfoque permitió recopilar datos numéricos y realizar análisis estadísticos para medir y cuantificar los diferentes aspectos relacionados con la mejora continua mediante la herramienta SMED en esta industria láctea del cantón Sigchos.

Esta metodología es apropiada para facilitar el diagnóstico de los procesos y la información que abarca cada uno de ellos tanto para la elaboración del yogurt como para el queso mozzarella, con el propósito de obtener respuestas objetivas y fiables que aborden la problemática planteada.

3.1.2 Tipo de Investigación

3.1.2.1 Descriptiva

Mediante un estudio descriptivo, se permitió analizar detalladamente las características, situaciones y prácticas relacionadas con la estandarización y el mejoramiento continuo en el área de producción de la empresa ASOCOLESIG, utilizando la herramienta SMED, para obtener hallazgos numéricos relevantes para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias y propuestas que optimicen los procesos de producción.

3.1.2.2 Exploratoria

Consiste en recolectar información dentro de la empresa ASOCOLESIG, tomando en cuenta los problemas que abarcan en el área de producción por medio de estudio de campo para su correcto levantamiento de información, con el propósito de generar soluciones óptimas para la estandarización y la mejora continua en la organización.

3.1.2.3 Investigación de campo

La investigación permitió recopilar datos específicos y relevantes sobre la situación actual de ASOCOLESIG en relación con la mejora continua y la aplicación de SMED en el área de producción. Se utilizaron técnicas como cuestionarios, observación directa y análisis de documentos internos para recopilar datos de primera mano. El objetivo era obtener información sobre el enfoque y las prácticas actuales de ASOCOLESIG en lo que respecta a la estandarización y el mejoramiento continuo mediante la aplicación de SMED en el área de producción, así como identificar fortalezas, debilidades y áreas de mejora [15]. A través de la investigación de campo, fue posible conocer la percepción y experiencia de los empleados y directivos de ASOCOLESIG en relación con la mejora continua del proceso de producción, así como identificar barreras y desafíos que puedan estar enfrentando en la implementación de propuestas en el marco de SMED. Con los datos recopilados en la investigación de campo, se pueden identificar oportunidades de mejora, diseñar estrategias y tomar decisiones fundamentadas para fortalecer la estandarización y el mejoramiento continuo mediante la aplicación de SMED.

3.1.3 Población de la Investigación

En esta investigación, se consideró la población que abarcada por los trabajadores y proveedores, siendo un elemento fundamental para el correcto desempeño del proceso, debido a que los proveedores de las 4 líneas están involucrados en la distribución, mientras que los trabajadores junto con el área de calidad se especializan en el proceso para la elaboración de yogurt y queso mozzarella, aquellas personas que proporcionarán la información necesaria para el progreso del proyecto de investigación, tal como se detalla en la Tabla 10.

Tabla 10. Población de la investigación en la empresa ASOCOLESIG.

Ítem	Población	Frecuencia	Porcentaje
1	Trabajadores	8	20%
2	Inspector de calidad	2	5%
3	Proveedores	30	75%
Total		40	100%

Para el análisis de caso, contamos con un grupo de 40 individuos, con el propósito de recabar datos que aportarán de forma relevante al tema en cuestión. Por consiguiente, hemos dividido la población

del proceso de producción para encontrar soluciones óptimas que se ajusten a las necesidades identificadas.

3.1.4 Técnicas e instrumentos

3.1.4.1 Recolección de información

La obtención de información abarca el proceso de recopilación y adquisición de datos pertinentes, así como cualquier otra información necesaria para comprender y evaluar el proceso de producción de la empresa Asocolesig. En este estudio, se recolecta esta información utilizando métodos, técnicas y herramientas presentadas en este documento.

3.1.4.2 Revisión de documentos

La revisión de documentos internos, como políticas, manuales de capacitación e informes de seguridad industrial, puede ser una valiosa fuente de información sobre la estandarización para el mejoramiento continuo, utilizando la aplicación SMED en el área de producción de la empresa ASOCOLESIG. Esta revisión puede ayudar a identificar las prácticas actuales, los objetivos establecidos y las acciones implementadas en relación con las estrategias de mejora continua, la reducción de los tiempos de producción, el ahorro de recursos y la mejora de la sostenibilidad.

3.1.4.3 Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo tienen una amplia aplicación en varios campos, como la programación, la ingeniería, la gestión de proyectos y los procesos empresariales. Esto se debe a que permiten visualizar de manera intuitiva y clara la secuencia de pasos de un proceso, lo que facilita la identificación de posibles problemas o cuellos de botella, y mejora la comunicación y comprensión de un procedimiento entre distintos individuos o equipos. Además, son una herramienta valiosa para el análisis y la mejora de procesos, ya que ayudan a identificar áreas que pueden ser optimizadas y simplificadas.

Mediante el uso del diagrama de flujo, se representa de manera secuencial el proceso, desde su inicio o entrada del producto hasta su salida como producto finalizado. Por lo tanto, el diagrama de flujo brinda una visión anticipada de los procesos y el desarrollo de cada actividad.

3.1.4.4 Metodología SMED

Al realizar análisis estadísticos para identificar patrones, tendencias y relaciones entre variables, lo que facilita la toma de decisiones fundamentadas y la evaluación de la efectividad de las prácticas implementadas en relación con la estandarización y el mejoramiento continuo mediante la aplicación SMED en el área de producción de ASOCOLESIG [13]. Esto se logra al obtener matrices cuantitativas y ponderativas de las diferentes áreas que componen el proceso de producción, lo que proporciona un diagnóstico preciso de los requisitos de la aplicación SMED. Estos resultados son esenciales para formular conclusiones y recomendaciones pertinentes.

La implementación de la propuesta muestra los pasos para llevar a cabo la estandarización para el mejoramiento continuo con la aplicación SMED en el área de producción en la empresa ASOCOLESIG. Según la figura 10, las etapas del estudio son la observación inicial, la identificación del problema, el estudio de la bibliografía, la recogida y el análisis de datos, y las conclusiones y recomendaciones.

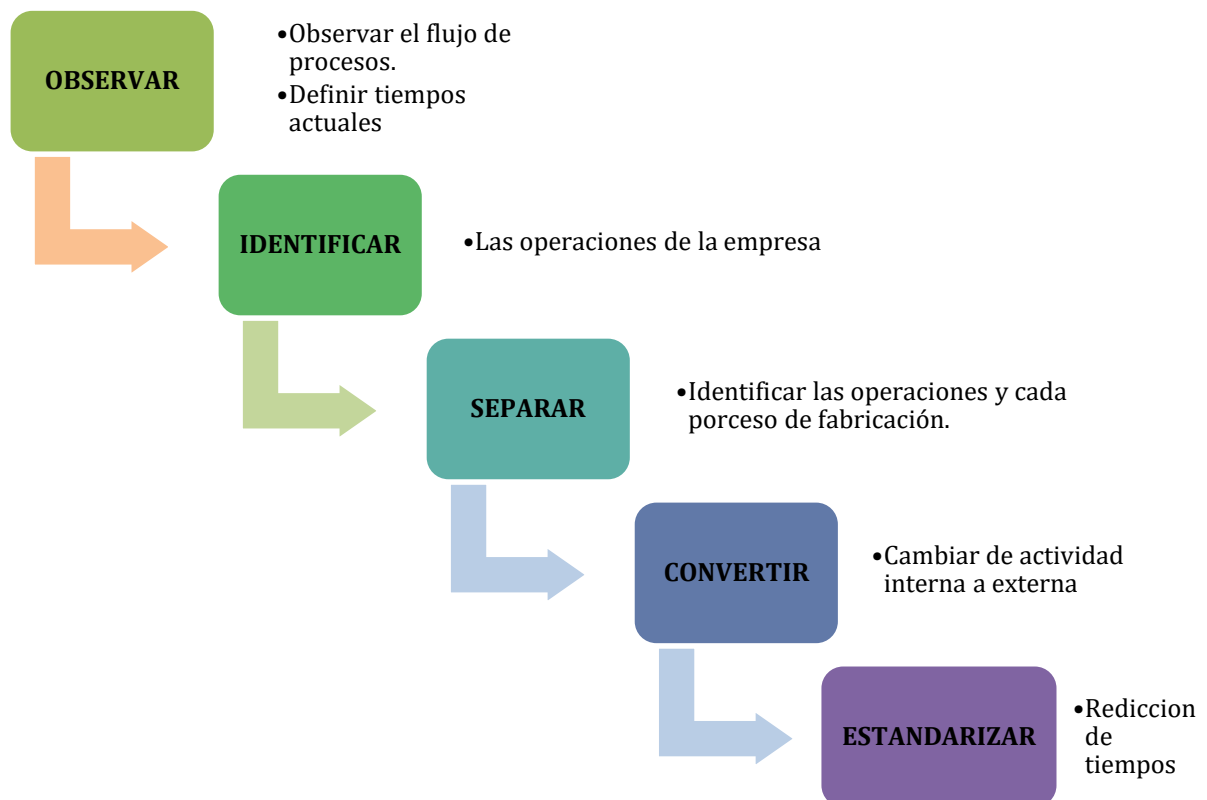


Figura 10. Arquitectura para la aplicación de SMED [21]

Según figura 10, hay cinco fases en total: La observación, la identificación, separación, conversión, estandarización Cada fase se desarrollará con más detalle en el proceso de discusión de resultados.

3.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.2.1 Resultados de la primera etapa del SMED objetivo

3.2.1.1 Actividad 1.- Análisis de la situación actual del proceso de elaboración del yogurt y queso

En primer lugar, se examina el historial de ventas del año 2023 de la empresa ASOCOLESIG, centrándose en los diversos productos que fabrica, estos productos se organizan en familias, como se detalla en las tablas siguientes de esta investigación, las cuales muestran tanto la cantidad como las ventas anuales de cada uno. Por lo que es importante identificar los productos que elabora la empresa ACOSOLESIG, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11. Productos elaborados en la empresa ASOCOLESIG.

N°	PRODUCTO	PRESENTACIÓN	SABOR
1	Yogurt	4 litros	Durazno
2	Yogurt	2 litros	Durazno
3	Yogurt	1 litro	Durazno
4	Yogurt	4 litros	Mora
5	Yogurt	2 litros	Mora
6	Yogurt	1 litro	Mora
7	Yogurt	4 litros	Frutilla
8	Yogurt	2 litros	Frutilla
9	Yogurt	1 litro	Frutilla
10	Queso grande	2libras	Mozzarella
12	Queso mediano	1 libra	Mozzarella
14	Queso pequeño	Media libra	Mozzarella

Las presentaciones de yogurt y queso mozzarella son las más populares y solicitadas tanto a nivel local como nacional. El tamaño y peso de las presentaciones se adaptan perfectamente a la demanda del producto. Además, el empaquetado en fundas herméticas permite que los consumidores accedan fácilmente a un producto de calidad a un precio asequible.

Así pues, teniendo conocimiento sobre ello, desde la Tabla 12 la Tabla 14 se muestran los productos de yogurt en sus diferentes presentaciones y sabores que la empresa ofrece, mientras

que en la Tabla 15 se detalla los productos de queso mozzarella, por lo que de esa forma esta información clasificada se utiliza para realizar el diagrama ABC, en base a la suma total de las ventas anuales de cada producto, sin embargo, hay que tomar en cuenta que no se realiza el diagrama a los productos ofertados que superen la cantidad de 130, pues a mayores variables el diagrama tiende a ser más subjetivo por la gran dispersión de datos.

Tabla 12. Ventas anuales del yogurt sabor a durazno en sus diferentes presentaciones.

N°	PRODUCTO	PRESENTACIÓN	SABOR	Cantidad	Ventas
1	Yogurt	4 litros	Durazno	1750	\$10.500,00
2	Yogurt	2 litros	Durazno	3500	\$10.500,00
3	Yogurt	1 litro	Durazno	1750	\$ 2.625,00
TOTAL				7000	\$23.625,00

Tabla 13. Ventas anuales del yogurt sabor a mora en sus diferentes presentaciones.

N°	PRODUCTO	PRESENTACIÓN	SABOR	Cantidad	Ventas
1	Yogurt	4 litros	Mora	1500	\$ 9.000,00
2	Yogurt	2 litros	Mora	3000	\$ 9.000,00
3	Yogurt	1 litro	Mora	1500	\$ 2.250,00
TOTAL				6000	\$20.250,00

Tabla 14. Ventas anuales del yogurt sabor a frutilla en sus diferentes presentaciones.

N°	PRODUCTO	PRESENTACIÓN	SABOR	Cantidad	Ventas
1	Yogurt	4 litros	Frutilla	1250	\$ 7.500,00
2	Yogurt	2 litros	Frutilla	2500	\$ 7.500,00
3	Yogurt	1 litro	Frutilla	1250	\$ 1.875,00
TOTAL				5000	\$16.875,00

Tabla 15. Ventas anuales del queso mozzarella en sus diferentes presentaciones.

N°	PRODUCTO	PRESENTACIÓN	SABOR	Cantidad	Ventas
1	Queso mediano	2 libras	Mozzarella	2200	\$11.000,00
2	Queso grande	1libra	Mozzarella	4400	\$14.300,00
3	Queso pequeño	Media libra	Mozzarella	2200	\$ 3.850,00
TOTAL				8800	\$29.150,00

Una vez que se han realizado todas las agrupaciones en familias, se procede a cuantificar el valor de cada una de ellas y, posteriormente, a elaborar el diagrama ABC. Se puede observar en la Tabla 16 la representación de cada una de estas familias, por lo que es importante destacar que en este análisis no se considera la cantidad de productos anuales, sino las ventas, ya que estas representan una mayor utilidad para la empresa.

A continuación, con el valor monetario de ventas se ordena de manera descendente de mayor a menor para determinar el porcentaje de participación de cada familia en base a las ventas totales

anuales, para esto se utiliza la ecuación (3.1); obtenido una vez el resultado se ubica en la columna designada “% de participación” de la Tabla 3.7.

$$\% \text{ de participación} = \frac{\text{Total de ventas en dólares del artículo } (\$)}{\text{Total de ventas en dolares de todos los artículos } (\$)} \quad (3.1)$$

$$\% \text{ de participación} = \frac{\$ 29.150}{\$ 89.900}$$

$$\% \text{ de participación} = 32,42\%$$

Después se calcula el porcentaje acumulado para lo cual se emplea la ecuación (3.2) y luego se procede a ubicar los resultados en la columna siguiente.

$$\% \text{ acumulado} = \% \text{ de participacion } i - 1 + \% \text{ de participaci3n } i \quad (3.2)$$

$$\% \text{ acumulado} = 0\% + 32,42\%$$

$$\% \text{ acumulado} = 32,42\%$$

La siguiente tabla muestra el análisis ABC de la empresa con los respectivos resultados obtenidos mediante las ecuaciones anteriores.

Tabla 16. Análisis ABC de la empresa ASOCOLESIG

PRODUCTO	CANTIDAD	VENTAS	% DE PARTICIPACIÓN	% ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
Queso Mozzarella	8800	\$29.150,00	32,42%	32,42%	A
Yogurt de Durazno	7000	\$23.625,00	26,28%	58,70%	A
Yogurt de Mora	6000	\$20.250,00	22,53%	81,23%	B
Yogurt de frutilla	5000	\$16.875,00	18,77%	100,00%	C
TOTAL	26800	\$89.900,00	100%		

Finalmente, se procede a la clasificación de las familias de productos en base a los criterios indicados en la siguiente tabla.

Tabla 17. Resumen del análisis ABC

Participación estimada	Clasificación de n	n	Participación n	Ventas	Participación Ventas
0% - 60%	A	2	50%	\$ 52.775,00	59%
61% - 80%	B	1	25%	\$ 20.250,00	23%
81% - 100%	C	1	25%	\$ 16.875,00	19%
Sumatoria		4	100%	\$ 89.900,00	100%

Análisis de los datos

Los productos de clase A son aquellos que generan un porcentaje de participación en ventas de hasta el 60%, los productos clase B son aquellos que van desde el 61% al 80% y por último los productos clase C representan el porcentaje restante.

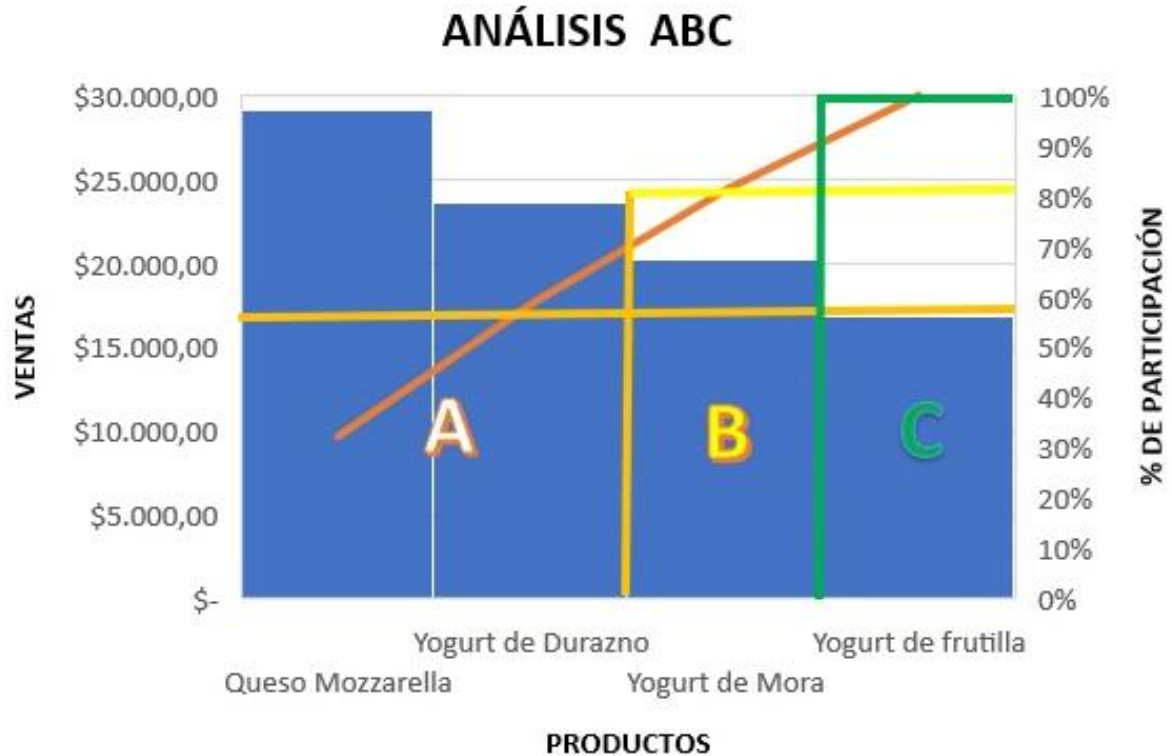


Figura 7. Análisis ABC de la empresa ASOCOLESIG

Por lo que en la Figura 7 se presenta la gráfica ABC de la investigación realizada, donde la cantidad de ventas que se realizan únicamente con los productos A son alrededor de \$ 52.775,00; el cual representa una participación del 59% en ventas, por otro lado, las ventas que se realiza con los productos B tornan a los \$ 20.250,00; el cual representa una participación del 23% en ventas, para finalmente, las ventas que se realizan con los productos C son de \$ 16,875,00; el cual representa el 19% de las ventas anuales de la empresa.

Ademas se muestra los productos de la familia ofertados por la empresa ASOCOLESIG en forma de diagrama ABC junto con los valores de ventas que se ha realizado en el año 2023. En cuanto a los productos A son: Queso Mozzarella, de esta manera en el desarrollo de la investigación se enfoca principalmente el que mayor venta produce, es decir, en el producto “Queso Mozzarella” ya que aporta grandes ganancias para la empresa y por tanto para la aplicación de la Técnica SMED se desarrollará en base a este.

3.2.1.2 Actividad 2.- Identificación de las áreas de producción para sus diferentes procesos.

Este proceso implica planificar cómo se ubicarán las distintas áreas o secciones de producción, como por ejemplo la zona de recepción de materias primas, las áreas de manufactura, almacenamiento de productos en proceso, áreas de empaque y embalaje, entre otras, por lo que la distribución adecuada de estas áreas tiene como objetivo optimizar el flujo de trabajo, minimizar tiempos de traslado y maximizar la eficiencia operativa.

En la empresa ACOSOLESIG, el proceso de producción de yogurt y queso mozzarella se lleva a cabo siguiendo el diagrama de bloques que se presenta en la figura 8

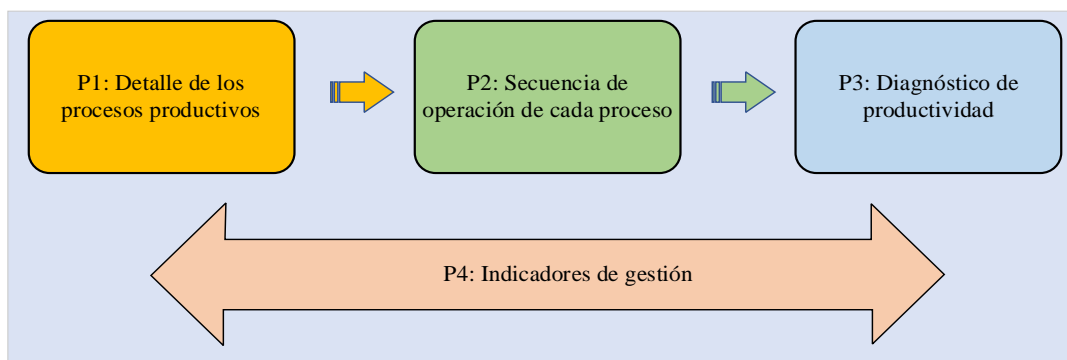


Figura 8. Diagrama general del proceso de producción.

La principal materia prima es la leche cruda, la cual es originaria del cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi. En la producción de queso mozzarella y yogurt, la sanidad es imperante de acuerdo con lo establecido en la normativa nacional vigente; el proceso enfocado en la producción del yogurt es mostrado en la figura 9, en forma de diagrama de fabricación.

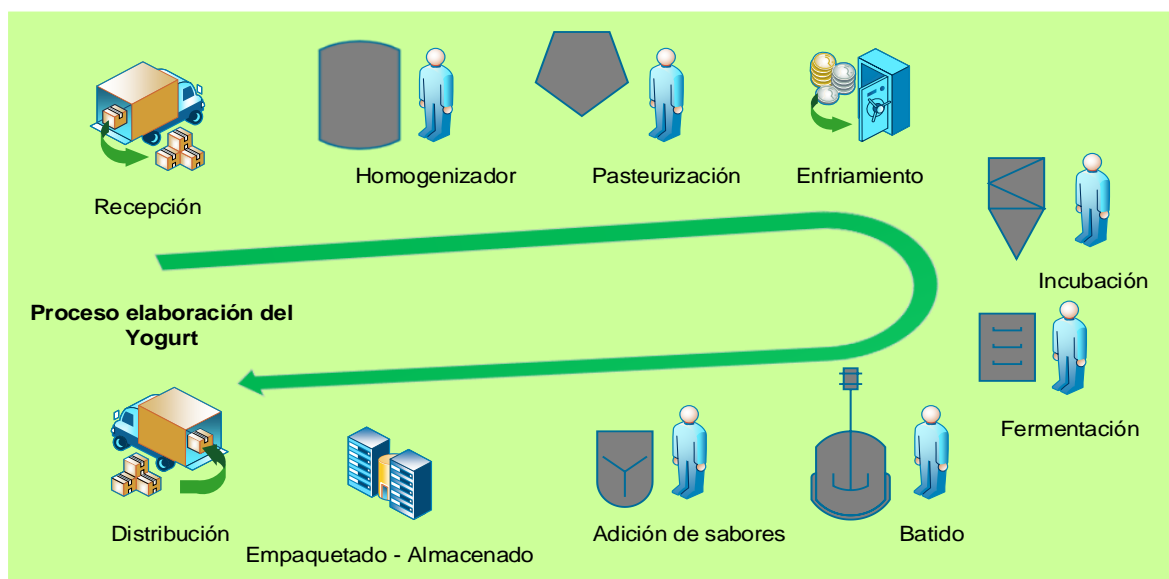


Figura 9. Diagrama de fabricación de Yogurt en la empresa ACOSOLESIG.

Por otra parte, se muestra el diagrama de fabricación del queso mozzarella con sus procesos de manera general.



Figura 10. Diagrama de fabricación de Queso en la empresa ACOSOLESIG.

Durante la producción de yogurt y queso mozzarella, se lleva a cabo un procedimiento principal que abarca desde la recepción de la materia prima hasta la culminación del proceso de elaboración de ambos productos lácteos.

El layout también puede tener en cuenta factores como la seguridad, la accesibilidad, la ergonomía y la capacidad de expansión futura. Además, es importante considerar la interacción entre las áreas de producción y cómo se comunican entre sí para garantizar una operación fluida y eficiente.

3.2.1.3 Layout planta ASOCOLESIG

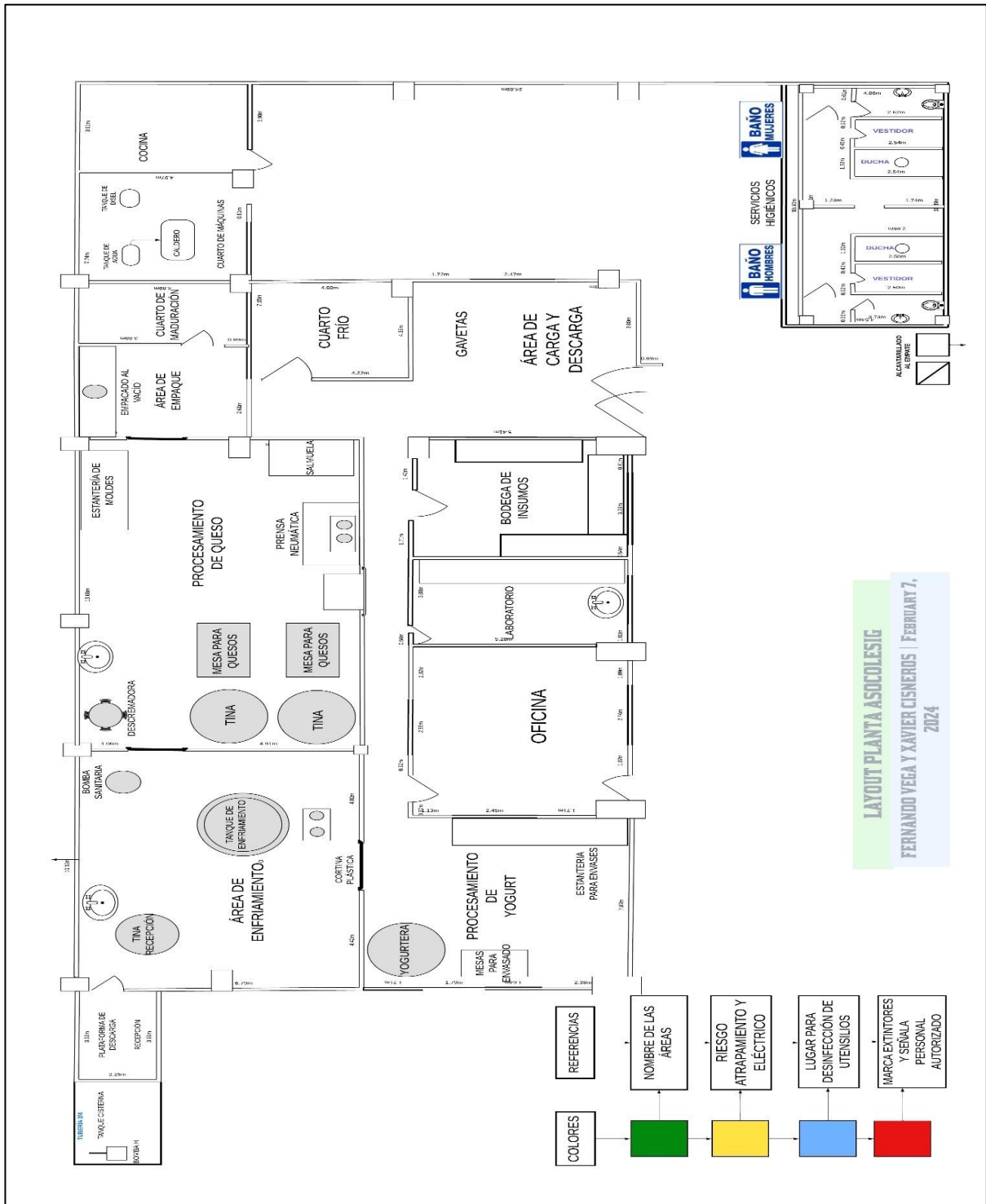


Figura 11. Layout de la empresa ASOCOLESIG

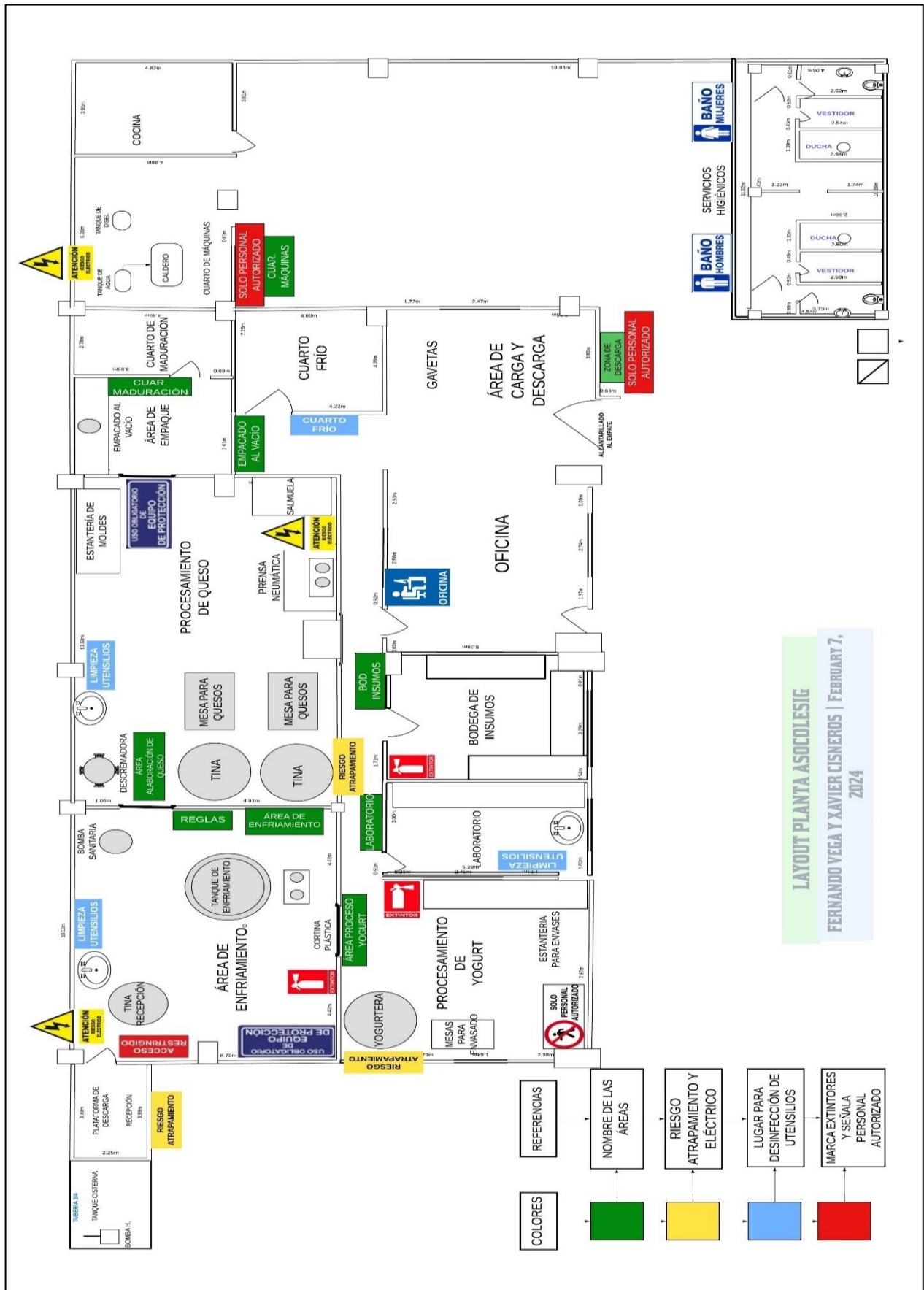
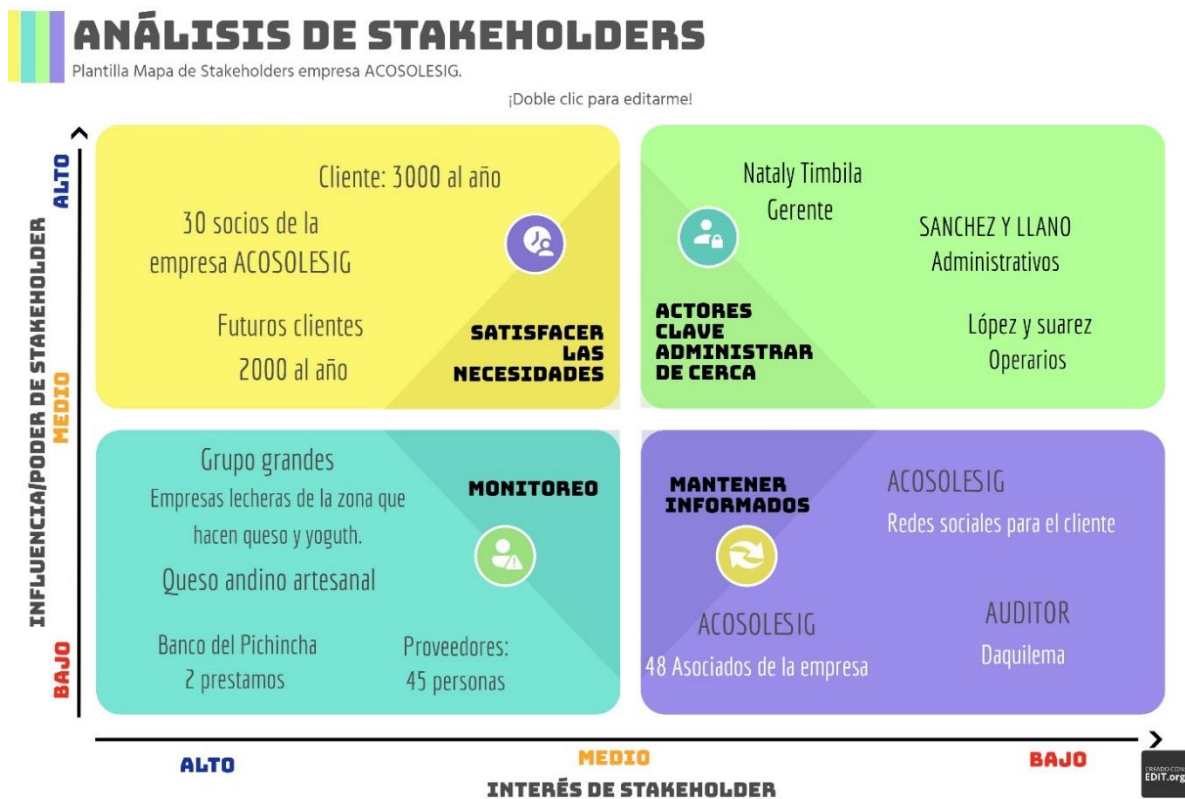


Figura 12. Layout de la empresa ASOCOLESIG identificando zonas de peligro

Figura 13: Análisis de Stakeholders interesados del producto.



En esta figura se expresa los agentes internos y externos de la empresa, en coordinación con los que están en relación con el producto, estos niveles se clasifican en influencia y poder, en la empresa se encontraron los siguientes: satisfacción de las necesidades, actores clave y de administración cercana, los que se deben monitorear de cerca y los que tienen que estar informados.

3.2.2 Etapa de Identificar y levantar la información método SMED.

3.2.2.1 Actividad 1.- Levantamiento de procesos de la empresa.

El uso de diagramas de flujo para estimar los tiempos de producción es una práctica que ahorra tiempo y contribuye a una planificación más eficaz en la elaboración de yogurt y queso mozzarella. Se busca reducir el tiempo de producción y mejorar la eficiencia mediante la implementación de la metodología SMED. En cuanto a la fijación de precios, se ajustan de acuerdo con las condiciones del mercado local, con el fin de alcanzar un volumen significativo de ventas para la empresa ACOSOLESIG. La empresa se enfoca en posicionar sus productos resaltando sus características físicas y perceptibles, respaldado por una publicidad clara y

concreta que se adapte a las preferencias del consumidor. La distribución de los productos se realiza en tiendas urbanas, rurales y supermercados.

La empresa cuenta con una distribución de planta que facilita la producción de yogurt y queso mozzarella, tal como se ilustra en la siguiente figura.

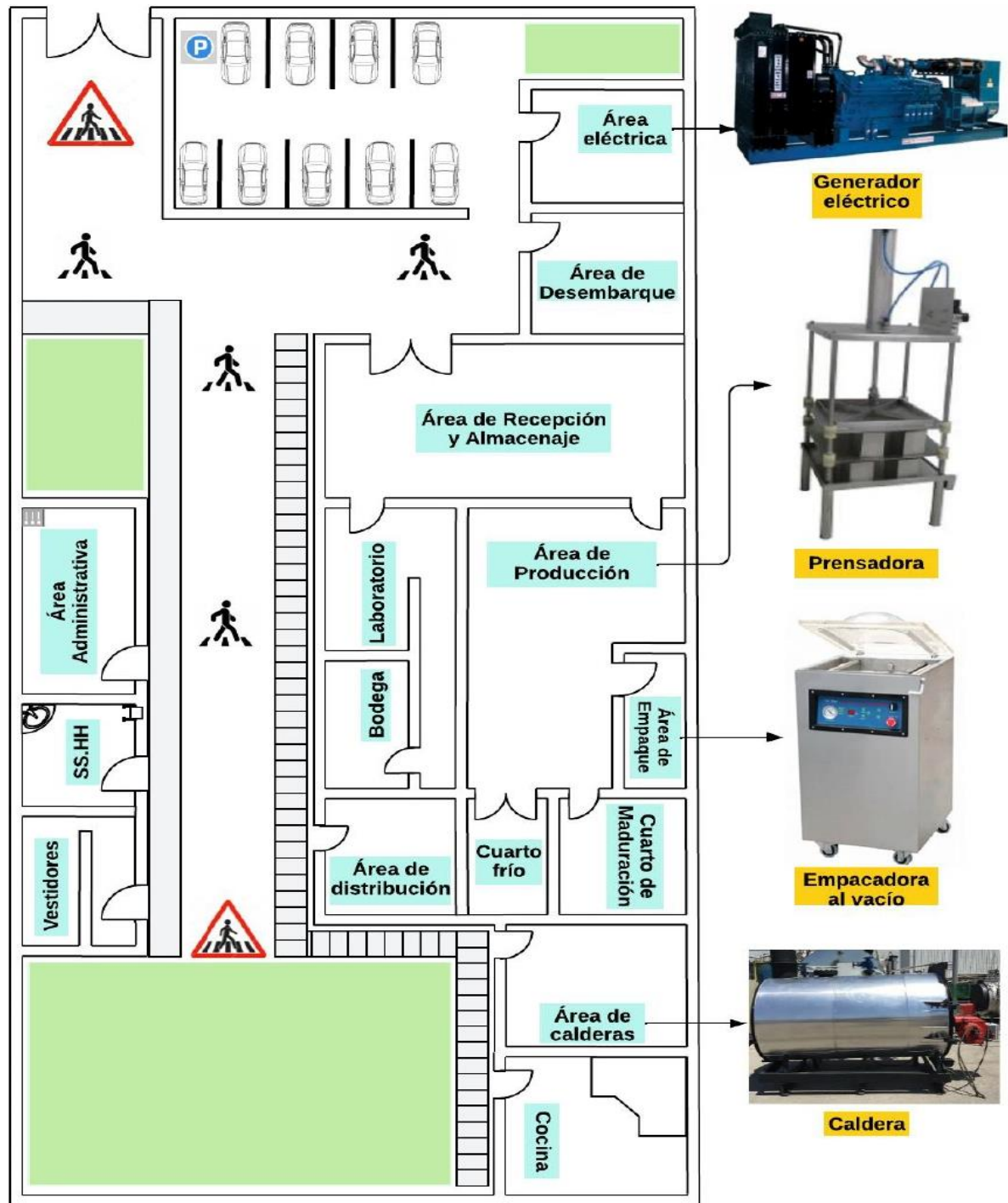


Figura 14. Distribución de la planta ACOSOLESIG

En la producción de yogurt y queso mozzarella, se observa una disminución en la eficiencia, como se puede apreciar en la figura 14. Esto se debe a la distancia que se debe recorrer al llevar

la materia prima a las calderas, para luego regresar a utilizar la descremadora, la balanza, el medidor de acidez, y volver nuevamente a las calderas. Estas tareas repetitivas no solo generan pérdida de tiempo, sino que también causan desgaste en el operador. Además, la disposición de los equipos y máquinas no es la más eficiente, ya que se cruzan con otras actividades. Se sugiere una disposición lineal o en forma de "U" para mejorar la productividad en la elaboración de yogurt y queso mozzarella.

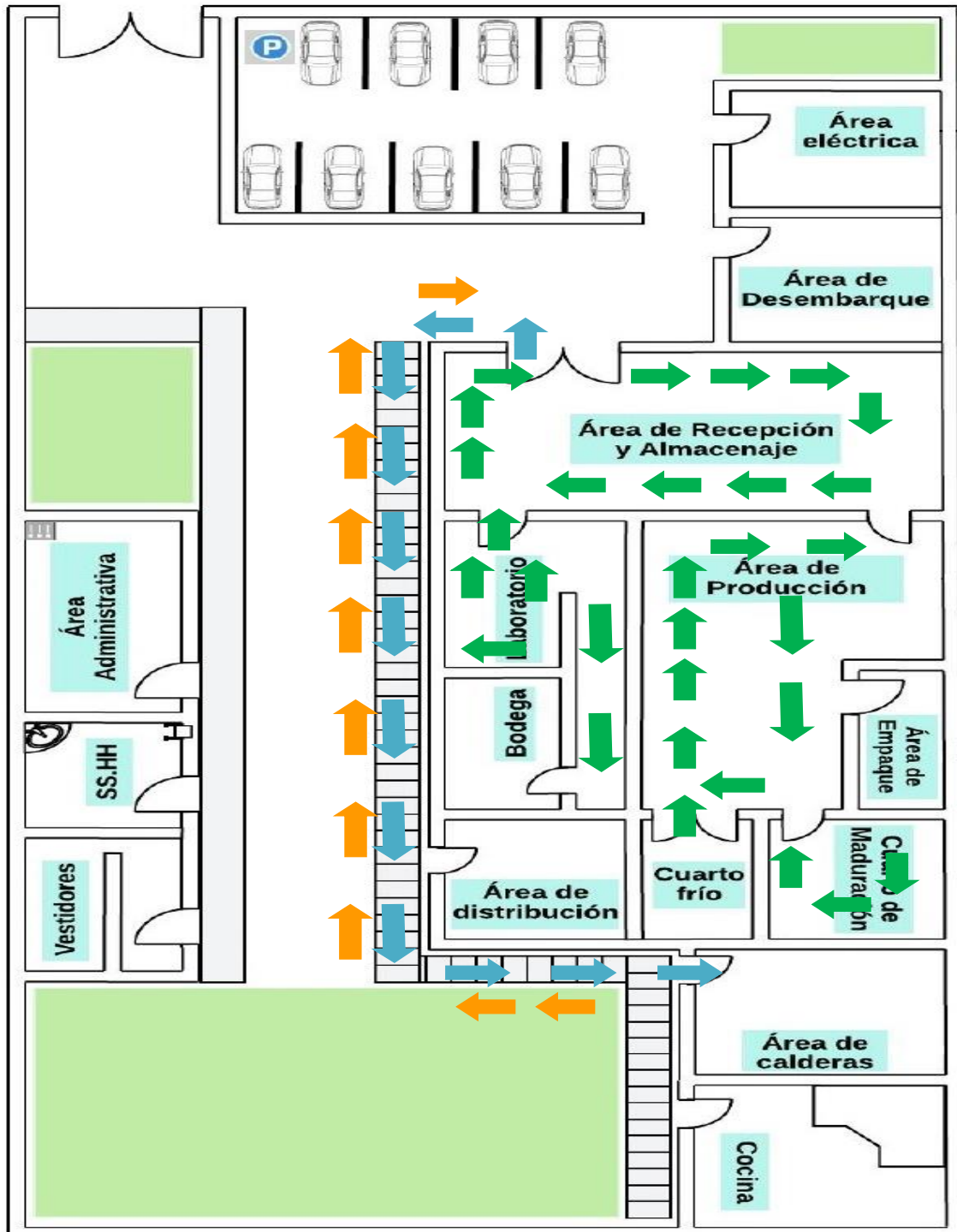


Figura 15. Layout para la elaboración del queso mozzarella y yogurt.

En la disposición actual de la planta, el trabajador debe desplazarse largas distancias, lo cual no es eficiente para la elaboración de yogurt o queso mozzarella, como se evidencia en la siguiente figura.

A continuación, se presentará una referencia sobre las actividades del trabajador y la distancia que debe recorrer para llegar a la máquina o equipo necesario en la producción de yogurt o queso mozzarella.

La empresa ACOSOLESIG tiene en su planta de producción maquinaria y equipo de tipo industrial, la mayoría de estos son fabricados industrialmente con materiales inoxidables y son de tipo eléctrico. La tabla incluye el nombre, tipo, marca y cantidad de cada equipo, así como su estado actual y nivel de criticidad, representado mediante un sistema de semáforo (rojo para alto, naranja para medio y verde para bajo). También se detalla el tipo de mantenimiento requerido, basado en la operatividad y el tiempo de trabajo de cada máquina, así como los años de operación de cada equipo en la empresa.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de recorrido en la elaboración del queso mozzarella.

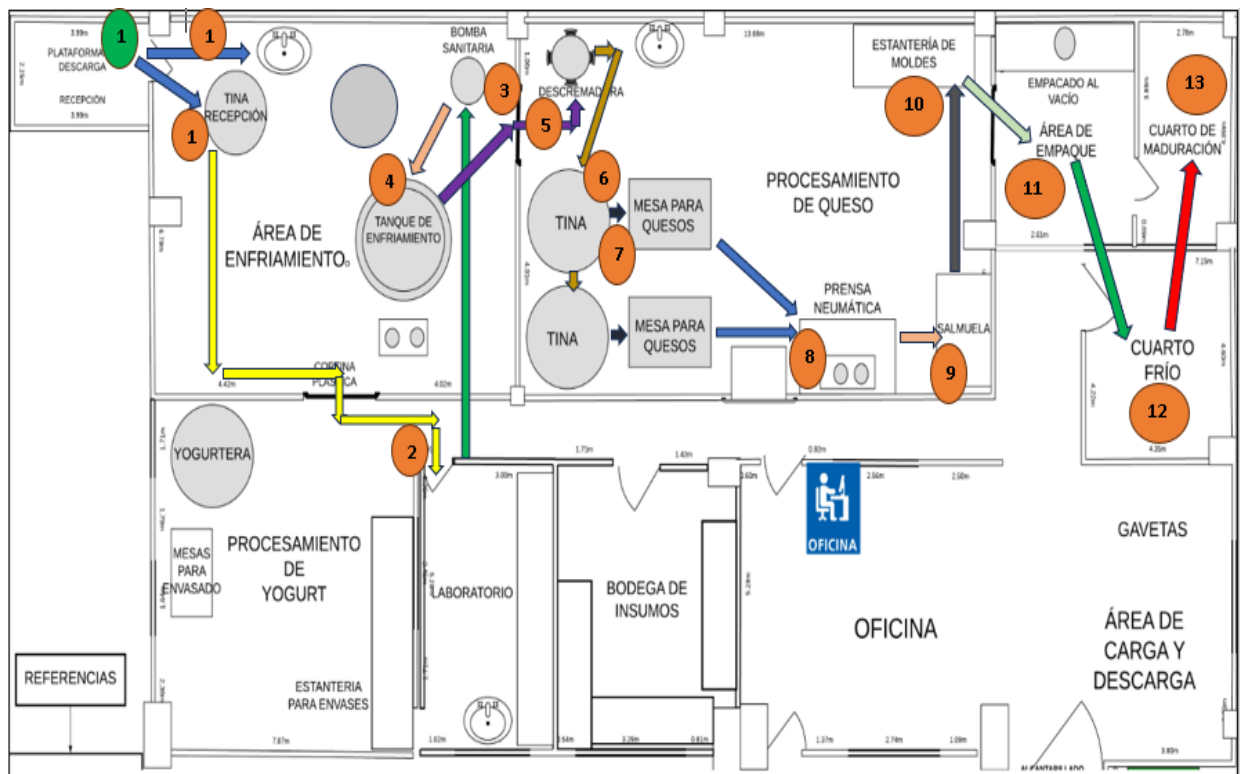


Figura 16: Diagrama de recorrido

En la figura 16 se observa el diagrama de recorrido del proceso de elaboración del queso mozzarella, analizando las rutas, trayectorias, ubicación de equipos y estaciones de trabajo, distancias y tiempos recorridos del operador durante todo el proceso.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de recorrido en la elaboración del yogurt, detallando el recorrido que se realiza durante todo el proceso.

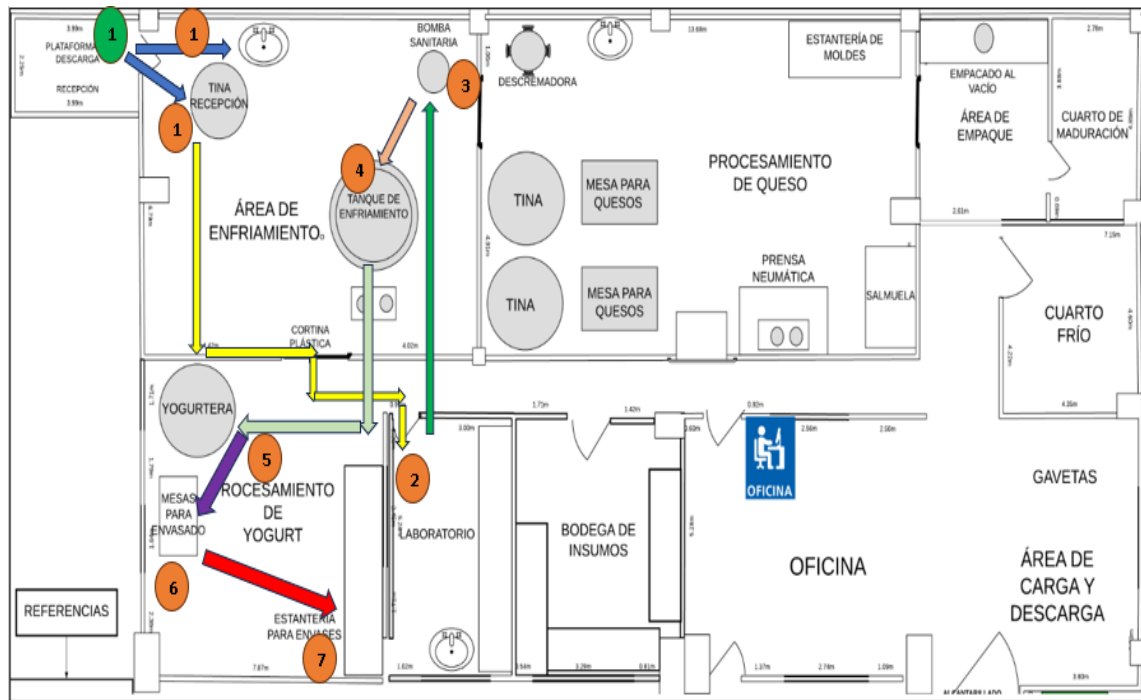


Figura 17: Diagrama Ishikawa invertido del área de producción.

Se observa el diagrama de recorrido del proceso de elaboración del yogurt, esto permite observar las trayectorias posibles mejoras para optimizar la movilidad en el proceso productivo.

Tabla 18. Equipos y maquinarias en la empresa ACOSOLESIG

No.	N° de parte	Equipo	Tipo	Marca	Cantidad	Status	Criticidad	Tipo de mantenimiento	Años de operación
1	N/A	Calderas	Industrial	Industrial	2	Disponible	Alta	Preventivo	5
2	N/A	Pasteurizadora	Eléctrico	Industrial	1	Disponible	Alta	Preventivo	6
3	N/A	Descremadora	Eléctrico	Industrial	1	Disponible	Alta	Preventivo	5
4	N/A	Cámara de frío	Eléctrico	Industrial	2	Disponibles	Mediana	Preventivo	5
5	N/A	Cuarto refrigerado	Eléctrico	Industrial	1	Disponible	Alta	Preventivo	7
6	N/A	Empacadora al vacío	Eléctrico	Industrial	1	Disponible	Baja	Correctivo	3
7	N/A	Refrigerador	Eléctrico	Industrial	2	Disponibles	Baja	Correctivo	5
8	N/A	Balanza	Eléctrico	Industrial	1	Disponible	Baja	Correctivo	4
9	N/A	Prensadora	Eléctrico	Industrial	1	Disponible	Mediana	Preventivo	4
10	N/A	Generador Eléctrico	Eléctrico	Industrial	1	Disponible	Mediana	Preventivo	3
11	N/A	Moldeador	Eléctrica	Industrial	1	Disponible	Mediana	Preventivo	6

3.2.2.2 Actividad 2.- Identificación de los aspectos principales que perjudican los procesos productivos.

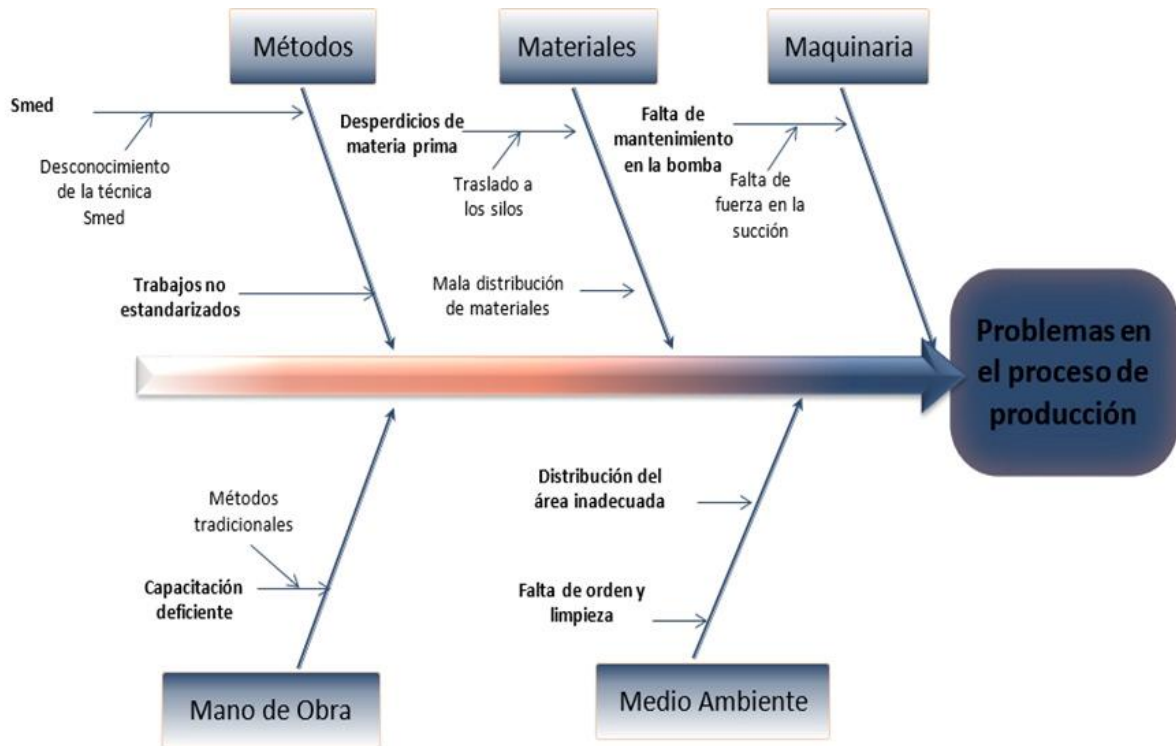


Figura 18: Diagrama Ishikawa invertido del área de producción.

3.2.3 Etapa de Separación la información método SMED.

En esta etapa se realiza cursogramas, diagramas, de la empresa para identificar el área a optimizar, y conocer donde existen falencias.

3.2.3.1 Cursogramas y Diagramas de operaciones Sinópticos.

El cursograma sinóptico muestra las relaciones y secuencias entre las diferentes actividades del proceso mediante el uso de símbolos y líneas conectivas. Estos símbolos representan diferentes tipos de actividades, como operaciones, inspecciones, transporte, almacenamiento, entre otros. Las líneas conectivas indican la secuencia de las actividades y cómo se relacionan entre sí.

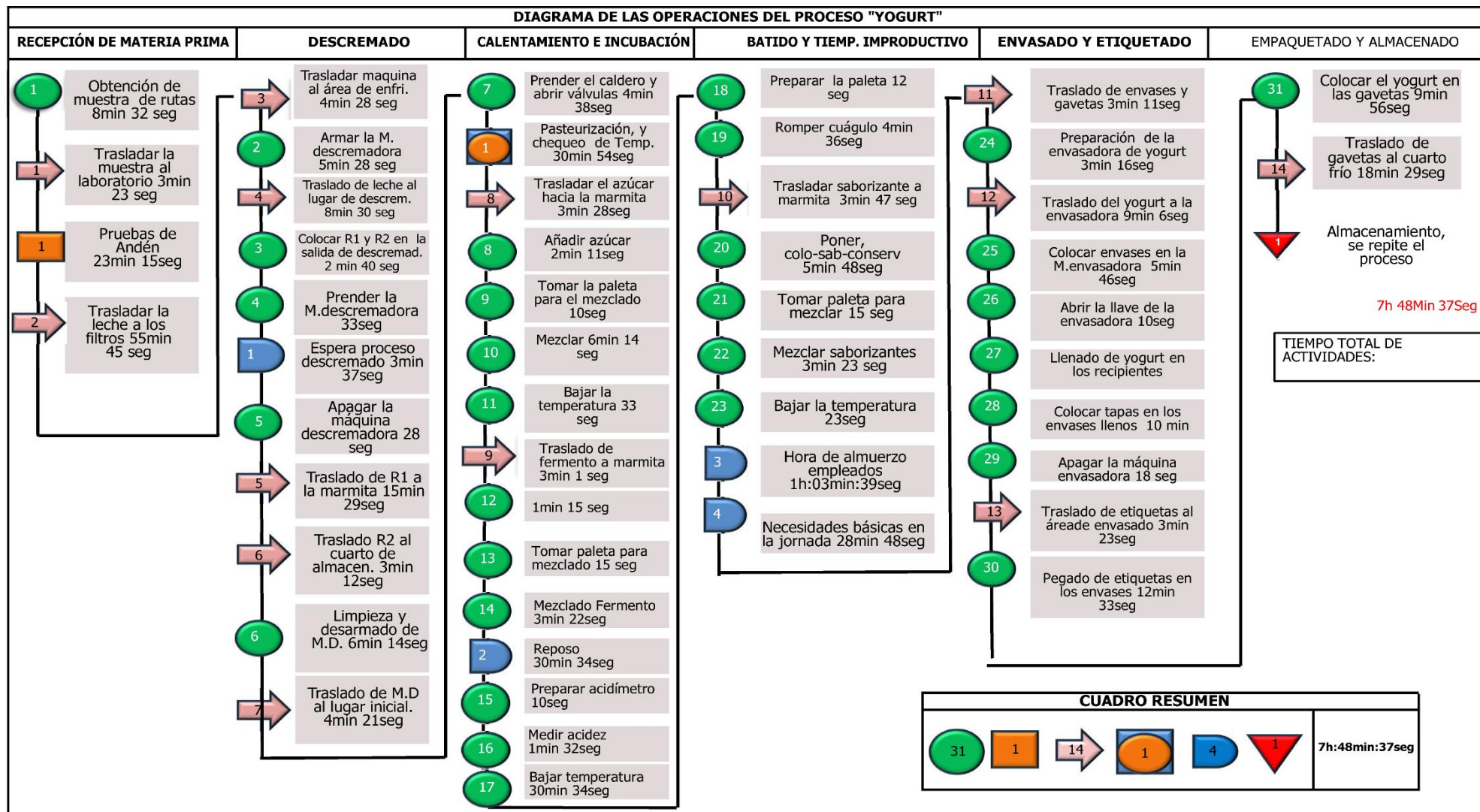
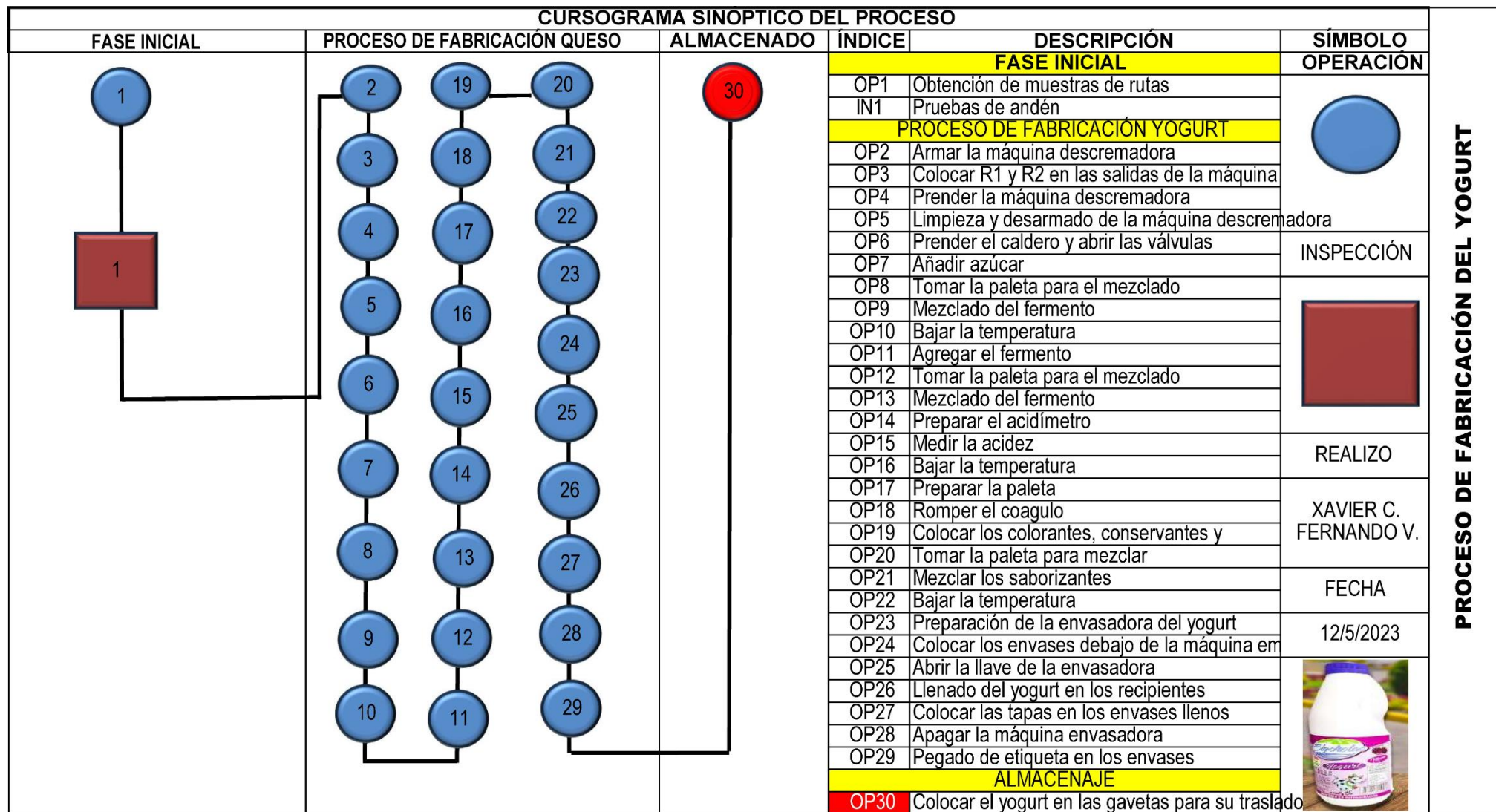


Figura 19. Diagrama de operaciones del yogurt



PROCESO DE FABRICACIÓN DEL YOGURT

Figura 20. Cursograma de operaciones del Yogurt

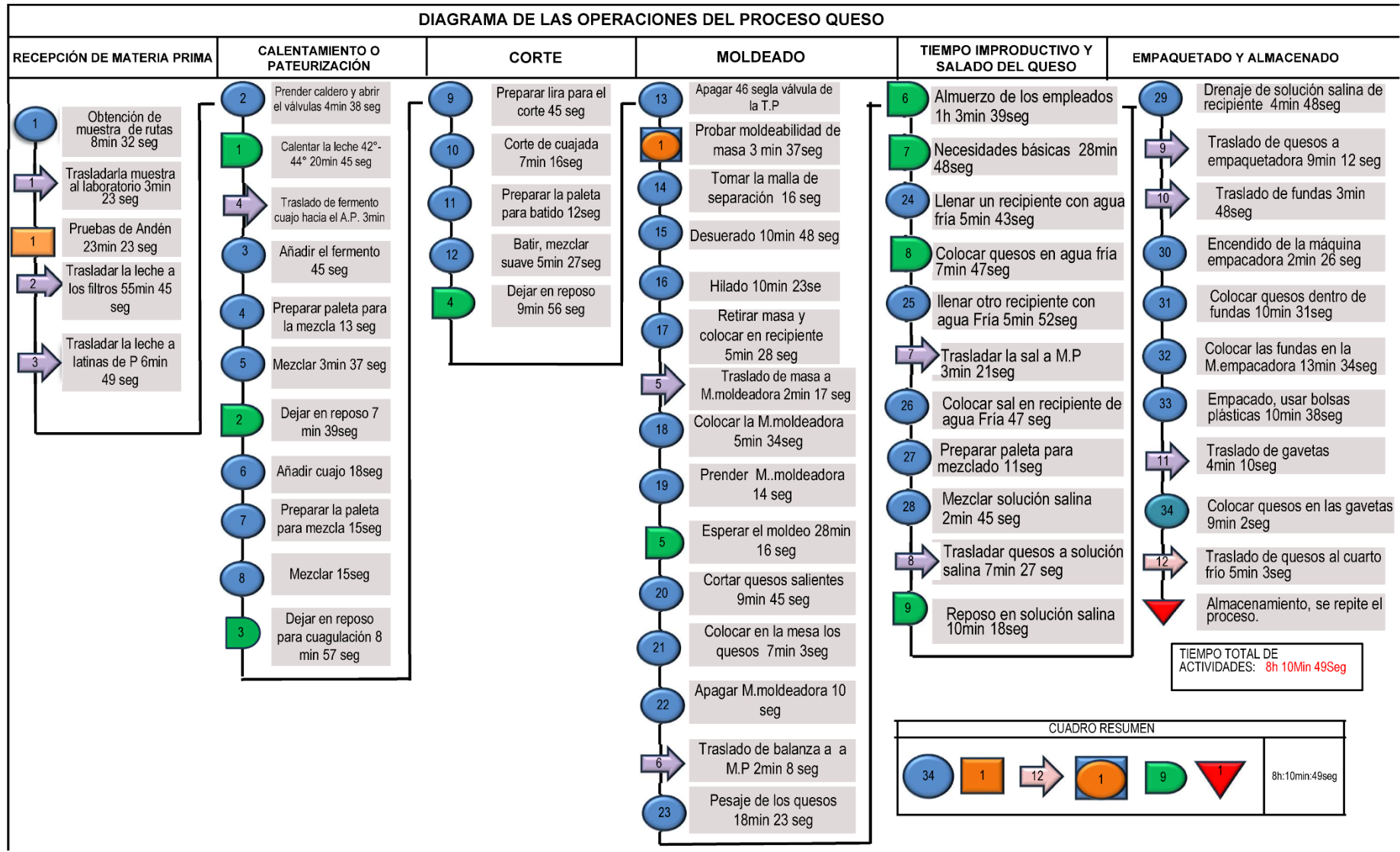


Figura 21. Diagrama de operaciones del queso

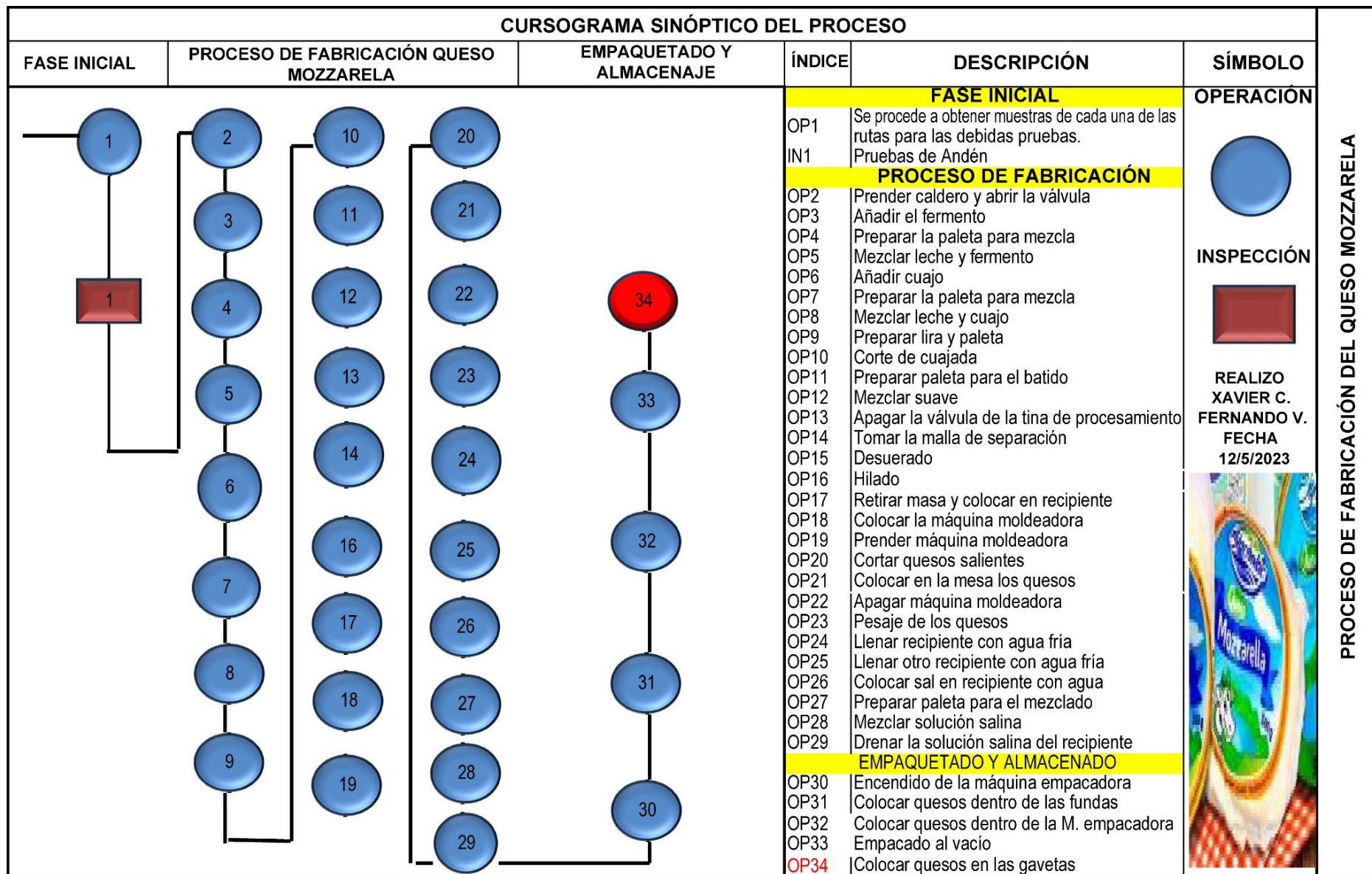














Figura 22. Cursograma de operaciones del queso

3.2.3.2 Cursograma Analítico y VSM del queso

A continuación, se presenta el cursograma analítico en la elaboración del queso

Tabla 19. Cursograma analítico de la elaboración del queso

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO "QUESO"		RESUMEN									
Hoja N° ____ De: ____ Diagrama N°: ____		Opera r.	x	Mate r.	Maqu i.						
Proceso: _____		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro	Econ.					
Fecha: _____			Operación	35							
El estudio			Transporte	12							
Inicia: _____			Inspección	1							
Método: Actual: ____ Propuesto: ____			Espera	8							
Producto: QUESO			Almacenaje	1							
Nombre del operario/a: Sr. Lema			Inspección-operación	1							
Elaborado por: Fernando Vega- Xavier Cisneros		Total de Actividades realizadas		58							
Tamaño del Lote: 1		Distancia total en metros		54							
		Tiempo min/hombre		0							
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS						
											
RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA											
1	Se procede a obtener muestras de cada una de las rutas para las debidas pruebas.			0:08:32							
2	Trasladar la muestra al labotario	250 ml	9,32	0:03:23							
3	Se realiza las pruebas de alcohol, acidez y de laboratorio.			0:23:15							
4	Se traslada toda la leche cruda hasta los silos, filtrando las impurezas.	1000	7,00	0:55:45							
5	Trasladar la leche cruda a las tinas de procesamiento	550 lt	3,45	0:06:49							
CALENTAMIENTO											
6	Prender el caldero y abrir las válvulas de vapor.			0:04:38							
7	Se calienta la leche a una temperatura	42°-44°		0:20:45							
8	Trasladar el fermento y el cuajo hacia el área de procesamiento de quesos.		5,34	0:03:46							
9	Añadir el fermento	1.1 lt		0:00:45							
10	Preparar la paleta para la mezcla			0:00:13							
11	mezclar			0:03:37							
12	Dejar en reposo			0:07:39							
13	Añadir cuajo	10 ml		0:00:18							
14	Preparar la paleta para la mezcla			0:00:15							
15	mezclar			0:03:38							
16	Dejar que repose hasta que cuagule			0:08:57							
CORTE											
17	Tomar la lira y preparar para el corte			0:00:45							
18	Corte de cuajada como el tamaño de los granos de maíz			0:07:16							

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO "QUESO"									
19	Preparar la paleta para el batido		0:00:12						
20	Batido, mezclar suave para que exista mayor concentración		0:05:27						
21	Dejar en reposo para que se separen las sustancias líquidas de las sólidas.		0:09:56						
MOLDEADO									
22	Apagar la válvula de la tina de preparación		0:00:46						
23	Acidificación, tomar una muestra de la mezcla y se observa si está lo suficientemente lisa y moldeable.	113, 39 gr	0:03:37						
24	Tomar la malla de separación		0:00:16						
25	Desuerado, separar el suero utilizando una malla que funciona como un tamiz para evitar el desperdicio del cuajo.		0:10:48						
26	Hilado, la cuajada se extrae del agua, se amasa y luego se vuelve a sumergir en el agua para mantenerla caliente.		0:10:23						
27	Retirar la masa y colocar en un recipiente		0:05:28						
28	Trasladar la masa a la máquina moldeadora	3,42	0:02:17						
29	Colocar en la máquina moldeadora		0:05:34						
30	Prender la máquina moldeadora		0:00:14						
31	Esperar el moldeo		0:28:16						
32	Cortar los quesos salientes	10-15 cm	0:09:45						
33	Colocar en la mesa los quesos cortados		0:07:03						
34	Apagar la máquina moldeadora		0:00:10						
35	Traslado de la balanza eléctrica hacia la mesa de producción	3,26	0:02:08						
36	Pesaje de los quesos	500 gr	0:18:23						
TIEMPO IMPRODUCTIVO									
37	Almuerzo de los empleados		1:03:39						
38	Necesidades básicas en toda la jornada		0:28:48						
SALADO DEL QUESO									
39	Llenar un recipiente con agua fría		0:05:43						
40	Enfriamiento, Se sumergen los quesos en agua fría para prevenir su deformación.		0:07:47						
41	Llenar otro recipiente con agua fría		0:05:52						
42	Trasladar la sal hacia la mesa de producción	5, 38	0:03:21						
43	Colocar la solución salina en el recipiente con agua fría	5lb	0:00:47						
44	Preparar paleta para el mezclado		0:00:11						
45	Mezclar la solución salina		0:02:45						
46	Trasladar los quesos al recipiente salino	0,53	0:07:27						
47	Reposo en solución salina		0:10:18						
EMPAQUETADO									
48	Drenaje del agua salada del recipiente		0:04:48						
49	Traslado del recipiente con los quesos hacia la empaquetadora	7,15	0:09:12						
50	Traslado de fundas	5,29	0:03:48						

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO "QUESO"				
51	Encendido de la máquina		0:02:26	•
52	Colocar los quesos dentro de las fundas		0:10:31	•
53	Colocar las fundas en la máquina empacadora		0:13:34	•
54	Empacado, usar bolsas plásticas.		0:10:38	•
55	Traslado de gavetas	5,27	0:04:10	•
ALMACENAMIENTO				
56	Colocar los quesos en las gavetas		0:09:02	•
57	Trasladar los quesos al cuarto de almacenamiento	4,32	0:05:03	•
58	Almacenamiento, el queso permanece en espera hasta que la producción anterior haya concluido.		0:00:00	•
TOTAL		<u>m</u>	54,35	8:10:49
Observaciones:				

Se presenta un resumen que indica la cantidad de operaciones, transporte, almacenamiento, demoras e inspección, junto con la duración y la distancia correspondiente. El análisis de tiempos y movimientos exhibe cómo el jefe de producción lleva a cabo las 58 actividades.

En la siguiente figura se observa el cursograma analítico del proceso del yogurt.

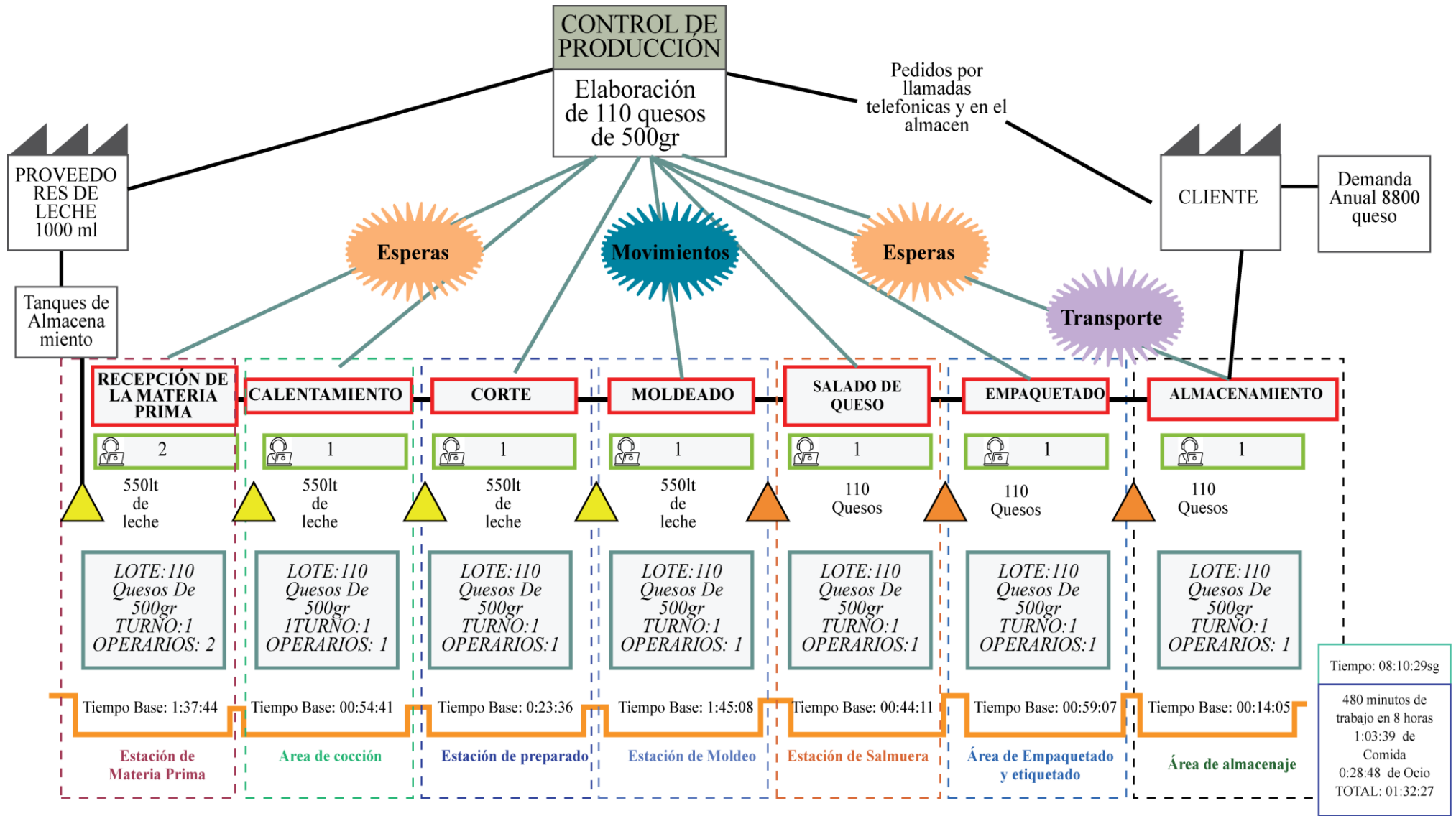


Figura 23: VSM actual del proceso productivo de elaboración de queso

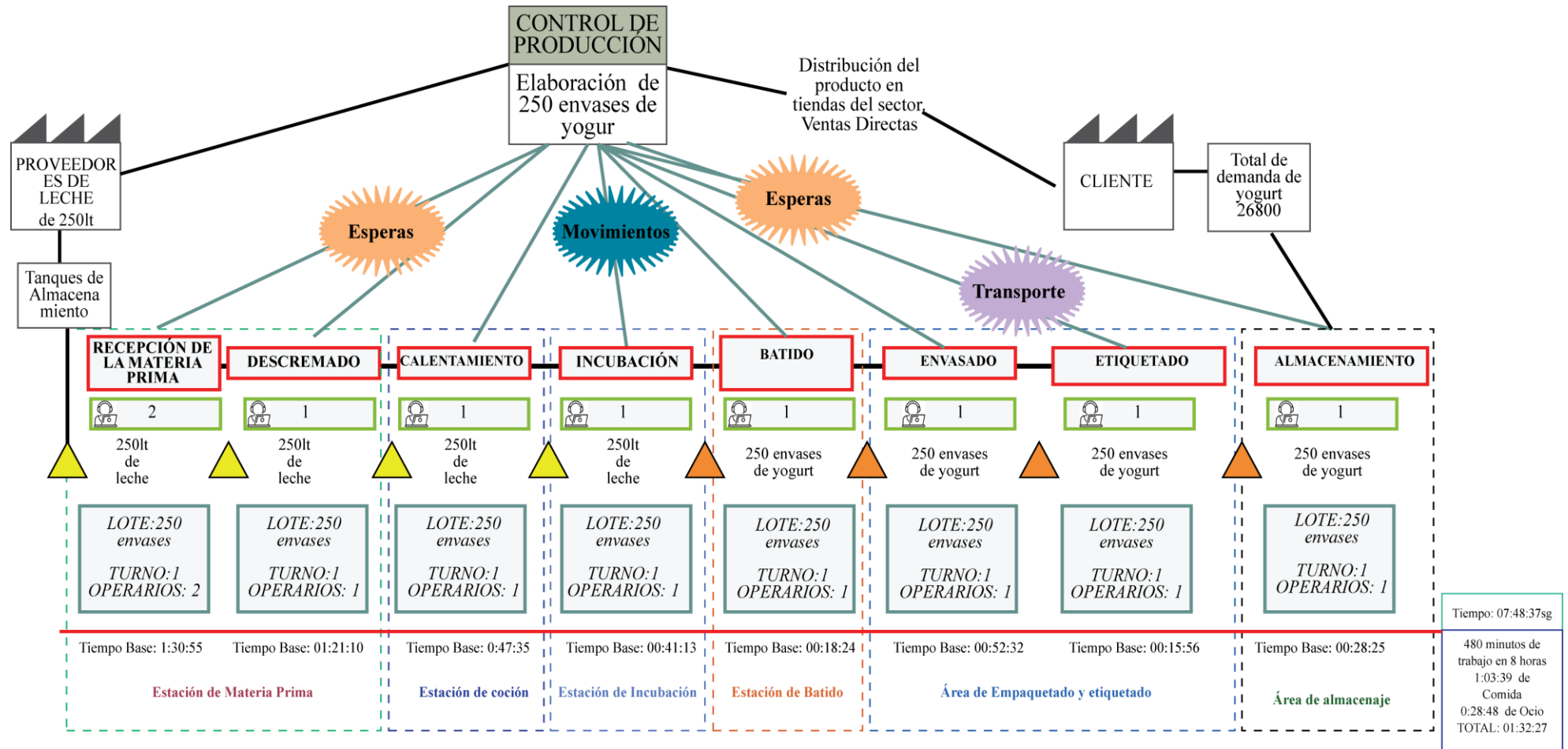














Figura 24: VSM actual del proceso productivo de elaboración del yogurt

3.2.3.3 Cursograma Analítico y VSM del Yogurt

El cursograma permite identificar la cantidad de actividades que el proceso posee, siendo un total de 52 actividades, con 4 actividades de espera, una de inspección, una de almacenaje y otra de inspección y 14 actividades de transporte y 31 de operaciones.

Tabla 20. Cursograma analítico de la elaboración del Yogurt.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO "YOGURT"											
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar.		Mater.	Maqui.						
Proceso: _____		RESUMEN									
Fecha: _____		SÍMBOLO		ACTIVIDAD	Act.	Pr o.					
El estudio Inicia: _____				Operación	31						
Método: Actual: _____ Propuesto: _____				Transporte	14						
Producto: YOGURT				Inspección	1						
Nombre del operario/a: Sr.Vaca				Espera	4						
Elaborado por: Fernando Vega-				Almacenaje	1						
Xavier Cisneros				Inspección-operación	1						
Tamaño del Lote: 1				Total de Actividades realizadas	52						
				Distancia total en metros	44						
				Tiempo min/hombre	0						
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo en h-seg-min	SÍMBOLOS PROCESOS						
											
RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA											
1	Se procede a obtener muestras de cada una de las rutas para las debidas pruebas.			0:08:32							
2	Trasladar la muestra al laboratorio	250 ml	9, 32	0:03:23							
3	Pruebas de andén, se realiza las pruebas de alcohol, acidez y de laboratorio.			0:23:15							
4	Se traslada toda la leche cruda hasta las tinas de enfriamiento, filtrando las impurezas.	1000 lt	7	0:55:45							
DESCREMADO											
5	Trasladar la máquina descremadora del laboratorio hasta el área de enfriamiento		5, 24	0:04:28							
6	Armar la máquina descremadora			0:05:28							
7	Trasladar la leche cruda al lugar de descremado	250 lt	2,3	0:08:30							
8	Colocar dos recipientes en la salida de la descremadora (R1:leche descremada; R2:Crema)			0:02:40							
9	Prender la máquina descremadora			0:00:33							
10	Esperar el proceso de descremado			0:29:47							
11	Apagar la máquina descremadora			0:00:28							
12	Traslado de R1 a la marmita		3,36	0:15:29							
13	Traslado del R2 de crema al cuarto de almacenamiento		7,12	0:03:12							
14	Limpieza y desarmado de la máquina descremadora			0:06:14							
15	Traslado de la máquina al laboratorio		5,24	0:04:21							
CALENTAMIENTO											
16	Prender el caldero y abrir las válvulas de vapor.			0:04:38							
17	Pasteurización, se calienta la leche a una temperatura 72 a 75°C.			0:30:54							
18	Trasladar el azúcar de la bodega hacia la marmita		3,27	0:03:28							
19	Añadir azúcar	20 lb		0:02:11							
20	Tomar la paleta para el mezclado			0:00:10							
21	Mezclar			0:06:14							
INCUBACIÓN											

22	Bajar la temperatura	45°		0:00:33															
23	Trasladar el fermento hacia la marmita		3,27	0:03:01															
24	Agregar fermento	2,5 lt		0:01:15															
25	Tomar la paleta para el mezclado			0:00:15															
26	Mezclar el fermento			0:03:22															
27	Reposo			0:30:34															
28	Preparamos el acidímetro para medir el PH			0:00:10															
29	Medir la acidez (ph 4.0-4.6)			0:01:32															
30	Bajar la temperatura	20°		0:00:31															
BATIDO																			
31	Preparar la paleta			0:00:12															
32	Romper coágulo con las paletas			0:04:36															
33	Trasladar los saborizantes a la marmita		3,35	0:03:47															
34	Adicionar, colorante, saborizante, conservantes.			0:05:48															
35	Tomar la paleta para el mezclado			0:00:15															
36	Mezcla de saborizantes.			0:03:23															
37	Bajar la temperatura de la marmita	10°-15°		0:00:23															
TIEMPO IMPRODUCTIVO																			
38	Almuerzo de los empleados			1:03:39															
39	Necesidades básicas en toda la jornada			0:28:48															
ENVASADO																			
40	Traslado de envases y gavetas		3,54	0:03:11															
41	Preparación de la envasadora del yogurt			0:03:16															
42	Traslado del yogurt a la envasadora		1,5	0:09:06															
43	Colocar los envases debajo de la máquina envasadora			0:05:46															
44	Abrir la llave de la envasadora			0:00:10															
45	Llenado de yogurt en los recipientes			0:20:45															
46	Colocar las tapas en los envases llenos			0:10:00															
47	Apagar la máquina envasadora			0:00:18															
ETIQUETADO																			
48	Traslado de etiquetas de la bodega al área de producción del yogurt		3,56	0:03:23															
49	Pegado de etiquetas en los envases de yogurt			0:12:33															
ALMACENAMIENTO																			
50	Colocar el yogurt en las gavetas			0:09:56															
51	Trasladar las gavetas al cuarto frío		10,58	0:18:29															
52	Almacenamiento hasta que le producción anterior se haya acabado			0:00:00															
			43,51	7:48:37															
Observaciones:																			

En este se presenta un resumen que indica la cantidad de operaciones, transporte, almacenamiento, demoras e inspección, junto con la duración y la distancia correspondiente. El análisis de tiempos y movimientos exhibe cómo el jefe de producción lleva a cabo las 52 actividades.

3.2.3.4 Diagramas Hombre-Máquina para las áreas de producción de yogurt y queso

Se han identificado las operaciones que contienen mayor carga y uso de tiempo, tanto en la producción del yogurt como la del queso mozzarella. El diagrama hombre-máquina permite conocer las deficiencias que presenta cada área y corregirlas. El diagrama hombre-máquina es una herramienta valiosa para analizar y mejorar la eficiencia y la seguridad en el entorno de trabajo, permitiendo una mejor comprensión de cómo los humanos interactúan con las

máquinas y cómo estas interacciones pueden optimizarse para aumentar la productividad y reducir el riesgo de accidentes y lesiones.

En la siguiente figura se muestra el diagrama hombre máquina de la recepción del yogurth.

Tabla 21: Diagrama Hombre Máquina

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA			Estudio #1			
Producto: Yogurt			Fecha: 10/01/2024			
Material: Leche cruda			Elaborado por: Cisneros y Vega.			
Operación: Recepción de la materia prima			Revisado por: Ing. Cristian Caisapanta			
Máquinas: Máquina 1 Bomba, máquina 2 "Detector de antibióticos", máquina 3 A "nalizador de composición de leche"			Método de cronometraje: Precisión del cronómetro:			
Elementos del Proceso	Operario	Escala	Máquina 1 Bomba	Máquina 2 Detector de antibióticos	Máquina 3 Analizador de composición de la leche	
Tiempo-(min)						
Se procede a obtener muestras de cada una de las rutas para las debidas pruebas.		0:08:32	Ocio	Ocio	Ocio	
Trasladar la muestra al labotario		0:03:23	Ocio	Ocio	Ocio	
Prender la máquina 2 y 3		0:01:05	Ocio			
Colocar la muestra en la máquina 2		0:01:22	Ocio			
Colocar la muestra en la máquina 3		0:01:45	Ocio			
Esperar los resultados de cada máquina alcohol, acidez y de laboratorio.		0:15:04		Ocio		
Registrar los datos de la máquina 2		0:01:16		Ocio		
Registrar los datos de la máquina 3		0:00:49		Ocio		
Apagar las máquinas.		0:00:35		Ocio		
Retirar las muestras		0:01:19		Ocio	Ocio	Ocio
Trasladarse al área fría		0:01:36		Ocio	Ocio	Ocio
Preparar las mangueras		0:07:16		Ocio	Ocio	Ocio
Colocar en las mangueras la malla de filtración		0:01:12		Ocio	Ocio	Ocio
Prender la máquina 1		0:03:19		Ocio	Ocio	Ocio
Se traslada toda la leche cruda hasta los silos, filtrando las impurezas.		0:34:54			Ocio	Ocio
Apagar la máquina 1		0:03:26		Ocio	Ocio	Ocio
Recoger las mangueras		0:04:02		Ocio	Ocio	Ocio
Tiempo de ciclo (min)			1:30:55	Ocio	Ocio	Ocio
TIEMPO						
RESUMEN		DE CICLO (MIN)	ACCIÓN (MIN)	OCIO(MIN)	UTILIZACIÓN	DESPERDICIO
Operador	1:30:55	1:15:51	0:15:04	83,43%	17%	
Máquina 1	1:30:55	0:34:54	0:56:01	38,39%	62%	
Máquina 2	1:30:55	0:15:04	1:15:51	16,57%	83%	
Máquina 3	1:30:55	0:15:04	1:15:51	16,57%	83%	

En esta se presentan los tiempos en los cuales opera el trabajador y la máquina 1 en el proceso de recepción de materia prima en la elaboración del yogurt. Y un resumen detallado de la operación de la materia prima, en el proceso de producción del yogurt, dando como resultado que el tiempo ocio del operador es de 15:04 minutos y el desperdicio del 17%, y en la máquina 1 el tiempo de ocio es 00:56:01 de 62% , mientras que la máquina 2 y 3 el tiempo de ocio es 1:15:51 de un 83% lo cual permite conocer el mayor tiempo perdido está en la máquina 1 en el subproceso del transporte y recepción de la materia prima.

En la siguiente figura se muestra el diagrama hombre máquina del moldeado de queso

Tabla 22. Máquina Hombre de la realización del queso

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA		ESTUDIO #1			
Operación: Moldeado		Revisado por: Ing. Cristian Caisapanta			
Máquinas: Máquina 1 moldeadora, máquina 2 balanza eléctrica		Método de cronometraje: Precisión del cronómetro:			
Elementos del Proceso	Operario	Escala	Máquina 1	Máquina 2	
		Tiempo-(min)	Moldeadora	Balanza eléctrica	
Apagar la válvula de la tina de preparación		0:00:46	Ocio	Ocio	
Tomar una muestra de la mezcla y observar si está lo suficientemente lisa y moldeable.		0:03:37	Ocio	Ocio	
Tomar la malla de separación		0:00:16	Ocio	Ocio	
Desuerado, Separar el suero de la leche utilizando una malla que sirve como cernidor para no desperdiciar el cuajo		0:10:48	Ocio	Ocio	
Retirar la cuajada del agua, amasar y colocar en el agua para conservarla caliente		0:10:23	Ocio	Ocio	
Retirar la masa y colocar en un recipiente		0:05:28	Ocio	Ocio	
Trasladar la masa a la máquina moldeadora		0:02:17	Ocio	Ocio	
Colocar en la máquina moldeadora		0:05:34	Ocio	Ocio	
Prender la máquina moldeadora		0:00:14			
Esperar el moldeo		0:28:16			
Cortar los quesos salientes		0:09:45			
Colocar en la mesa los quesos cortados		0:07:03			
Apagar la máquina moldeadora		0:00:10	ocio	ocio	
Traslado de la balanza eléctrica hacia la mesa moldeadora.		0:02:08	ocio	ocio	
Pesajes de los quesos		0:18:23			
Tiempo de ciclo (min)		1:45:08			
Resumen	Tiempo de Ciclo (Min)	Acción (Min)	Ocio(min)	Utilización	Desperdicio
Operador	1:45:08	1:16:52	0:28:16	73,11%	27%
Máquina 1	1:45:08	0:45:04	1:00:04	42,87%	57%
Máquina 2	1:45:08	0:18:23	1:26:45	17,49%	83%

En esta se presentan los tiempos en los cuales opera el trabajador y la máquina 1 y 2 en el proceso de moldeado de queso. Resultado que el tiempo ocio del operador es de 0:28:16 minutos y el desperdicio del 27%, y en la máquina 1 el tiempo de ocio es 1:00:04 de 57% , mientras que la máquina 2 el ocio es 1:26:45 con un 83% lo cual permite conocer el mayor tiempo perdido está en la máquina 2 de moldeado.

3.2.4 Etapa de conversión de procesos

En esta etapa se orienta a identificar todos los procesos sean manuales o realizados por una máquina. A estas actividades se las clasifica a operaciones externas e internas.

3.2.4.1 Estudios el tiempo del área de producción de modelado del queso

Tabla 23. Modelado del Queso

MODELADO DEL QUESO		TIEMPO	Actividades Manuales	Actividades de maquina
MAQUINA	MODELADORA			
A	Apagar la válvula de la tina de preparación	0:00:46	X	
B	Acidificación, tomar una muestra de la mezcla y se observa si está lo suficientemente lisa y moldeable.	0:03:37	X	
C	Tomar la malla de separación	0:00:16	X	
D	Desuerado, separar el suero utilizando una malla que sirve como cernidor para que no se desperdicie el cuajo.	0:10:48		X
E	Hilado, se retira la cuajada del agua, se amasa y se vuelve a colocar en el agua para que se conserve caliente.	0:10:23		X
F	Retirar la masa y colocar en un recipiente	0:05:28	X	
G	Trasladar la masa a la máquina moldeadora	0:02:17	X	
H	Colocar en la máquina moldeadora	0:05:34	X	
I	Prender la máquina moldeadora	0:00:14	X	
J	Esperar el moldeo	0:28:16		X
K	Cortar los quesos salientes	0:09:45	X	
L	Colocar en la mesa los quesos cortados	0:07:03	X	
M	Apagar la máquina moldeadora	0:00:10	X	
N	Traslado de la balanza eléctrica hacia la mesa de producción	0:02:08		X
O	Pesaje de los quesos	0:18:23	X	
TOTAL DEL PROCESO		1:45:08		

Tabla 24. Modelado del Yogurt

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA Y DESCREMADO DEL YOGURT		Tiempo	Actividades Manuales	Actividades de maquina
A	Se procede a obtener muestras de cada una de las rutas para las debidas pruebas.	0:08:32	X	
B	Trasladar la muestra al labotario	0:03:23	X	
C	Prender la máquina 2 y 3	0:01:05	X	
D	Colocar la muestra en la máquina 2	0:01:22	X	
E	Colocar la muestra en la máquina 3	0:01:45	X	
F	Esperar los resultados de cada máquina alcohol, acidez y de laboratorio.	0:15:04		X
G	Registrar los datos de la máquina 2	0:01:16		X
H	Registrar los datos de la máquina 3	0:00:49		X
I	Apagar las máquinas.	0:00:35		X
J	Retirar las muestras	0:01:19	X	
K	Trasladarse al área fría	0:01:36	X	
L	Preparar las mangueras	0:07:16	X	
M	Colocar en las mangueras la malla de filtración	0:01:12	X	
N	Prender la máquina 1	0:03:19	X	
O	Se traslada toda la leche cruda hasta los silos, filtrando las impurezas.	0:34:54	X	
P	Apagar la máquina 1	0:03:26		X
Q	Recoger las mangueras	0:04:02	X	
Tiempo de ciclo (min)		1:30:55		

En este proceso de identificación de actividades se obtienen 12 actividades que se realizan de forma manual. Mientras que 5 actividades se realizan directamente con la maquina estos resultados están en torno al yogurt.

3.2.4.2 Cambio de actividades de internas a externas

Tabla 25: Operaciones Internas y externas

MODELADO DEL QUESO		Máquina parada Operaciones Interno	Máquina encendida Operaciones Externa
MAQUINA	MODELADORA		
A	Apagar la válvula de la tina de preparación	OI	
B	Acidificación, tomar una muestra de la mezcla y se observa si está lo suficientemente lisa y moldeable.		OE
C	Tomar la malla de separación	OI	
D	Desuerado, separar el suero utilizando una malla que sirve como cernidor para que no se desperdicie el cuajo.		OE
E	Hilado, se retira la cuajada del agua, se amasa y se vuelve a colocar en el agua para que se conserve caliente.	OI	
F	Retirar la masa y colocar en un recipiente	OI	
G	Trasladar la masa a la máquina moldeadora	OI	
H	Colocar en la máquina moldeadora	OI	
I	Prender la máquina moldeadora		OE

J	Esperar el moldeo		OE
K	Cortar los quesos salientes	OI	
L	Colocar en la mesa los quesos cortados	OI	
M	Apagar la máquina moldeadora		OE
N	Traslado de la balanza eléctrica hacia la mesa de producción	OI	
O	Pesaje de los quesos	OI	
TOTAL DEL PROCESO		10 OI	5 OE

En este proceso de identificación se obtiene operaciones internas y externas Siendo 10 actividades internas identificadas y 5 Externas en el proceso de moldeo de Queso.

Tabla 26. Modelado del Yogurt

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA Y DESCREMADO DEL YOGURT		Tiempo	Máquina parada	Máquina encendida
A	Se procede a obtener muestras de cada una de las rutas para las debidas pruebas.	0:08:32	OI	
B	Trasladar la muestra al labotario	0:03:23	OI	
C	Prender la máquina 2 y 3	0:01:05	OI	
D	Colocar la muestra en la máquina 2	0:01:22	OI	
E	Colocar la muestra en la máquina 3	0:01:45	OI	
F	Esperar los resultados de cada máquina alcohol, acidez y de laboratorio.	0:15:04	OI	
G	Registrar los datos de la máquina 2	0:01:16		OE
H	Registrar los datos de la máquina 3	0:00:49		OE
I	Apagar las máquinas.	0:00:35		OE
J	Retirar las muestras	0:01:19	OI	
K	Trasladarse al área fría	0:01:36	OI	
L	Preparar las mangueras	0:07:16	OI	
M	Colocar en las mangueras la malla de filtración	0:01:12	OI	
N	Prender la máquina 1	0:03:19		OE
O	Se traslada toda la leche cruda hasta los silos, filtrando las impurezas.	0:34:54	OI	
P	Apagar la máquina 1	0:03:26		OE
Q	Recoger las mangueras	0:04:02	OI	
Tiempo de ciclo (min)		1:30:55	12 OI	5 OE

En este proceso de identificación se obtiene 17 actividades operaciones internas y externas Siendo 12 actividades internas identificadas y 5 Externas en el proceso de moldeo de Recepción de materia prima del yogurt.

3.2.5 Etapa de Estandarización. Estudio de Tiempos

Para esto se realiza un cronometrado de los procesos de trabajo del área de modelado de queso y del yogurt la etapa de recepción del material. Estas etapas son las que más tiempo poseen en la producción. La metodología SEMED mantienen en sus etapas el cambio de operaciones de internas a externas y viceversa. Este proceso se realiza a continuación.

Tabla 27. Número de ciclos a observar según el criterio de la General Electric [22]

Tiempo de ciclo (Minutos)	Número de ciclos que cronometrar
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
Mas de 40.00	3

Este estudio de ciclos se aplica en todos los pequeños procesos de cada actividad, en la investigación por medio de SMED se estandariza el proceso de recepción de materia prima del yogurt y del moldeado de quesos. Para Esto se identificará en primera instancia las actividades manuales y las maquinarias.

Las actividades de maquina y las manuales tienen un proceso total de tiempo de 1:45:08 segundos. Se toma una muestra de ciclo de 3 repeticiones, pues, el proceso sobrepasa los 00:40:00 seg. Posterior a esto se cronometra los tiempos, esta técnica se realiza con el mismo operador y permite sacar el tiempo básico de la operación (TB).

$$TB = \frac{\text{Valor observado} * \text{valor de ritmo aceptado}}{\text{Valor de ritmo}} \quad 3.1$$

$$TB = \frac{0,44 * 100\%}{100\%}$$

Conocer el tiempo básico permite estandarizar el proceso hacia un tiempo estándar de producción, tanto del factor humano como de la máquina.

Tabla 28. Tiempo Básico del modelado de queso

MODELADO DEL QUESO								
N	ACTIVIDAD	CICLOS			TOTAL	PROMEDIO	V	TB
		1	2	3				
1	A	0:00:46	0:00:44	0:00:43	0:02:13	0:00:44	100	0:00:44
2	B	0:03:37	0:03:28	0:03:30	0:10:35	0:03:32	100	0:03:32
3	C	0:00:16	0:00:15	0:00:13	0:00:44	0:00:15	100	0:00:15
4	D	0:10:48	0:9:43	0:10:00	0:30:31	0:10:10	100	0:10:10
5	E	0:10:23	0:9:20	0:9:03	0:28:46	0:09:35	100	0:09:35
6	F	0:05:28	0:05:10	0:05:12	0:15:50	0:05:17	100	0:05:17
7	G	0:02:17	0:01:59	0:02:10	0:06:26	0:02:09	100	0:02:09
8	H	0:05:34	0:04:30	0:05:00	0:15:04	0:05:01	100	0:05:01

9	I	<i>0:00:14</i>	<i>0:00:14</i>	<i>0:00:14</i>	<i>0:00:42</i>	<i>0:00:14</i>	<i>100</i>	<i>0:00:14</i>
10	J	<i>0:28:16</i>	<i>0:28:00</i>	<i>0:27:00</i>	<i>1:23:16</i>	<i>0:27:45</i>	<i>100</i>	<i>0:27:45</i>
11	K	<i>0:09:45</i>	<i>0:08:50</i>	<i>0:10:12</i>	<i>0:28:47</i>	<i>0:09:36</i>	<i>100</i>	<i>0:09:36</i>
12	L	<i>0:07:03</i>	<i>0:06:53</i>	<i>0:06:58</i>	<i>0:20:54</i>	<i>0:06:58</i>	<i>100</i>	<i>0:06:58</i>
13	M	<i>0:00:10</i>	<i>0:00:8</i>	<i>0:00:19</i>	<i>0:00:37</i>	<i>0:00:12</i>	<i>100</i>	<i>0:00:12</i>
14	N	<i>0:02:08</i>	<i>0:01:58</i>	<i>0:01:45</i>	<i>0:05:51</i>	<i>0:01:57</i>	<i>100</i>	<i>0:01:57</i>
15	O	<i>0:18:23</i>	<i>0:17:20</i>	<i>0:19:25</i>	<i>0:55:08</i>	<i>0:18:23</i>	<i>100</i>	<i>0:18:23</i>
TOTAL TIEMPO BÁSICO DE CICLOS								1:41:48

El tiempo básico para cumplir con estas 15 actividades es 1:41:48

Tabla 29. Tiempo Básico de la recepción del Yogurt

MODELADO DEL QUESO								
N	ACTIVIDAD	CICLOS			TOTAL	PROMEDIO	V	TB
		1	2	3				
1	A	<i>0:08:32</i>	<i>0:07:15</i>	<i>0:09:00</i>	<i>0:24:47</i>	<i>0:08:16</i>	<i>100</i>	<i>0:08:16</i>
2	B	<i>0:03:23</i>	<i>0:02:50</i>	<i>0:04:10</i>	<i>0:10:23</i>	<i>0:03:28</i>	<i>100</i>	<i>0:03:28</i>
3	C	<i>0:01:05</i>	<i>0:00:54</i>	<i>0:01:02</i>	<i>0:03:01</i>	<i>0:01:00</i>	<i>100</i>	<i>0:01:00</i>
4	D	<i>0:01:22</i>	<i>0:01:03</i>	<i>0:00:59</i>	<i>0:03:24</i>	<i>0:01:08</i>	<i>100</i>	<i>0:01:08</i>
5	E	<i>0:01:45</i>	<i>0:01:28</i>	<i>0:01:10</i>	<i>0:04:23</i>	<i>0:01:28</i>	<i>100</i>	<i>0:01:28</i>
6	F	<i>0:15:04</i>	<i>0:13:24</i>	<i>0:14:40</i>	<i>0:43:08</i>	<i>0:14:23</i>	<i>100</i>	<i>0:14:23</i>
7	G	<i>0:01:16</i>	<i>0:01:02</i>	<i>0:00:56</i>	<i>0:03:14</i>	<i>0:01:05</i>	<i>100</i>	<i>0:01:05</i>
8	H	<i>0:00:49</i>	<i>0:00:38</i>	<i>0:00:52</i>	<i>0:02:19</i>	<i>0:00:46</i>	<i>100</i>	<i>0:00:46</i>
9	I	<i>0:00:35</i>	<i>0:00:29</i>	<i>0:00:45</i>	<i>0:01:49</i>	<i>0:00:36</i>	<i>100</i>	<i>0:00:36</i>
10	J	<i>0:01:19</i>	<i>0:01:03</i>	<i>0:01:10</i>	<i>0:03:32</i>	<i>0:01:11</i>	<i>100</i>	<i>0:01:11</i>
11	K	<i>0:01:36</i>	<i>0:01:18</i>	<i>0:01:05</i>	<i>0:03:59</i>	<i>0:01:20</i>	<i>100</i>	<i>0:01:20</i>
12	L	<i>0:07:16</i>	<i>0:06:16</i>	<i>0:06:58</i>	<i>0:20:30</i>	<i>0:06:50</i>	<i>100</i>	<i>0:06:50</i>
13	M	<i>0:01:12</i>	<i>0:00:59</i>	<i>0:01:03</i>	<i>0:03:14</i>	<i>0:01:05</i>	<i>100</i>	<i>0:01:05</i>
14	N	<i>0:03:19</i>	<i>0:02:58</i>	<i>0:03:03</i>	<i>0:09:20</i>	<i>0:03:07</i>	<i>100</i>	<i>0:03:07</i>
15	O	<i>0:34:54</i>	<i>0:30:52</i>	<i>0:36:10</i>	<i>1:41:56</i>	<i>0:33:59</i>	<i>100</i>	<i>0:33:59</i>
16	P	<i>0:03:26</i>	<i>0:02:12</i>	<i>0:02:52</i>	<i>0:08:30</i>	<i>0:02:50</i>	<i>100</i>	<i>0:02:50</i>
17	Q	<i>0:04:02</i>	<i>0:03:38</i>	<i>0:03:55</i>	<i>0:11:35</i>	<i>0:03:52</i>	<i>100</i>	<i>0:03:52</i>
TOTAL		1:30:55	1:18:19	1:29:50	4:19:04	1:26:21	100	1:26:21

El tiempo básico para cumplir con estas 17 actividades es 1:26:21 segundos

3.2.5.1 Cálculo de suplementos en el área de modelado del queso

Se basa en el estudio de ciertos tiempos que el trabajador debe compensar; estos se provocan a causa de fatiga y de las necesidades personales, la **Organización Internacional del Trabajo**

(OIT) como se aprecia en la siguiente tabla, los suplementos se distribuyen en función de las actividades y se estandarizan en porcentajes tanto para hombre como mujeres. Para la investigación se aplicó los suplementos para operarios masculinos.

Figura 25: Sistemas de Suplementos por descanso OIT [23]

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas	
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de	
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER	Kata (milicalorías/cm ² /segundo)	
a) Trabajo de Pie				16	0
Trabajo de pie		2	4	14	0
b) Postura anormal				12	0
Ligeramente incómoda		0	1	10	3
Incómoda (inclinado)		2	3	8	10
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7	6	21
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				5	31
Peso levantado por kilogramo				4	45
2.5	0	1		3	64
5	1	2		2	100
7.5	2	3		f) Tensión visual	
10	3	4		Trabajos de cierta precisión	
12.5	4	6		0	0
15	5	8		Trabajos de precisión o fatigosos	
17.5	7	10		2	2
20	9	13		Trabajos de gran precisión	
22.5	11	16		5	5
25	13	20 (máx.)		g) Ruido	
30	17	-		Continuo	
33.5	22	-		0	0
d) Iluminación				Intermitente y fuerte	
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	2	2
Bastante por debajo		2	2	Intermitente y muy fuerte	
Absolutamente insuficiente		5	5	5	5
				Estridente y muy fuerte	
				7	7
				h) Tensión mental	
				Proceso algo complejo	
				1	1
				Proceso complejo o atención dividida	
				4	4
				Proceso muy complejo	
				8	8
				i) Monotonía mental	
				Trabajo algo monótono	
				0	0
				Trabajo bastante monótono	
				1	1
				Trabajo muy monótono	
				4	4
				j) Monotonía física	
				Trabajo algo aburrido	
				0	0
				Trabajo aburrido	
				2	1
				Trabajo muy aburrido	
				5	2

Estos suplementos se aplican siete, los más importantes como son las necesidades personales, fatiga, estar de pie, nivel de ruido, fuerza, esfuerzo mental, monotonía. El literal d, e, f no se

aplican al proyecto pues la empresa posee una buena iluminación, tampoco contaminaciones atmosféricas graves, ni tensión visual. Esto se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 30: Suplementos variables o constantes del modelado de queso

N	ACTIVIDAD	SUPLEMENTO CONSTANTES		SUPLEMENTOS VARIABLES					<i>Suplemento total (porcentaje)</i>
		Necesidades personales	Fatiga	Estar parados	Nivel de ruido	Fuerza	Esfuerzo Mental	Monotonía	
1	A	5	4	0	0	0	0	1	10
2	B	5	4	2	0	0	0	1	12
3	C	5	4	2	0	1	0	0	12
4	D	5	4	2	0	1	2	0	14
5	E	5	4	2	0	1	0	1	13
6	F	5	4	2	0	1	0	1	13
7	G	5	4	2	0	1	0	1	13
8	H	5	4	0	0	1	0	1	11
9	I	5	4	0	0	0	2	1	12
10	J	5	4	0	0	0	0	0	9
11	K	5	4	2	0	0	0	1	12
12	L	5	4	0	0	1	0	0	10
13	M	5	4	0	0	0	0	0	9
14	N	5	4	2	0	1	0	1	13
15	O	5	4	0	0	1	0	1	11

De las 15 sub - operaciones que posee el Área de moldeado de quesos se procedió a sacar los porcentajes de suplementos constantes y variables, estos son necesarios para lograr según el SMED la estandarización de tiempos.

Tabla 31: Suplementos variables o constantes del modelado de yogurt

N	ACTIVIDAD	SUPLEMENTO CONSTANTES		SUPLEMENTOS VARIABLES					<i>Suplemento total (porcentaje)</i>
		Necesidades personales	Fatiga	Estar parados	Nivel de ruido	Fuerza	Esfuerzo Mental	Monotonía	
1	A	5	0	2	0	0	2	1	10%
2	B	5	0	2	0	0	2	0	9%
3	C	5	0	0	1	0		1	7%
4	D	5	0	2	1	0	2	1	11%
5	E	5	0	2	1	0	2	1	11%
6	F	5	0	2	1	0	0	1	9%
7	G	5	4	2	1	0	0	0	12%
8	H	5	4	2	1	0	0	0	12%
9	I	5	0	0	0	0	0	1	6%
10	J	5	0	2	0	0	0	1	8%
11	K	5	0	2	0	0	0	1	8%
12	L	5	0	2	0	1	0	1	9%
13	M	5	4	2	0	1	0	0	12%
14	N	5	0	2	1	0	0	1	9%
15	O	5	0	2	1	1	0	0	9%
16	P	5	0	2	0	0	0	1	8%
17	Q	5	4	2	0	1	0	1	13%

Los suplementos de estas actividades se realizan en base a las necesidades personales, la fatiga, el estar de pie, el nivel de ruido, la fuerza física y el esfuerzo mental.

3.2.5.2 Calculo estándar de la operación

Con los suplementos se puede calcular el tiempo estándar de una operación (TE)

$$TE = \text{Tiempo Básico} + (1 * \text{suplementos})$$

3.2

Tabla 32: Cálculos Estándar

N	ACTIVIDAD	TB	SUPLEMENTO	INCREMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR
			TOTAL (PORCENTAJE)	POR SUPLEMENTO	
1	A	0:00:44	10%	0:00:04	0:00:48
2	B	0:03:32	12%	0:00:18	0:03:50
3	C	0:00:15	12%	0:00:01	0:00:16
4	D	0:10:10	14%	0:00:44	0:10:54
5	E	0:09:35	13%	0:00:44	0:10:19
6	F	0:05:17	13%	0:00:24	0:05:41
7	G	0:02:09	13%	0:00:10	0:02:19
8	H	0:05:01	11%	0:00:27	0:05:28
9	I	0:00:14	12%	0:00:01	0:00:15
10	J	0:27:45	9%	0:03:05	0:30:50
11	K	0:09:36	12%	0:00:48	0:10:24
12	L	0:06:58	10%	0:00:42	0:07:40
13	M	0:00:12	9%	0:00:01	0:00:13
14	N	0:01:57	13%	0:00:09	0:02:06
15	O	0:18:23	11%	0:01:40	0:20:03
TOTAL				0:09:19	1:51:07

Se logro obtener el tiempo estándar de la operación con los suplementos de ocio, descanso, agotamiento físico y mental que identificó un tiempo de 1:51:07. Este tiempo se puede mejorar al realizar cambios de actividades como sugiere el SMED de internas a externas y obtener un tiempo de mejora.

Tabla 33: Cálculos Estándar

N	ACTIVIDAD	TB	<i>Suplemento total (porcentaje)</i>	INCREMENTO POR SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR
1	A	<i>0:08:16</i>	10%	0:00:50	0:09:06
2	B	<i>0:03:28</i>	9%	0:00:19	0:03:47
3	C	<i>0:01:00</i>	7%	0:00:04	0:01:04
4	D	<i>0:01:08</i>	11%	0:00:07	0:01:15
5	E	<i>0:01:28</i>	11%	0:00:10	0:01:38
6	F	<i>0:14:23</i>	9%	0:01:18	0:15:41
7	G	<i>0:01:05</i>	12%	0:00:08	0:01:13
8	H	<i>0:00:46</i>	12%	0:00:06	0:00:52
9	I	<i>0:00:36</i>	6%	0:00:02	0:00:38
10	J	<i>0:01:11</i>	8%	0:00:06	0:01:17
11	K	<i>0:01:20</i>	8%	0:00:06	0:01:26
12	L	<i>0:06:50</i>	9%	0:00:37	0:07:27
13	M	<i>0:01:05</i>	12%	0:00:08	0:01:13
14	N	<i>0:03:07</i>	9%	0:00:17	0:03:24
15	O	<i>0:33:59</i>	9%	0:03:04	0:37:03
16	P	<i>0:02:50</i>	8%	0:00:14	0:03:04
17	Q	<i>0:03:52</i>	13%	0:00:30	0:04:22
TIEMPO		1:26:21		0:08:04	1:34:28

Se logro obtener el tiempo estándar de la operación con los suplementos de ocio, descanso, agotamiento físico y mental que identificó un tiempo de 1:34:28. Este tiempo se puede mejorar al realizar cambios de actividades como sugiere el SMED de internas a externas y obtener un tiempo de mejora.

Tabla 34: Cambiar de actividades internas a externas

MAQUIN	MODELADO DEL QUESO	Máquina parada	Máquina encendida	Mejoras	Tiempo
	MODELA DORA	Operacion es Interno	Operacion es Externa		
A	Apagar la válvula de la tina de preparación	OI			
B	Acidificación, tomar una muestra de la mezcla y se observa si está lo suficientemente lisa y moldeable.		OE		
C	Tomar la malla de separación	OI			
D	Desuerado, separar el suero utilizando una malla que sirve como cernidor para que no se desperdicie el cuajo.		OE		
E	Hilado, se retira la cuajada del agua, se amasa y se vuelve a colocar en el agua para que se conserve caliente.	OI			
F	Retirar la masa y colocar en un recipiente	OI	OE	Retiro de masa automático con banda de traslado del producto	00:13:29
G	Trasladar la masa a la máquina moldeadora	OI	OE		
H	Colocar en la máquina moldeadora	OI	OE		
I	Prender la máquina moldeadora		OE		
J	Esperar el moldeo	OI			
K	Cortar los quesos salientes	OI	OE	Implementar cuchillas de corte y banda de traslado de quesos cortados	00:18:04
L	Colocar en la mesa los quesos cortados	OI	OE		
M	Apagar la máquina moldeadora		OE		
N	Traslado de la balanza eléctrica hacia la mesa de producción	OI	OE	La misma banda puede trasladar el producto a la balanza eléctrica	00:22:08
O	Pesaje de los quesos	OI	OE		
TOTAL DE TIEMPO REDUCIDO EN EL PROCESO					00:53:41

La actividad B no se puede optimizar pues tiene que cumplir con todos los criterios NTE INEN 1528, en el literal del muestreo 6. El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04 y el muestreo se realiza para establecer la muestra del queso y determinar la calidad del lote. Por lo que estas actividades deben realizarse para verificar la calidad del producto.

Tabla 35: Cambiar de actividades internas a externas del proceso del Yogurt

	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA Y DESCREMADO DEL YOGURT	MÁQUINA PARADA	MÁQUINA ENCENDIDA	MEJORA	TIEMPO OPTIMIZADO
A	Se procede a obtener muestras de cada una de las rutas para las debidas pruebas.	OI			
B	Trasladar la muestra al labotario	OI			
C	Prender la máquina 2 y 3	OI			
D	Colocar la muestra en la máquina 2	OI			
E	Colocar la muestra en la máquina 3	OI			
F	Esperar los resultados de cada máquina alcohol, acidez y de laboratorio.	OI			
G	Registrar los datos de la máquina 2		OE		
H	Registrar los datos de la máquina 3		OE		
I	Apagar las máquinas.		OE		
J	Retirar las muestras	OI			
K	Trasladarse al área fría	OI			
L	Preparar las mangueras	OI	OE	Se puede	0:07:27
M	Colocar en las mangueras la malla de filtración	OI	OE	generar una conexión de mangueras automatizada con una malla de filtración	0:01:13
N	Prender la máquina 1		OE		
O	Se traslada toda la leche cruda hasta los silos, filtrando las impurezas.	OI	OE	Se puede automatizar el traslado de la leche por medio de una tubería.	0:37:03
P	Apagar la máquina 1		OE		
Q	Recoger las mangueras	OI	OE		0:04:22
Tiempo de ciclo (min)		12 OI	5 OE		0:50:04

En esta etapa de la producción de yogurt en las actividades A a la actividad F no se puede estandarizar este tiempo debido a las normas INEN 2395 en el literal 7. Sobre la inspección afirma que el muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04. Por lo que se debe realizar estas actividades para aceptar si el lote cumple con los requisitos establecidos.

3.2.5.3 Análisis final de tiempos

El tiempo mejorado se realiza a través de un cálculo simple

$$\text{Tiempo mejorado} = \text{TE} - \text{TR} \quad 3-3$$

Tabla 36: Análisis de tiempos del Queso

N	ACTIVIDAD	TB	INCREMENTO POR SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (TE)	REDUCCIÓN DEL TIEMPO (TR)	SMED APLICADO
	Modelado	1:41:48	0:09:19	1:51:07	00:53:41	0:57:26
	Tempo de todo el proceso	8:10:49		Tiempo Optimizado		7:13:23

El proceso de producción incrementará a largo plazo si se automatizan estas actividades permite reducir los tiempos de procesos y su calidad.

La productividad se analiza considerando proceso de producción planificado 7:13:23. Sobre las horas reales, esto me permite estimar la optimización del proceso de producción.

$$\text{Productividad Optimizada} = \frac{\text{Horas planificadas}}{\text{Horas reales}} * 100\% \quad 3-4$$

$$\text{Productividad Optimizada} = \frac{7:13:23}{8:10:49} * 100\%$$

88%

Si la empresa realiza 110 quesos diarios y se incrementa un 86% de productividad son 80 quesos más. Con un total de 190 quesos.

Tabla 37: Análisis de tiempos del Yogurt

N	ACTIVIDAD	TB	INCREMENTO POR SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (TE)	REDUCCIÓN DEL TIEMPO (TR)	SMED APLICADO
	Modelado	1:26:21	0:08:04	1:34:28	0:50:04	0:44:24
	Tempo de todo el proceso	7:48:37		Tiempo Optimizado		7:04:13

La productividad se analiza considerando proceso de producción planificado 7:48:37. Sobre las horas reales, esto me permite estimar la optimización del proceso en un 91%.

$$\text{Productividad Optimizada} = \frac{\text{Horas planificadas}}{\text{Horas reales}} * 100\% \quad 3-5$$

$$\text{Productividad Optimizada} = \frac{7:04:13}{7:48:37} * 100\%$$

91%

Si la empresa realiza 250 envases de yogurt si se incrementa un 91% obtienen 230 envases de yogurt. Con un total de 580 esta área tiene un incremento elevado por la automatización de las mangueras y tuberías.

3.3 Comparación de hipótesis para la productividad

En la siguiente tabla se calcula la producción con su respectivo incremento, en esta se establece la capacidad actual, la capacidad propuesta, las ventas actuales y una estimación de las ventas propuestas.

Tabla 38. Productividad

	CAPACIDAD ACTUAL	CAPACIDAD PROPUESTA	CAPACIDAD PROPUESTA	DÍAS LABORABLES DE PRODUCCIÓN	VENTAS ACTUALES	VENTAS PROPUESTAS	INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD AD GENERAL	INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD AD GENERAL
YOGURT	250	580	\$5,00	243	\$600.750,00	\$704.700,00	\$103.950,00	17%
QUESO	110	190	\$2,00	100	\$29.150,00	\$38.000,00	\$8.850,00	30%
	360	770	\$7,00	343	\$629.900,00	\$742.700,00	\$112.800,00	48%

3.3.1 Propuesta de presupuesto para el proceso reducido del queso

En la siguiente tabla se realiza un posible presupuesto para la implementación de cambio de operaciones de internas a externas.

Tabla 39. Propuesta de presupuesto de queso y yogurt

ACTIVIDAD	ESPECIFICACIÓN	MÁQUINA	PRESUPUESTO
Retiro de masa automático con banda de traslado del producto	Bandas transportadoras de proceso corrediza		800\$
Implementar cuchillas de corte y banda de traslado de quesos cortados	Cuchillas de Corte Cortadora de Deli Cubos IDC 120		800\$
Trasladar el producto a la balanza eléctrica	Balanza de tránsito KERN NFB		200\$
Total Implementación del Queso			1800\$
Conexión de mangueras automatizada con una malla de filtración	Mangueras para tanque de leche con filtro		500\$
Traslado de la leche por medio de una tubería.	Cisterna de recogida de leche automatiza por tubería.		1200
TOTAL IMPLEMENTACIÓN DEL QUESO			1720\$
CAPACITACIÓN DE USO DE TODAS LAS MAQUINARIAS			120\$
TOTAL GENERAL			3620\$

4 EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

4.1.1 Evaluación técnica

El impacto técnico se aprecia en la investigación al ser establecer una metodología que se compone de lineamientos técnicos que permiten estandarizar tiempos y procesos de producción, para lograr una optimización de tiempo, y recorte de operaciones lo que se convierte en un referente bibliográfico para trabajos similares, el proyecto muestra diferentes formas de diagramar e identificar procesos productivos, así como flujogramas de trabajo.

4.1.2 Evaluación social

El proyecto posee un impacto social al permitir e impulsar la producción de elaboración de queso y yogurt, esto genera más trabajo a la empresa que puede incrementar los clientes al extender nuevos mercados, también, al incrementar insumos de parte de los proveedores se aporta a la economía local sobre todo al sector lechero.

4.1.3 Evaluación ambiental

El posee un impacto ambiental sobre todo porque busca estandarizar procesos respetando las normas con respecto del Queso INEN 1528 con respecto al Yogurt INEN 2395 por lo que no se omiten procesos de revisión o del embazado, rotulado y tomas de muestras, para que no se afecte la calidad de los productos, y esto beneficia al usuario.

4.1.4 Evaluación económica

El proyecto se enfoca en una propuesta de estandarización para la disminución de tiempos mediante la técnica SMED por tanto se ha requerido la compra de nueva maquinaria siendo el valor de adquisición de 3620 dólares los cuales no escatiman la mano de obra y transporte, debido que la empresa cuenta con los recursos para este tipo de gastos que se han apartado.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO

5.1 CONCLUSIONES

- La empresa ASOCOLESIG diagnosticó el área de producción específicamente en las áreas de queso y yogurt, con el fin de aumentar la eficiencia en dichos procesos. Para esto se ocupó la primera etapa de SMED que conlleva la observación de los procesos de producción, para esto se realizaron mapas de la empresa (Layout), los sakeholdes y los procesos de elaboración generales en cada área.
- Para evaluar las principales causas que pueden afectar los procesos de elaboración del queso y del yogurt se realizaron cursogramas, diagramas analíticos y sinópticos, diagramas hombre máquina que permiten establecer los tiempos muertos, de ocio. Para esto se tomó los tiempos más largos de producción como lo es la recepción de materiales por parte del yogurt y la en torno a la elaboración del queso será la recepción del queso mozzarella.
- Se utilizó la herramienta SMED para diseñar una estandarización de mejora de eficiencia productiva en las áreas de producción de yogurt y queso mozzarella. Para esto se realizó un estudio de tiempo bueno, estándar, y optimo este análisis de tiempo considera los suplementos que un trabajador posee, sobre todo se considera el tiempo de descanso y almuerzo en la producción para tener un recorrido de productividad real. Reduciendo el tiempo de producción total del queso de 8:10:49 a 7:13:23 optimizando 00:53:41 mientras que el yogurt se optimizó de 7:48:37 a 7:04:13 optimizando 00:44:24.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar un seguimiento continuo de los procesos de producción e identificar cualquier desviación en los estándares de eficiencia. Realizar un control continuo de las operaciones sobre todo al cambiar de operadores, o al incrementar nueva maquinaria. Esto puede incluir auditorías internas periódicas para evaluar el desempeño de los procesos de producción y el estado de la maquinaria.
- Establecer un sistema de optimización de todo el proceso de producción en todas las áreas operativas del proceso de fabricación del yogurt y del queso, realizando la

conversión de la mayoría de las actividades tanto internas y externas; este proceso se debe llevar a cabo siguiendo los lineamientos planteados en esta investigación.

- La estandarización de tiempos debe ejecutarse con muestras de ciclos acorde a los procesos de producción, si es posible la empresa puede realizar ciclos por actividad para obtener datos exactos en torno al tiempo estándar.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. García y G. Trisollini, «Metodología SMED para mejorar la productividad del área de producción en una empresa de termoformado en envases desechables de plástico,» Universidad Ricardo Palma, 2021.
- [2] J. Valles, «Mejora de la productividad en el área de inyección de piezas de plástico de la empresa Multiaccesorios M.G. mediante herramientas de manufactura esbelta,» Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [3] F. Miranda y A. Ortega, «Implementación de la metodología SMED en la empresa cartonera Panasa para minimizar los tiempos de montaje en la línea de producción,» Universidad Estatal de Milagro, 2019.
- [4] A. Dávila, «Implementación de SMED para disminuir los tiempos de recambio y calibración en una máquina que elabora sobres de papel,» Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2021.
- [5] V. Rodríguez, «Aplicación del sistema SMED para incrementar la productividad del proceso envasado de bebidas no alcohólicas en la empresa AJEPER SA,» Universidad César Vallejo, 2019.
- [6] Calderón y O. Vindas, pp. 9-11, 2009.
- [7] D. I. V. S. Gutiérrez, p. 158, 2013.
- [8] M. Á. Castro y W. R. Y. Cabrera, «DIAGRAMAS DE RECORRIDO OPTIMIZADO Y PROPUESTA DE MEJORA EN LA EJECUCIÓN DE PARTIDAS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA, YANAQUERO–HUASMÍN–CELENDÍN–CAJAMARCA, 2020,» Trabajo de Investigación, 2020.
- [9] López Cristóbal, «Guía de Laboratorio Ingeniería de procesos,» Primera edición. Huancayo: Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular, , n° Disponible en: <http://repositorio.continental.edu.pe/>, 2017..
- [10] M. I. L. Cristóbal, «Guía de Laboratorio Ingeniería de procesos, Primera edición. Huancayo: Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular,» 2017. [En línea]. Available: Disponible en: <http://repositorio.continental.edu.pe/>.

- [11] J. Arcos, «Propuesta de reducción del tiempo de cambio de molde de troquel mediante la metodología SMED en la línea de FWS,» Universidad Iberoamericana Puebla, 2021.
- [12] D. Muro, «Aplicación del método SMED para mejorar la productividad en el área de extrusión de la empresa PROCOMSAC 2022,» Universidad César Vallejo, 2022.
- [13] D. Julca, «Aplicación de la herramienta SMED para mejorar la productividad en la línea 3 del área de conversión en una empresa de consumo masivo, puente Piedra 2018,» Universidad César Vallejo, 2019.
- [14] A. Andrada, «SMED: qué es y cómo puede implementarse,» Universidad Americana de Europa, 2021.
- [15] D. González y D. Idrovo, «Implementación de la metodología SMED y detección de cuellos de botella del proceso de reenvasado para la mejora de la productividad de una empresa comercializadora de productos agroindustriales,» Universidad Politécnica Salesiana, 2022.
- [16] S. Varela y J. Ramírez, «Implementación de la metodología SMED en los cambios de producto de las máquinas de empaque de una empresa de alimentos de Roldanillo,» Universidad Antonio Nariño, 2021.
- [17] M. Real, «Plan de mejora basado en Lean-Kaizen para el proceso de producción de un lubricante de PVC en una empresa de la industria Colombiana,» Fundación Universidad de América, 2020.
- [18] M. Sailema, «Sistema de control de tiempos en producción basado en el modelo de gestión Lean Manufacturing para la empresa Narman Jean´s,» Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [19] J. Bravo, «Propuesta de mejora para aumentar la productividad en la producción de pernos en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C. 2018,» Universidad Señor de Sipán, 2020.
- [20] F. Mondragón y G. Quincho, «Propuesta de mejora utilizando la metodología Lean Manufacturing para aumentar la productividad en el área de producción de una empresa elaborada de café pergamino seco,» Universidad Tecnológica del Perú, 2020.
- [21] J. Barrietos y M. Gamboa, «Propuesta de aplicación de la metodología SMED en una línea de envasado de bebidas carbonatadas,» Universidad Tecnológica del Perú, 2019.

- [22] R. Garcia, Criterio de la General Electric,, Mexico: Estudio del trabajo: Ingeniera de metodos y medición del trabajo , 2015.
- [23] O. I. d. T. (OIT), «Informe II - Suplemento,» 2022. [En línea]. Available: <https://ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>.
- [24] Universidad de Cantabria, «Unican.es,» [En línea]. Available: <https://web.unican.es/consejo-direccion/gerencia/Documents/gestion-por-procesos/manual-gestion-por-procesos-UC-%20v10.pdf>. [Último acceso: 06 Junio 2023].
- [25] M. V. Campaña Lara y E. M. Melendres Medina, Modelo de gestión por procesos en la educación superior, 2020.
- [26] J. I. Sánchez Rosero, Estandarización de los procesos productivos para mejorar la eficiencia en la empresa, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021.
- [27] J. D. Herrera Proaño y K. M. Madril Zapata, Estandarización del sistema productivo para el mejoramiento de la productividad, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2022.
- [28] D. F. Pazmiño Orozco, Estandarización del proceso de producción de balanceado en la empresa Grupo Avícola San Vicente de Riobamba, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2021.
- [29] G. C. C. David, Estandarización del proceso de soldadura del modelo Great Wall Motor Wingle 7 en la planta de ensamblaje de vehículos Ciauto Cia. Ltda, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2020.
- [30] M. Á. Mallar, «La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente,» Vis.futuro, vol. 13, n° 1, 2019.
- [31] M. d. I. C. Moreira Delgado, «Gestión por procesos y su aplicación en la organización de información de Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, S.A.,» Ciencias de la Información, vol. 38, n° 3, p. 13, Diciembre 2007.
- [32] M. Riquelme, «Web y Empresas,» 10 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <https://app.bibguru.com/p/19ad1f10-ee70-4a6b-91ec-8300a7a59584>. [Último acceso: 11 Junio 2023].

- [33] J. José, «Innovación Diaria,» Consejos y Guías para tu día a día, 24 febrero 2023. [En línea]. Available: <https://blogsaverros.juntadeandalucia.es/innovas/el-proceso-administrativo-en-la-educacion-una-mirada-a-su-importancia/#:~:text=El%20proceso%20administrativo%20en%20la%20educaci%C3%B3n%20se%20refiere%20al%20conjunto,la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20los%20resu.> [Último acceso: 4 Junio 2023].
- [34] S. Bergholz Pepper, «Definición de gestión por procesos,» Medwave, 1 Mayo 2011. [En línea]. Available: <https://www.medwave.cl/2001-2011/5032.html>. [Último acceso: 4 Junio 2023].
- [35] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, «Repositorio.iica.int,» Septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21020/Gu%C3%ADa%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20diagramas%20de%20flujo%20de%20los%20procesos%20institucionales.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. [Último acceso: 12 Junio 2023].
- [36] C. Y. Mira de Jesus, «La estandarización de procesos, como herramienta de mejora a la calidad de procesos administrativos,» Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016.
- [37] A. A. Coello, La gestión de los procesos, Facultad de Ciencias de la Documentación.
- [38] J. Jabaloyes Vivas, J. M. Carot Sierra y A. Carrión García, INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD, Valencia: UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE VALENCIA, 2020, p. 91.
- [39] M. Á. Espíndola Pérez y J. C. Hernández González, «Revisión de la literatura sobre la estandarización de procesos,» Academia Journals 2020, vol. 12, n° 6, pp. 290-295, 2020.
- [40] F. Alzate, «ISO9001-CALIDAD-TOTAL.COM,» [En línea]. Available: <https://iso9001-calidad-total.com/como-estandarizar-los-procesos-bajo-la-norma-iso-9001/>. [Último acceso: 4 Junio 2023].
- [41] R. Obando, «HubSpot,» 6 Diciembre 2022. [En línea]. Available: <https://blog.hubspot.es/sales/estandarizacion-de-procesos>. [Último acceso: 4 Junio 2023].
- [42] M. Petersen, «Gbtec.com,» GBTEC Software AG, [En línea]. Available: <https://www.gbtec.com/es/recursos/bpm/>. [Último acceso: 06 Junio 2023].

- [43] SYDLE, «Blog SYDLE,» 20 Julio 2021. [En línea]. Available: <https://www.sydle.com/es/blog/estandarizacion-de-procesos-60f723cfb2503757979bb13b/#:~:text=Para%20ello%20existen%20varias%20soluciones,empresa%20de%20principio%20a%20fin..> [Último acceso: 06 Junio 2023].
- [44] Secretaría Central de ISO, «www.iso.org,» Secretaría Central de ISO, Ginebra, 2015.