



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS
PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA “MEGAENVASES CIA.
LTDA.” CON LA VERIFICACIÓN Y USO DE FLEXSIM.**

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

AUTORES:

Ashqui Pilatasig Nixon Anderson
Chamorro Palacios Jennifer Lisbeth

TUTOR:

PhD. Medardo Angel Ulloa Enriquez

LATACUNGA, ABRIL-AGOSTO 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Latacunga, agosto del 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Ashqui Pilatasig Nixon Anderson, con cédula de ciudadanía No. 1753917341 Chamorro Palacios Jennifer Lisbeth, con cédula de ciudadanía No. 1550232571 declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA MEGAENVASES CIA LTDA. CON LA VERIFICACIÓN Y USO DE FLEXSIM”**, siendo el PhD Medardo Angel Ulloa Enriquez, tutor del presente trabajo de titulación; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de titulación, son de mi exclusiva responsabilidad.

Ashqui Pilatasig Nixon Anderson
CC. 1753917341

Chamorro Palacios Jennifer Lisbeth
CC. 1550232571

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Latacunga, agosto del 2025

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA MEGAENVASES CIA LTDA. CON LA VERIFICACIÓN Y USO DE FLEXSIM", de Ashqui Pilatasig Nixon Anderson y Chamorro Palacios Jennifer Lisbeth, 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 Cotopaxí designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Tutor



PhD. Medardo Angel Ulloa Enriquez

C.C. 1000970325

AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

Latacunga, agosto del 2025

AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de Proyecto de Investigación con el título **"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA MEGAENVASES CIA LTDA. CON LA VERIFICACIÓN Y USO DE FLEXSIM"**, propuesto por los estudiantes Ashquí Pilatasig Nixon Anderson, Chamorro Palacios Jennifer Chamorro de la Carrera de **Ingeniería Industrial**, me permito indicar que los estudiantes ha concluido todas las observaciones y realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad **Proyecto de Investigación** en virtud de lo cual los postulantes pueden presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,



Lector 1 (Presidente)
Ing. Edison Patricio Salazar Cueva, Mg.
CC: 0501843171



Lector 2
Ing. Jose Jonnatan Constante Armas, Mg.
CC: 0502034564



Lector 3
Ing. Raul Heriberto Andrade Guayasamin, Mg.
CC: 1717926253

AVAL EMPRESARIAL



Latacunga, Agosto 2025

Yo, Segundo Juan José Moyn Viera, en calidad de representante de la empresa MEGAENVASES CIA.LTDA, otorgo el presente aval de haber realizado el proyecto de investigación, titulado **“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA “MEGAENVASES CIA LTDA.” CON LA VERIFICACIÓN Y USO DE FLEXSIM.”**, llevado a cabo por los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera de Ingeniería Industrial: Ashqui Pilatasig Nixon Anderson con C.I 1753917341, y Chamorro Palacios Jennifer Lisbeth con C.I 1550232571, en el período académico Abril 2025 – Agosto 2025.

Aceptamos conocer y estar conformes con los términos y condiciones de las actividades que se realizaron en la empresa MEGAENVASES CIA.LTDA, en la ejecución del proyecto de los estudiantes.

Es cuanto puedo certificar en honor de la verdad, se expide el presente para que los interesados puedan hacer uso para los fines que crean conveniente.

Atentamente,



Firma y sello

NOMBRE:	Segundo Juan José Moyn Viera
CARGO:	Representante de la empresa MEGAENVASES CIA.LTDA
C.I:	180188686-0
Teléfono:	0320873069 / 0990557276

AGRADECIMIENTO

Primero agradecemos profundamente a Dios por su guía constante a lo largo de esta carrera, por brindarnos fortaleza en los momentos de dificultad y por ayudarnos a superar los retos con fe y determinación.

Gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarnos la oportunidad de formarnos académicamente, por el apoyo constante de sus docentes y personal, y por proporcionarnos un entorno de aprendizaje que nos ha permitido crecer profesional y personalmente.

Agradecemos a todas las personas que nos acompañaron en esta etapa, a nuestros amigos, familiares, compañeros, docentes y especialmente a nuestro tutor, por su guía dedicada y valioso acompañamiento.

Finalmente expresamos nuestro más sincero agradecimiento a Mega Envases CIA. LTDA. por permitirnos llevar a cabo nuestro proyecto de investigación en sus instalaciones, por su generoso apoyo, confianza y colaboración, que fueron fundamentales para el éxito y desarrollo de este trabajo académico.

Nixon Ashqui

Jennifer Chamorro

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por darme la fuerza, la salud y la sabiduría para culminar este importante capítulo de mi vida. Su guía y su fe han sido el motor que me impulsó a superar cada obstáculo y a seguir adelante.

A mi amada madre, Rosa, y a mi querido padre, Vicente, por ser mi roca, mi ejemplo y mi mayor inspiración. Gracias por su amor incondicional, sus sacrificios y por creer en mí incluso en los momentos en que yo dudaba. Cada logro en mi vida es un reflejo de su esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos y hermanas, que con sus risas, sus consejos y su apoyo constante hicieron el camino más ligero. Su amistad y su compañía son un regalo invaluable que atesoro con el alma. También a mis amigos, por su valiosa amistad y por estar presentes en los buenos y malos momentos, haciéndome ver que siempre hay un motivo para sonreír.

Y, finalmente, a mi querido hermano, que desde el cielo se ha convertido en mi ángel guardián. Esta tesis es un tributo a su recuerdo, a su fuerza inquebrantable y a la luz que sigue brillando en mi corazón. Esta meta también es tuya.

Nixon Ashqui

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro principalmente a Dios, por haberme dado la vida para poder llegar a este momento que es tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser ese pilar importante y demostrarme su apoyo incondicional gracias por el cariño y apoyo en esta importante parte de mi vida. A mi padre, por su aliento a seguir adelante y al no dejarme derrotar en este camino. A toda mi familia que también fueron una parte importante para mí, por su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos. También quiero agradecer a una persona que a lo largo de mi trayectoria profesional ha conseguido ser una persona muy importante para mí, Me siento profundamente agradecida por sus palabras de aliento en tiempos inciertos, su apoyo constante en instantes de mayor oscuridad, su fortaleza, su empatía y sus consejos. Sin lugar a dudas, ha sido una persona que ha constituido un apoyo sin condiciones y una figura de inspiración, además de ser una fuente de felicidad en tiempos adversos y una persona cuya generosidad y atención han tenido un impacto significativo. Además, estoy profundamente agradecida de haber sido considerada en momentos cruciales de su vida, un gesto que aprecio mucho. Muchas gracias a todos.

Jennifer Chamorro

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:”PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS
PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA “MEGAENVASES CIA LTDA.” CON LA
VERIFICACIÓN Y USO DE FLEXSIM.”**

Autores:

Ashqui Pilatasig Nixon Anderson
Chamorro Palacios Jennifer Lisbeth

RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como propósito principal el mejoramiento de los procesos productivos en la empresa Megaenvases Cía.Ltda. con la verificación y uso de Flexsim. Esta investigación surge de la necesidad de mejorar la productividad, los cuellos de botella, duplicidad de tareas entre otras circunstancias que afectan directamente la eficiencia operativa y limita los resultados económicos de cada periodo.

Para el desarrollo del estudio se utilizó una metodología descriptiva y cuantitativa basada en la recolección y análisis de datos operativos. En el ámbito descriptivo se realizó el levantamiento de información del proceso productivo actual, identificando tiempos de ciclo y niveles de productividad, lo que permitió identificar áreas críticas y cuellos de botella que limitan el desempeño de la empresa. En el aspecto es cuantitativo porque se basa en la recopilación de datos numéricos, como tiempos de ciclo y niveles de productividad, lo que permite la medición objetiva de ineficiencias y escenarios similares en FlexSim para evaluar el impacto de las mejoras. Se llevó a cabo la toma de los tiempos actuales de cada proceso, calculando el Tiempo de ciclo, Tiempo normal y Tiempo Estándar por lo cual se determinó la productividad actual de la empresa. A partir de este diagnóstico se diseñó una propuesta de mejora validada mediante simulación en FlexSim, se plantea rediseñar el layout acercando estratégicamente los puntos de almacenamiento a las estaciones iniciales de producción. Con este cambio, se reducen significativamente los recorridos y tiempos de transporte liberando tiempo valioso para la producción.

Palabras clave: FlexSim, Layout, Cuellos de botella, Eficiencia, Productividad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

**THEME: "PROPOSAL FOR IMPROVING THE PRODUCTION PROCESSES OF
THE COMPANY "MEGAENVASES CIA LTDA." WITH THE VERIFICATION AND
USE OF FLEXSIM."**

Authors:

Ashqui Pilatasig Nixon Anderson

Chamorro Palacios Jennifer Lisbeth

ABSTRACT

The main goal of this project is to improve production processes at Megaenvases Cía. Ltd. through the verification and use of Flexsim. It stems from the need to improve productivity, address bottlenecks, task duplication, and other factors that directly affect operational efficiency and limit financial results for each period.

The study used a descriptive and quantitative methodology based on the collection and analysis of operational data. In the descriptive area, information was gathered on the current production process, identifying cycle times and productivity levels. This allowed the researchers to identify critical areas and bottlenecks that limit the company's performance. The research is based on the quantitative approach because it collects numerical data, such as cycle times and productivity levels, enabling the objective measurement of inefficiencies and similar scenarios in FlexSim to evaluate the impact of improvements.

The current times for each process were recorded, calculating cycle time, normal time, and standard time, thereby determining the company's current productivity. Based on this diagnosis, an improvement proposal was designed and validated through simulation in FlexSim. The proposal is to redesign the layout by strategically moving storage points closer to the initial production stations. This change significantly reduces travel and transportation times, freeing up valuable time for production.

Keywords: FlexSim, Layout, Bottlenecks, Efficiency, Productivity.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ii
AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES.....	iii
AVAL EMPRESARIAL	iv
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	x
INDICE DE FIGURAS:.....	xii
INDICE DE TABLAS:.....	xiii
INDICE DE ECUACIONES:.....	xvi
1 INFORMACIÓN GENERAL	1
2 INTRODUCCIÓN.....	2
2.1 Situación problemática	3
2.2 Formulación de problema	4
¿De qué manera una propuesta de mejoramiento de los procesos productivos, con el apoyo de la simulación en FlexSim, puede contribuir a incrementar la productividad en la empresa Mega Envases Cía. Ltda.?	4
2.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	4
2.3.1 Objeto de Investigación:.....	4
2.3.2 Campo de Acción:	4
2.4 BENEFICIARIOS	4
2.4.1 Directo	4
2.4.2 Indirecto.....	5
2.5 JUSTIFICACIÓN	5
2.6 OBJETIVOS	6

2.6.1	General	6
2.6.2	Específicos.....	6
2.6.3	SISTEMA DE TAREAS.....	6
3	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
3.1	Antecedentes	7
3.2	Marco conceptual.....	8
3.2.1	Proceso	8
3.2.2	Proceso Productivo	10
3.2.3	Mejora de procesos.....	12
3.2.4	Simulación de procesos	14
3.2.5	Ingeniería de métodos.....	14
3.2.6	Estudio de tiempos	15
3.2.7	Flexsim	17
4	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	18
4.1	Tipo de investigación.....	18
4.2	Población y muestra.....	19
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	19
5.1	Resultados del objetivo 1-Visita técnica– Contextualización de la situación actual de la empresa.....	19
5.1.1	Nombre y Logotipo	19
5.1.2	Misión.....	20
5.1.3	Visión.....	20
5.1.4	Valores	20
5.1.5	Ubicación.....	21
5.1.6	Productos que ofrece	21
5.2	ABC para selección de productos TOP 3.....	24
5.3	Organigrama	26

El organigrama de Mega envases Cía. Ltda. Se conforma de la siguiente manera:	26
Nota: Elaboración propia.....	26
5.4 Layout de la empresa.	26
5.5 Diagrama de causa-efecto Ishikawa.....	29
5.6 Determinación del proceso actual.....	30
5.6.1 Mapa de procesos	30
5.6.2 Descripción del proceso productivo de MEGAENVASES CIA.LTDA.....	30
5.6.3 Descripción del proceso productivo	31
5.6.4 Cursograma por cada producto y fase	35
5.7 Resultado del objetivo 2 Comprobación de procesos productivos	46
5.7.1 Identificación de los procesos a mejorar.	46
5.7.2 Registro de tiempos por actividad	47
5.7.3 Determinación del número de muestras tras las tomas de tiempo realizadas en Mega envases CIA. LTDA.	47
5.7.4 Cálculo del tiempo normal, total y estándar	54
5.7.5 Productividad.....	62
5.8 Resultados obtenidos en base al tercer objetivo	63
5.8.1 Análisis económico	71
6 Conclusiones.....	72
7 Recomendaciones	73
8 REFERENCIAS	73

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Características de los procesos productivos	10
Figura 2 Características del proceso productivo.....	11
Figura 3. Eficiencia, eficacia y efectividad	13
Figura 4. Objetivos de la ingeniería de métodos	15
Figura 5 Método de calificación de Wetinghouse	16
Figura 6 Métodos para tomar el tiempo	17
Figura 7 Logotipo	20
Figura 8 Valores de Mega envases Cía. Ltda.....	20
Figura 9 Ubicación	21
Figura 10 Organigrama de Mega envases Cía. Ltda.	26
Figura 11 Layout Mega envases CIA LTDA	27
Figura 12 Distribución de Mega envases Cía. Ltda.	28
Figura 13 Diagrama de Ishikawa.....	29
Figura 14 Mapa de procesos de Mega envases	30
Figura 15 Flujograma general del proceso productivo.....	31
Figura 16 Flujograma de la etapa de recepción y traslado de materia prima	32
Figura 17 Flujograma de la etapa de formulación.....	32
Figura 18 Flujograma de la etapa inyección y enfriamiento	33
Figura 19 Flujograma de la etapa corte e inspección final	34
Figura 20. Flujograma de la etapa empaquetado y almacenamiento.....	34
Figura 22. Imagen de la simulación - Método actual	69
Figura 23. Imagen de la simulación - Método propuesto	70
Figura 24. Momento de toma de tiempos.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 25. Ver el proceso de inyectado.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 26. Maquina inyectora 1.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 27. Imágenes de maquina 1, 2, y 4.....	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Campos de la ciencia y tecnología UNESCO.....	2
Tabla 2. Campos de la ciencia y tecnología UNESCO.....	4
Tabla 3. Beneficiarios directos	5
Tabla 4. Beneficiarios indirectos	5
Tabla 5. Sistema de tareas del plan de titulación	6
Tabla 6. Ventajas y desventajas de la simulación de procesos	14
Tabla 7. Productos de MEGAENVASES	21
Tabla 8. Códigos de los productos.....	24
Tabla 9. ABC de productos.....	24
Tabla 10. Top 3 de productos en MEGAENVASES.....	25
Tabla 11. Cursograma del proceso general producto P1 Galón cuadrado - 1 paca de 50 unidades	35
Tabla 12. Cursograma del proceso 1 Recepción y traslado de materia prima P1 – 1 paca (50 Unidades).....	36
Tabla 13. Cursograma del proceso 2 Formulación P1 – 1 paca (50 Unidades).....	37
Tabla 14. Cursograma del proceso 3 Inyección y enfriamiento P1 – 1 paca (50 Unidades)....	37
Tabla 15. Cursograma del proceso 4 Corte e Inspección Final P1 – 1 paca (50 Unidades)....	38
Tabla 16. Cursograma del proceso 5 Empaquetado y almacenamiento P1 – 1 paca (50 Unidades)	38
Tabla 17. Cursograma del proceso general producto P4 Envase cuadrado 2 kg - 1 paca de 100 unidades	39
Tabla 18. Cursograma del proceso 1 Recepción y traslado de materia prima P4 – 1 paca (100 Unidades).....	40
Tabla 19. Cursograma del proceso 2 Formulación P4 – 1 paca (100 Unidades).....	40
Tabla 20. Cursograma del proceso 3 Inyección y enfriamiento P4 – 1 paca (100 Unidades)..	41
Tabla 21. Cursograma del proceso 4 Corte e Inspección Final P4 – 1 paca (100 Unidades)...	42
Tabla 22. Cursograma del proceso 5 Empaquetado y almacenamiento P4 – 1 paca (100 Unidades).....	42
Tabla 23. Cursograma del proceso general producto P5 Envase cuadrado 1 kg - 1 paca de 100 unidades	43
Tabla 24. Cursograma del proceso 1 Recepción y traslado de materia prima P5 – 1 paca (100 Unidades).....	44

Tabla 25. Cursograma del proceso 2 Formulación P5 – 1 paca (100 Unidades).....	44
Tabla 26. Cursograma del proceso 3 Inyección y enfriamiento P5 – 1 paca (100 Unidades)..	45
Tabla 27. Cursograma del proceso 4 Corte e Inspección Final P5 – 1 paca (100 Unidades)...	45
Tabla 28. Fig. 37 Cursograma del proceso 5 Empaquetado y almacenamiento P5 – 1 paca (100 Unidades).....	46
Tabla 30. Procesos por mejorar	47
Tabla 31. Tomas de tiempo recomendadas.	47
Tabla 32. Número de tomas de tiempo recomendadas P1	48
Tabla 33. Número de tomas de tiempo recomendadas P4	48
Tabla 34. Número de tomas de tiempo recomendadas P5	48
Tabla 35. Cálculo del factor del desempeño.....	49
Tabla 36. Cálculo del factor del desempeño.....	49
Tabla 37. Cálculo del factor del desempeño.....	49
Tabla 38. Cálculo del factor del desempeño.....	50
Tabla 39. Cálculo del factor del desempeño.....	50
Tabla 40. Cálculos de suplementos.....	51
Tabla 41. Cálculos de suplementos.....	52
Tabla 42. Cálculos de suplementos.....	52
Tabla 43. Cálculos de suplementos.....	53
Tabla 44. Cálculos de suplementos.....	53
Tabla 45. Tiempo estándar P1 proceso general en segundos y minutos.....	55
Tabla 46. Tiempo estándar P1 proceso 1 recepción y traslado de materia prima en minuto....	55
Tabla 47. Tiempo estándar P1 proceso 2 formulación en segundos y minutos	56
Tabla 48. Tiempo estándar P1 proceso 3 inyección y enfriamiento en segundos y minutos....	56
Tabla 49. Tiempo estándar P1 proceso 4 corte e inspección final en segundos y minutos	57
Tabla 50. Tiempo estándar P1 proceso 5 empaquetado y almacenamiento en segundos y minutos	57
Tabla 51. Tiempo estándar P4 proceso general en segundos y minutos.....	57
Tabla 52. Tiempo estándar P4 proceso 1 recepción y traslado de materia prima en segundos y minutos	58
Tabla 53. Tiempo estándar P4 proceso 2 formulación en segundos y minutos	58
Tabla 54. Tiempo estándar P4 proceso 3 inyección y enfriamiento en segundos y minutos....	59
Tabla 55. Tiempo estándar P4 proceso 4 corte e inspección final en segundos y minutos	59

Tabla 56. Tiempo estándar P4 proceso 5 empaquetado y almacenamiento en minutos	59
Tabla 57. Tiempo estándar P5 proceso general en segundos y minutos.....	60
Tabla 58. Tiempo estándar P5 proceso 1 recepción y traslado de materia prima en segundos y minutos	60
Tabla 59. Tiempo estándar P5 proceso 2 formulación en segundos y minutos	61
Tabla 60. Tiempo estándar P5 proceso 3 inyección y enfriamiento en segundos y minutos....	61
Tabla 61. Tiempo estándar P5 proceso 4 corte e inspección final en segundos y minutos	62
Tabla 62. Tiempo estándar P5 proceso 5 empaquetado y almacenamiento en segundos y minutos	62
Tabla 63. En el cursograma P1 propuesto se muestra una reducción de tiempos.	64
Tabla 64. En el cursograma P4 propuesto se muestra una reducción de tiempos.	65
Tabla 65. En el cursograma P4 propuesto se muestra una reducción de tiempos.	65
Tabla 66. Tabla presenta las mediciones y cálculos proyectados para el proceso general del producto P1.....	66
Tabla 67. Tabla detalla las mediciones y cálculos proyectados para el proceso general del producto P4.....	66
Tabla 68. tabla detalla las mediciones y cálculos proyectados para el proceso general del producto P5.....	67
Tabla 69. Tiempos Estándar actuales frente a los optimizados y la capacidad de producción resultante para los productos P1, P4 y P5.....	68
Tabla 70. Calculo la media aritmética de los Tiempos Estándar actuales generales de los tres productos principales.....	69
Tabla 71. Cálculo de los ingresos del método actual y el método propuesto	71
Tabla 72. Análisis económico al mes.....	71
Tabla 73. Tiempo estándar proceso corte e inspección final. ...	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE ECUACIONES:

Ecuación 1. Tiempo Promedio	54
Ecuación 2. Tiempo Normal.....	54
Ecuación 3. Tiempo Estándar	54
Ecuación 4 Capacidad de Productividad.	62
Ecuación 5 Capacidad de la Producción.....	67
Ecuación 6. Incremento de la Productividad	70

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título: Propuesta de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa “MEGAENVASES CIA LTDA.” con la verificación y uso de FlexSim.

Modalidad de Titulación:

Propuestas Tecnológicas

Proyectos de Investigación

Carrera: Ingeniería Industrial

Equipo de Trabajo del Trabajo de Titulación:

Tutor: PhD. Medardo Angel Ulloa Enriquez

N° de cedula: 1000970325

Teléfono: 0992741822

Correo electrónico: medardo.ulloa@utc.edu.ec

Autores: Nixon Anderson Ashqui Pilatasig

N° de cedula: 1753917341

Teléfono: 0990177098

Correo electrónico: nixon.ashqui7341@utc.edu.ec

Jennifer Lisbeth Chamorro Palacios

N° de cedula: 1550232571

Teléfono: 0989607658

Correo electrónico: jennifer.chamorro2571@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

NOMENCLATURA INTERNACIONAL DE LA UNESCO para los campos de ciencia de ciencia y tecnología:

Tabla 1. Campos de la ciencia y tecnología UNESCO

3310 tecnología Industrial
3310.03 Procesos Industriales
3310.07 Estudio de Tiempos y Movimientos

Línea de investigación: N/A

Sub líneas de investigación de la Carrera: Tecnología industrial.

2 INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el contexto empresarial es dinámico, altamente competitivo y agresivo, permanecer en el mercado es una tarea compleja que requiere innovación y mejoramiento continuo donde los procesos y su optimización son el eje fundamental para lograr ventajas frente a la competencia. Las empresas a nivel mundial necesitan competir para ello la disciplina y el mejoramiento continuo de los procesos es el valor agregado que las diferenciarán y el mejoramiento de procesos consiste en establecer actividades y estrategias que conlleven a ofrecer valor agregado al cliente mayor calidad y satisfacción, cuando se mejoran los procesos como afirma [1] se reducen etapas y tiempos innecesarios esto disminuye la duración general del proceso, simplifica las estructuras organiza el uso y aprovechamiento de recursos, eliminando aquellas actividades que no agregan valor, incrementa la eficiencia y eficacia mediante un funcionamiento sistémico de mejora continua en la empresa. Entendiendo la mejora continua como *“el incremento de la calidad y la eficiencia a través de pequeños cambios que implican a todos los procesos y empleados de una compañía”* [2].

En América Latina y el Caribe *“el 75% de las MIPYME que han adoptado la gestión por procesos mejoraron su eficiencia y competitividad 15% en promedio”* [1]. El primer paso para mejorar los procesos es realizar un diagnóstico inicial que permita identificar las áreas de mejora aquellos elementos que requieren atención de esta forma se puede establecer cuellos de botella, falencias e ineficiencias así como tareas repetidas a fin de optimizar las acciones con soluciones que maximicen la productividad de las empresas. Uno de los mayores impulsores de las áreas de mejora *“es la identificación de cuellos de botella y tareas manuales repetitivas. Estos son procesos que consumen más tiempo del necesario o que implican una carga de trabajo desproporcionada en comparación con su valor para la operación”* [3].

En el Ecuador como en la región el mejoramiento de procesos es un elemento importante para cualquier tipo de empresas no obstante al enfocarnos en las empresas industriales toma principal relevancia puesto que el proceso productivo es el eje sobre el que la empresa direcciona la

consecución de objetivos y pueden existir desperdicios de tiempo y costos a lo largo del proceso, por ello es indispensable que se realice un diagnóstico que favorezca la determinación de áreas de mejoras, el estudio de tiempos es una alternativa eficiente. En este sentido una herramienta que es ideal para lograr mejoramiento en los procesos es Flexsim que a partir de las debilidades encontradas contribuye a generar planes de mejora con la representación del antes y después, de esta forma se puede tener una visión de los posibles escenarios y los beneficios que se obtendrán con la mejora. Como lo afirma [4] *“Flexsim contrasta los escenarios “antes” y “después” de la operación con el fin de ilustrar a los gerentes, los beneficios potenciales de la implementación de las propuestas de mejora”*.

Por su arte Mega Envases Cía. Ltda. Es una empresa dedicada a fabricar envases plásticos. La investigación se enfoca en analizar los tiempos del proceso productivo de Mega Envases a fin de lograr un uso más inteligente de recursos y mejorar el proceso productivo.

2.1 Situación problemática

A nivel mundial el sector industrial dedicado a la fabricación de envases es un tanto compleja, ya que se enfrenta a la necesidad de innovar y mejorar los procesos, aplicar la normativa, garantizar cuidado y preservación ambiental. La optimización de procesos es un pilar fundamental reducir costos logísticos, y aplicar estándares normativos, las fluctuaciones de precios de materiales es un reto especialmente cuando las empresas no tienen control sobre su proceso productivo entre los problemas más comunes de la producción a nivel global, se encuentra *“la ausencia de un mantenimiento preventivo adecuado en las máquinas, junto con una deficiente organización de las tareas y los empleados, genera pérdidas de tiempo que impactan negativamente en el cumplimiento de los plazos de entrega”* [5].

A nivel de América Latina y el Caribe *“el sector manufacturero está estancada o en retroceso en algunos países según indicadores PMI globales”* [6]. En este contexto los problemas productivos del sector industrial denotan que las empresas de la región como las que se dedican a la producción de envases plásticos requieren con urgencia optimizar, renovar e innovar procesos, reduciendo aquellos desperdicios de recursos, corrección de errores que maximicen la eficiencia operativa.

En el Ecuador de igual forma el sector industrial se ve influenciado por diferentes aspectos internos y externos que pueden influir en el desempeño y poner en riesgo la continuidad de las empresas en el mercado. Las empresas productoras de envases plásticos se rigen a la aplicación y cumplimiento de normativas, fluctuaciones de precios de insumos, políticas y demás condiciones propias del mercado. En este sentido la búsqueda de una mayor eficiencia y eficacia

en sus operaciones es el elemento que le permite obtener ventaja competitiva. Por ello es necesario que se identifiquen aquellas áreas de mejora como los tiempos improductivos, los desperdicios de recursos, cuellos de botella que retardan los procesos, así como errores y actividades repetitivas que afectan el funcionamiento adecuado e impiden que se maximice la eficiencia operativa.

La empresa Mega Envases Cía. Ltda. Se enfrenta a retos internos como ineficiencia en los procesos lo que se refleja directamente en la capacidad productiva y en el logro de objetivos, el retraso en los procesos, se debe a diversos factores entre los que se encuentran los cuellos de botella, duplicidad de tareas entre otras circunstancias que afectan directamente la eficiencia operativa y limita los resultados económicos de cada periodo. Por ello es necesario que se identifiquen aquellas áreas de mejora en cada fase del proceso productivo a fin de establecer estrategias que orienten esfuerzos hacia la mejora continua, la eficiencia y eficacia.

2.2 Formulación de problema

¿De qué manera una propuesta de mejoramiento de los procesos productivos, con el apoyo de la simulación en FlexSim, puede contribuir a incrementar la productividad en la empresa Mega Envases Cía. Ltda.?

2.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.3.1 Objeto de Investigación:

Procesos productivos en la empresa Mega Envases Cía. Ltda.

2.3.2 Campo de Acción:

Mejoramiento del flujo de trabajo en las líneas de producción.

NOMENCLATURA INTERNACIONAL DE LA UNESCO para los campos de ciencia de ciencia y tecnología

Tabla 2. Campos de la ciencia y tecnología UNESCO

3310 Tecnología Industrial
3310.03 Procesos Industriales
3310.07 Estudio de Tiempos y Movimientos

2.4 BENEFICIARIOS

2.4.1 Directo

Los beneficiarios directos son:

Tabla 3. Beneficiarios directos

BENEFICIARIOS DIRECTOS	
CARGO	Nº Personas
Socios	10
Representante legal/Gerente	1
Contador	1
Auxiliar contable	1
Operarios	4
Total	17

2.4.2 Indirecto

Los beneficiarios indirectos son:

Tabla 4. Beneficiarios indirectos

BENEFICIARIOS INDIRECTOS	
CARGO	Nº Personas
Clientes	90
Proveedores	5
Total	95

2.5 JUSTIFICACIÓN

La investigación se sustenta en la necesidad de introducir metodologías avanzadas en Mega Envases para incrementar la eficiencia operativa y mantener la competitividad en el mercado. Al utilizar la aplicación FlexSim se logra plasmar de forma real y contextualizada el proceder de la empresa para de esta forma obtener datos confiables que sirvan para la toma de decisiones. Con el mejoramiento de los procesos la empresa podrá gestionar de mejor forma los recursos, con la identificación de cuellos de botellas, errores, tareas duplicadas, redistribución de turnos y de maquinarias, etc. elementos que retrasan y generan ineficiencia la empresa tiene herramientas de mejora continua para lograr maximizar sus beneficios, reducir tiempos muertos y eliminar desperdicios.

Con enfoque estratégico la propuesta ofrece la posibilidad de considerar el contexto actual y diversos escenarios para que la gerencia elija la que más se ajuste a su perspectiva y objetivos de esta forma la empresa se sitúa como resiliente al contar con las herramientas para enfrentar diversas situaciones lo que garantiza una mayor permanencia en el mercado. De esta forma se promueve una cultura de mejora continua interna, el trabajo en equipo se coordinan las diferentes fases a fin de que la empresa funcione de forma óptima aprovechando al máximo los

recursos, con mayor innovación lo que posicionará a Mega Envases como una empresa responsable y comprometida con la calidad y excelencia.

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 General

Proponer una mejora en el proceso productivo de la empresa *Mega envases Cía. Ltda.*, mediante la aplicación de un estudio de tiempos y la simulación de escenarios en el software FlexSim, con el propósito de mejorar la productividad y eficiencia operativa.

2.6.2 Específicos

- Analizar el estado actual del proceso productivo de la empresa *Mega envases Cía. Ltda.*, a través del levantamiento y organización de información relevante del área operativa.
- Determinar los tiempos de ciclo, niveles de productividad de los procesos, para la identificación de cuellos de botella y áreas críticas de mejora.
- Diseñar una propuesta de mejora para el proceso productivo de la empresa, mediante la simulación de escenarios en FlexSim.

2.6.3 SISTEMA DE TAREAS

Tabla 5. Sistema de tareas del plan de titulación

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Analizar el estado actual del proceso productivo de la empresa <i>Megaenvases Cía. Ltda.</i> , a través del levantamiento y organización de información relevante del área operativa.	Visita técnica para observar directamente el área de trabajo. Elaboración del Layout de la empresa. Elaboración del diagrama de causa-efecto Ishikawa. Desarrollo del mapa general de procesos,	Recopilación de información. Optimización del espacio. Visión clara del proceso. Diagrama de flujo de proceso. Cursograma analítico.	Técnicas: •Observación •Investigación de campo Instrumentos: •AutoCAD •Word •Bizagi •Excel

	diagramas de flujo y cursogramas analíticos.	
Determinar los tiempos de ciclo, niveles de productividad y eficiencia de los procesos, para la identificación de cuellos de botella y áreas críticas de mejora.	Toma de tiempos de los procesos en la empresa y en su estado actual. Cálculo del tiempo normal y tiempo total del ciclo del proceso. Cálculo de la productividad actual.	<p>Técnicas:</p> <p>Estudio de tiempos</p> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hojas de registro para el análisis de tiempos. • Cronómetro • Tablas para evaluar el ritmo laboral
Diseñar una propuesta de mejora para el proceso productivo de la empresa, mediante la simulación de escenarios FlexSim.	Diseño y representación gráfica de áreas de trabajo. Propuesta de mejoramiento de procesos representados mediante escenarios de simulación.	<p>Técnicas:</p> <p>Estudio de tiempos.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Modelado del proceso de producción. FlexSim</p>

3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Antecedentes

A nivel nacional se encuentran diversos estudios referentes a la mejora de procesos. En la ciudad de Madrid el investigador [7] desarrolló su tesis de grado, titulada Modelado y Optimización de Procesos Industriales con FlexSim y Power BI: Estudio de Caso en una Empresa Real, tuvo como propósito analizar, asesorar y perfeccionar los procesos productivos de una compañía real mediante el uso de tecnologías avanzadas. El autor analizó además de los datos de tiempos y cuellos de botella la información financiera, modeló el proceso actual mediante la simulación

de Flexim, y desarrolló propuestas de mejora en tres fases del proceso eliminando gastos innecesarios.

En Colombia la autora [8] realizó es estudio denominado Evaluación de sistemas productivos a través de herramientas digitales diseñadas para simular procesos de producción, combinando modelado, análisis y visualización de datos. La investigación empleó una metodología investigación descriptiva y exploratoria. Los resultados resaltan que hoy en día, las compañías emplean sistemas de producción automatizados, impulsados por los avances tecnológicos que se desarrollan constantemente en un entorno de alta competitividad, exigido por los mercados para garantizar su permanencia. Por esta razón, muchas empresas optan por implementar software de simulación, aprovechando la inteligencia artificial y las capacidades tecnológicas de estas herramientas para diseñar y modelar diversos sistemas productivos. Estas soluciones permiten evaluar posibles modificaciones a futuro, anticipando escenarios relacionados con la demanda, la evolución de los productos y otras eventualidades del entorno empresarial. Así, se fomenta una mejora continua, facilitando la integración de las empresas con la tecnología y su constante evolución.

Los autores Estrella V., Edison A [9] en su investigación denominada “Estudio de tiempos y movimientos para proponer mejoras en el proceso de producción de cobijas de la empresa Neymatex s.a. en el cantón Guano” efectuada en la Provincia de Riobamba, tuvo como objetivo “optimizar la línea de producción en la empresa Neymatex considerando el análisis del estudio de tiempos y movimientos para amentar la productividad de la empresa”. Para efecto empleó una metodología una investigación aplicada de diseño no experimental y enfoque cuantitativo empleando como herramienta la aplicación Flexim. Los resultados revelan movimientos ineficientes en el proceso de confección, en la búsqueda de materia prima en la bodega, traslado en grandes distancias, tiempos de espera excesivos, lo que resalta una subutilización de recursos. Los autores desarrollaron simulación mediante Flexim, ofreciendo mejoras con los mismos horarios logrando optimizar recursos y maximizar la producción al pasar de cinco a once lotes diarios.

3.2 Marco conceptual

3.2.1 Proceso

Un proceso consiste en un grupo de actividades organizadas que involucran la colaboración de varias personas y recursos materiales, coordinados para alcanzar un propósito previamente definido. Se analiza cómo el Servicio diseña, administra y optimiza sus procesos (actividades)

para respaldar sus políticas y estrategias, y para cumplir de manera efectiva con las expectativas de sus clientes y otros grupos de interés [3].

El término "proceso" en español deriva del latín processus y, según la Real Academia Española, se define como: (1) el acto de avanzar o progresar; (2) el paso del tiempo; y (3) el conjunto de etapas consecutivas de un fenómeno natural o de un procedimiento artificial[10].

Los procesos consisten en un grupo de actividades que transforman entradas en salidas. Contar con procesos mapeados, definidos y supervisados permite comprender el funcionamiento de las actividades dentro de la organización, facilitando así la implementación de la mejora continua. En cada proceso existen ingresos y salidas: los ingresos corresponden a los insumos o materias primas necesarias para llevar a cabo las actividades del proceso, mientras que las salidas incluyen el producto final y los desperdicios generados. Además, se resalta la relevancia de controlar los procesos para optimizar las operaciones de la organización [11] .

3.2.1.1 Importancia

Para los autores Tomás Fontalvo, Efraín De La Hoz y José Morelos Gómez [12] la importancia de los procesos en las empresas radica en que:

- Orienta a la organización hacia el cliente y sus objetivos.
- Facilita su optimización y la racionalización del uso de sus recursos siguiendo un estándar de eficiencia mundial.
- Proporciona una visión integral de la organización y sus interacciones internas.
- Ayuda a disminuir los costos operativos y de administración, al facilitar la detección de los costos superfluos.
- Facilita la toma de decisiones eficientes, dado que simplifica la detección de restricciones y barreras para alcanzar las metas.
- Ayuda a disminuir los periodos de desarrollo, lanzamiento y producción de bienes y/o servicios.
- Facilita establecer responsabilidades precisas en la realización.
- Fomenta la creación de ventajas competitivas, propias y perdurables.
- Ofrece el marco para que la colaboración supere los obstáculos funcionales, dado que promueve el trabajo colaborativo.

3.2.1.2 Características

Las características elementales en los procesos productivos según [13] son:

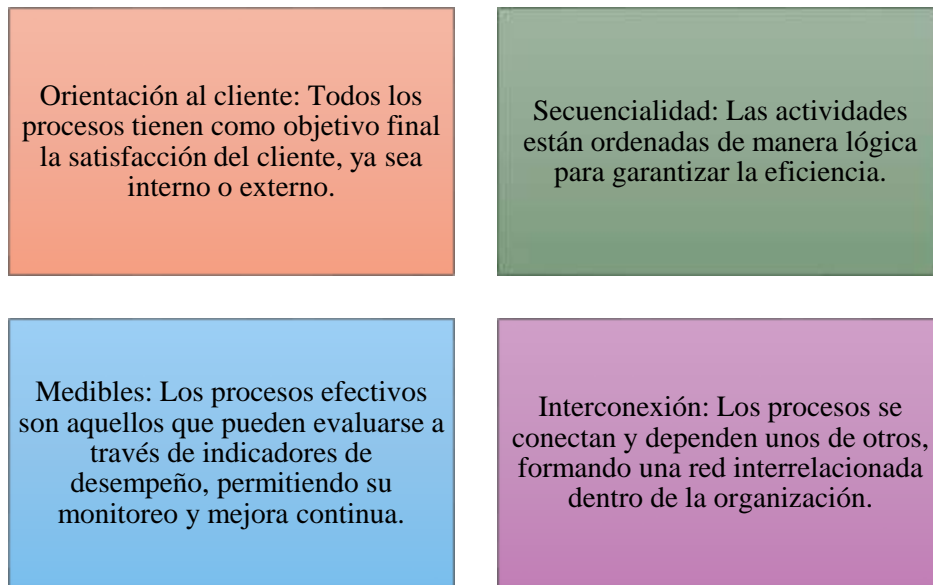


Figura 1. Características de los procesos productivos

Nota: Elaboración propia a partir de [13].

3.2.2 Proceso Productivo

Son las actividades ordenadas que cambian entradas en salidas con la finalidad de darle un valor agregado, así mismo los procesos productivos son las diferentes actividades y operaciones que generan valor a través de los cambios de insumos en productos o servicios [14].

Incluye la formulación, diseño, operación y supervisión de los sistemas destinados a la producción de bienes y servicios, abarcando la conversión de insumos o materias primas en productos. Se vincula con la creación de mercancías o actividades que engloban diversas funciones, ya sean tangibles o intangibles, orientadas a satisfacer las necesidades del cliente [11].

El proceso de producción consiste en el conjunto de actividades y procedimientos que una empresa lleva a cabo para fabricar bienes y servicios. También puede definirse como una secuencia de operaciones planificadas y consecutivas necesarias para la creación de productos [15].

3.2.2.1 Importancia

Resulta fundamental para cualquier compañía, pues abarca las actividades y procesos realizados para convertir insumos en bienes o servicios, así mismo nos revela problemas recurrentes en diferentes lugares del mundo en cuanto al proceso de internacionalización y libre mercado haciendo uso de teorías de producción y de comercio [16].

3.2.2.2 Características

Según los autores Zaldivar D., Valenzuela C., Gómez C., Loja G., *“El proceso de producción es esencial para implementar mejoras o ajustes en las actividades productivas, por lo que debe contar con metas claras y controles rigurosos, ya que solo así la compañía puede garantizar beneficios”* [15].

Las características del proceso productivo según [16] son las siguientes:

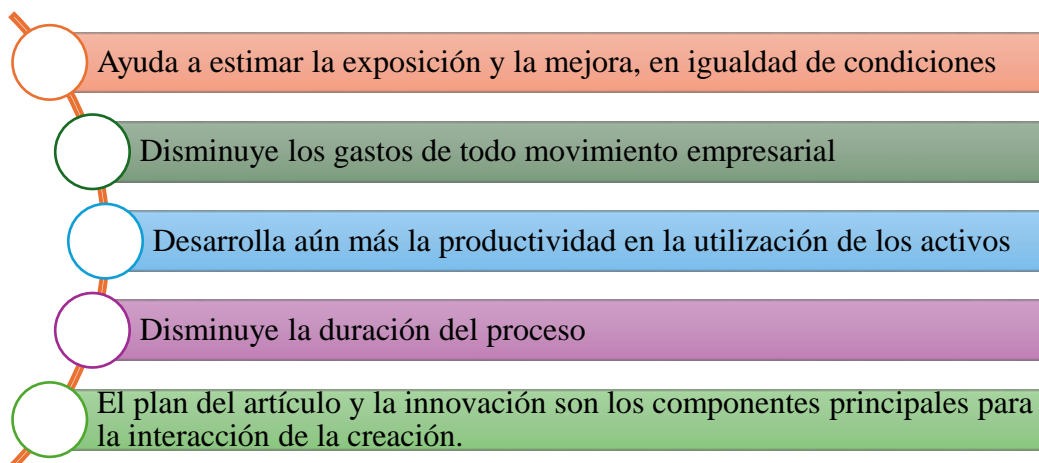


Figura 2 Características del proceso productivo

Nota: Elaboración propia a partir de [16].

Mientras que para [17] las características del proceso productivo son:

- El ciclo debe tener un objetivo razonable que conecte con el anhelo del cliente.
- Debe introducir límites, según indique el discernimiento del cliente.
- Incluir en el ejercicio de mejora a los agentes de cada movimiento primario conectado con el ciclo para trabajar su relación subyacente.
- Debe introducir un individuo encargado de su cumplimiento.
- Debe contener una guía, para que reconozca cada uno de los ejercicios del ciclo.
- Separar los ejercicios que no añaden estima de los que sí lo hacen.
- Deseche los ejercicios que no añaden estima.
- La variedad en el proceso debe ser analizable y cuantificable.
- La interacción debe ser rediseñable.
- La interacción se solidifica a partir de la información obtenida de las cualidades anteriormente mencionadas.

3.2.3 Mejora de procesos

Se contempla dentro de tareas o creación los ejecutivos, que así pues es un plan centrado alrededor de la mejora de los marcos que hacen y producen el trabajo y los productos primarios, y permanece constantemente con la apertura para estudiar y la ejecución de las actividades que producen eficacia, teniendo la interacción reguladora como su red. Para lo cual se deben tomar decisiones claves y acertadas [18].

Una comprensión clara y exhaustiva de los procesos que generan valor para los clientes resulta esencial para llevar a cabo un rediseño integral de dichos procesos y aplicar cambios significativos que conduzcan a mejoras sustanciales. De esta forma, se optimiza el desempeño en aspectos como costos, calidad, servicio, productividad y rapidez, entre otros. Asimismo, los objetivos del trabajo y las estructuras organizacionales se transforman simultáneamente, lo que facilita evaluar la conveniencia de adoptar nuevas estrategias corporativas [11].

3.2.3.1 Métodos de mejora de procesos

3.2.3.2 Mejora continua

La mejora continua de los procesos implica el desarrollo de metodologías (como procedimientos, seguimientos y evaluaciones de rendimiento) enfocadas en identificar y abordar de manera constante los problemas que surgen en la organización. Asimismo, la mejora continua busca perfeccionar el producto o servicio ofrecido por la empresa, con el propósito de incrementar la satisfacción del cliente, reducir costos y optimizar el uso de recursos [11].

La implementación de la mejora continua en los procesos organizacionales requiere fomentar una cultura de perfeccionamiento constante, la estandarización de procedimientos, la involucración del personal, el trabajo colaborativo y la innovación. Esto permite desarrollar productos de alta calidad mediante el uso eficiente de los recursos disponibles, incrementando la eficacia y la eficiencia para optimizar los resultados clave que contribuyen a la sostenibilidad y al fortalecimiento de la posición de las empresas en el mercado [19].

3.2.3.3 Eficiencia, eficacia y efectividad

La eficiencia implica emplear los recursos de forma óptima para evitar su desperdicio. Según la idea del autor, la eficacia de una empresa, producto o individuo se basa en su habilidad para lograr resultados destacados con el menor costo económico posible. Por ello, es fundamental que el responsable de la organización comprenda a fondo los procesos internos y desarrolle estrategias de mejora específicas para cada área de la compañía [11].

Es importante considerar tres términos relacionados, la eficiencia evalúa qué tan bien se emplean los recursos disponibles. Se calcula mediante la fórmula: $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Recursos Planificados}}{\text{Recursos Empleados}}$. Por su parte, la eficacia mide el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos, y se determina con la fórmula: $\text{Eficacia} = \frac{\text{Resultados Alcanzados}}{\text{Resultados Planificados}}$. Finalmente, la efectividad refleja hasta qué punto se logran los objetivos propuestos. (Ardila, García & Valenzuela, 2022)

A continuación, se refleja la diferencia entre eficiencia, eficacia y efectividad según [20]:

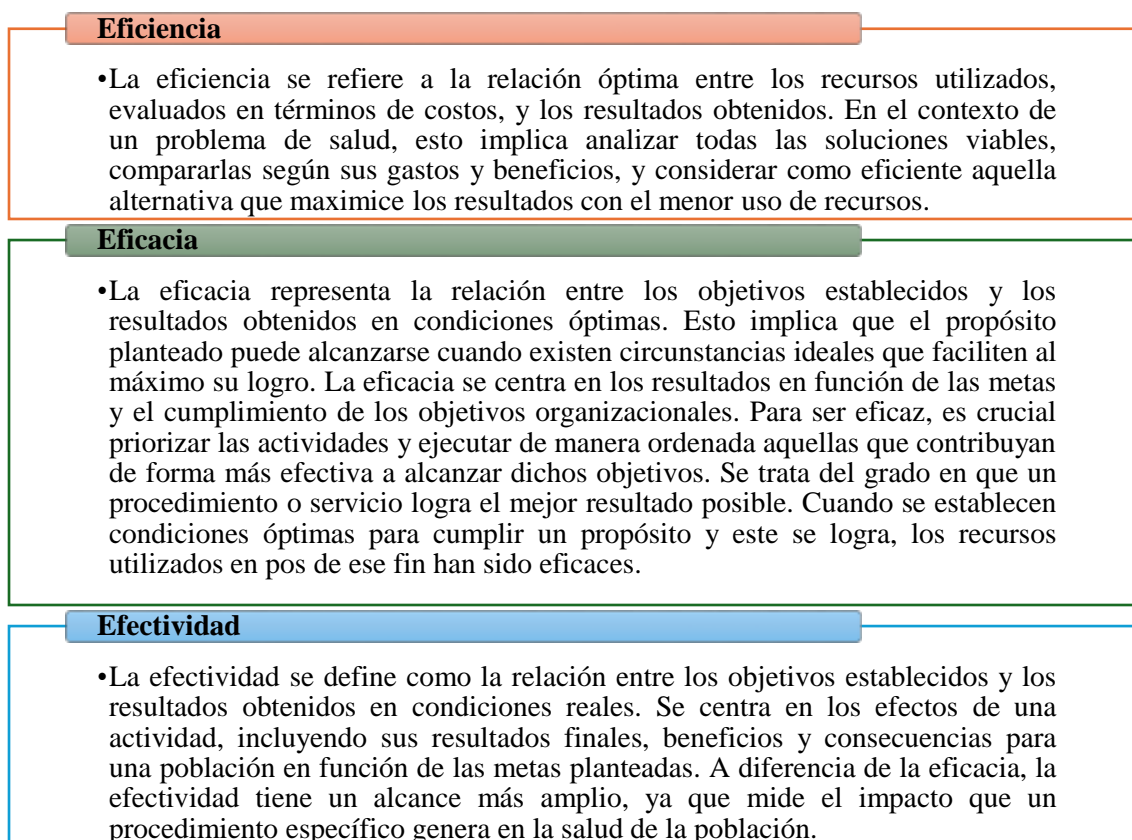


Figura 3. Eficiencia, eficacia y efectividad

Nota: Elaboración propia a partir de [20].

3.2.4 Simulación de procesos

La simulación consiste en emplear técnicas digitales implementadas en computadoras para replicar cualquier actividad o proceso de la vida real. En otras palabras, permite analizar el comportamiento de sistemas reales mediante la creación de modelos que representan diversos problemas [21].

3.2.4.1 Ventajas y desventajas

Para Ramos [21] la simulación de procesos tiene ventajas y desventajas como se refleja a continuación:

Tabla 6. Ventajas y desventajas de la simulación de procesos

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Analizar el impacto de las modificaciones en un proceso sin llevarlas a cabo en la realidad.• Mejora el conocimiento del proceso actual y generar escenarios para ver cómo se comportaría el o los modelos aplicados.• Puede ser empleado como informativo en la toma de decisiones.• Es más barato simular alternativas antes de tomar decisiones, antes que realizar grandes cambios en procesos reales.• En problemas muy complejos la simulación es una solución eficiente.• En la actualidad los programas de simulación son más accesibles y fáciles de utilizar.	<ul style="list-style-type: none">• La simulación puede ofrecer varios escenarios, pero es importante considerar otros datos como los financieros, proyecciones, etc.• Las simulaciones pueden ser costosas para problemas simples que pueden ser resueltos con análisis.• Un estudio desarrollado de forma eficiente puede llevar meses y no todos los proyectos pueden esperar tanto tiempo para ejecutarse.• Los responsables de la simulación deben tener conocimientos en el uso de los paquetes y en estadística para poder interpretar los resultados.• A veces lo confunden con un video juego o piensan que debe dar una solución y no como una herramienta informativa.

Nota: Elaboración propia a partir de [21].

3.2.5 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos se enfoca en analizar las operaciones para disminuir las cargas laborales, con el propósito de incrementar la productividad en el área donde se implementa y, en consecuencia, optimizar el rendimiento general de la organización [22].

La ingeniería de métodos emplea el estudio de tiempos para establecer estándares de un periodo utilizando datos cualitativos. Este método permite medir los datos de cada actividad mediante el uso de herramientas y materiales, siempre que se aplique de forma adecuada [23].

3.2.5.1 Objetivos

Los objetivos de la ingeniería de métodos según [24] son:

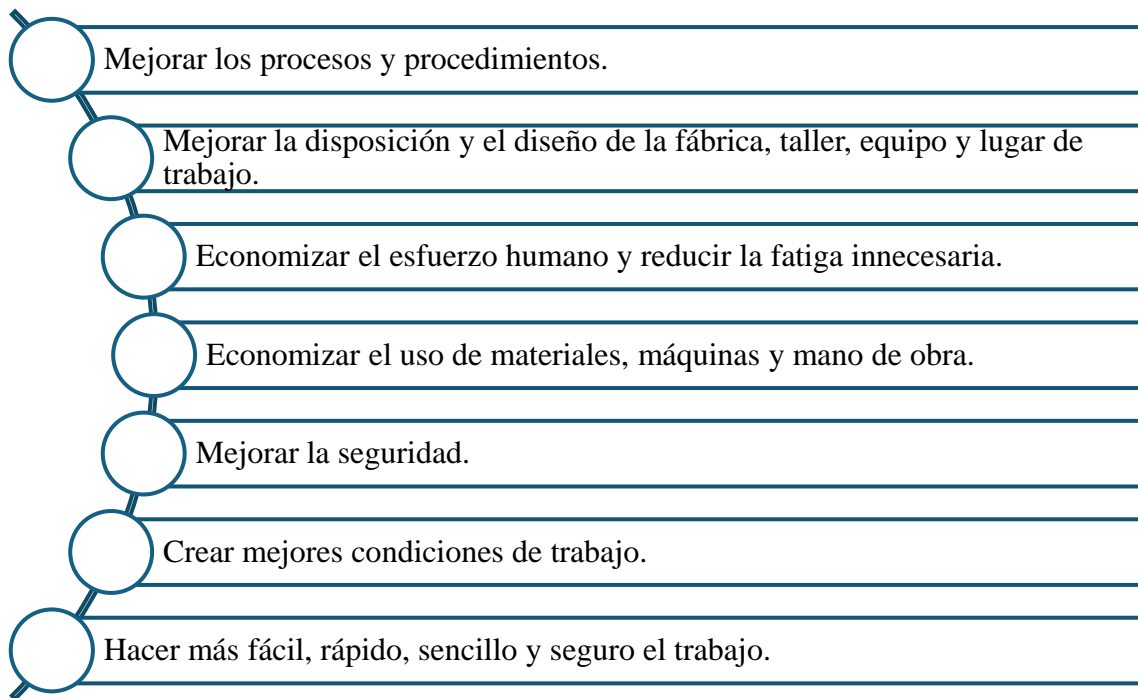


Figura 4. Objetivos de la ingeniería de métodos

Nota: Elaboración propia a partir de [24].

3.2.6 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos abarca un conjunto de métodos diseñados para calcular el tiempo que un trabajador capacitado requiere para realizar una tarea específica siguiendo un procedimiento definido previamente. Existen diversas técnicas de medición que varían en su nivel de precisión. La elección de la técnica más adecuada depende de los recursos disponibles en la empresa, el tipo de producción esperada y la formación del personal técnico [25].

El primer tiempo que se debe obtener es el tiempo de ciclo promedio según [23] se obtiene al aplicar la ecuación 1 que consiste en sumar todos los tiempos registrados y después dividirlos para la cantidad de muestras, la ecuación es la siguiente:

$$-TC = \frac{(\sum \text{Tiempos elementales registrados})}{\# \text{de ciclos observados}}$$

El autor también manifiesta que luego de obtener el tiempo de promedio de ciclo (TC) es necesario calcular el tiempo normal (TN), para esto es importante que un trabajador realice la operación a ritmo estándar, sin demoras. Y se calcula empleando la ecuación II:

$$TN = TC \times VRT$$

Un sistema de calificación ideal es el de Westinghouse [23] como se detalla a continuación:

Método de calificar con Westinghouse

Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse			Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse		
+0.15	A1	Superior	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Superior	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Bueno	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.18	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo

Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse			Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Bueno	+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Malo	-0.04	F	Mala

Figura 5 Método de calificación de Westinghouse

Nota: Obtenido de [23].

El tiempo estándar es el tercer paso y se consigue mediante la aplicación de la fórmula III, consiste en sumar el tiempo normal más ciertos tiempos permitidos para descansos, tomar el café o ir al baño, etc. más demoras inevitables como situaciones donde se descomponga el equipo, exista falta de material, fatiga de los trabajadores de carácter físico o mental. [23]

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} * (1 + \text{suplemento})$$

3.2.6.1 Métodos

Los métodos para medir los tiempos según [26] son:

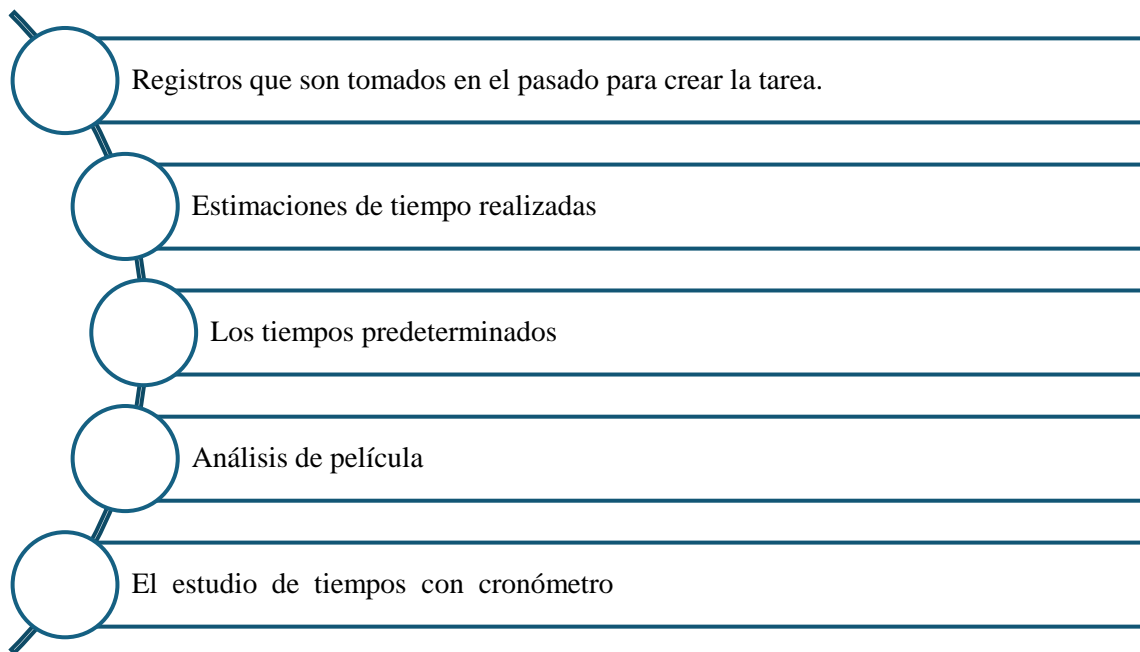


Figura 6 Métodos para tomar el tiempo
 Nota: Elaboración propia obtenido de [26].

Se puede decir que el estudio de tiempos con el cronómetro es el método más utilizado por su flexibilidad y confiabilidad de la información.

3.2.7 Flexsim

Flexsim es una herramienta de análisis que permite a los ingenieros tomar decisiones informadas en el diseño y la gestión de sistemas. Con este software, es posible crear un modelo digital tridimensional de un sistema real. Gracias a sus gráficos dinámicos y detallados informes de desempeño, Flexsim facilita la identificación de problemas y la evaluación de soluciones en un corto periodo de tiempo. También Flexsim entre cada uno de sus servicios ofrece la opción de modelar el sistema antes de que se construya o de cierta forma poder evaluar las políticas operativas antes de que entren en funcionamiento, evitará muchos problemas comunes al operar un nuevo sistema [1].

3.2.7.1 Uso

Según [1] FlexSim se utiliza para:

- Gestión de problemas: la necesidad de manejar a los clientes y sus solicitudes a un alto nivel, para lograr la satisfacción al menor costo posible.
- Los problemas de fabricación: la necesidad sacar el producto correcto lo más rápido posible.

- Los problemas logísticos: la necesidad de conseguir el producto correcto en el lugar correcto en el momento especificado.

3.2.7.2 Características de FlexSim

Para Cárdenas et al., (2024) las características que hacen de FlexSim ideal para proyectos de simulación de procesos son:

- Plataforma: Se ejecuta en Windows y también tiene una versión web llamada FlexSim AnyLogic Cloud que se puede ejecutar en cualquier navegador web.
- Interfaz de programación de aplicaciones API: Tiene una API en C++ y una interfaz de programación en Java
- Categoría: Se centra en la simulación 3D y se utiliza principalmente en la manufactura, la logística y la atención al cliente.
- Integraciones: Se integra con herramientas de CAD como AutoCAD y SolidWorks, así como con herramientas de programación como C++ y Java

4 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

4.1 Tipo de investigación

La investigación se plantea como una investigación descriptiva ya que se determina el estado actual de la empresa Mega envases, analiza sus procesos para lograr una optimización de tiempo y mejorar los beneficios. Como afirma [29] la investigación descriptiva permite a los investigadores mostrar los fenómenos tal como se presentan en su entorno natural. Con un enfoque abierto y no experimental, este tipo de estudio se concentra en describir minuciosamente los detalles de contextos o fenómenos específicos, facilitando a los lectores una comprensión más profunda de los temas estudiados. Además es una investigación de cuantitativa se basa en recolectar información mediante la observación directa de fenómenos en su entorno natural [28].

Técnicas e instrumentos

Para dar cumplimiento a los objetivos de estudio fue necesario aplicar diferentes técnicas e instrumentos, entre estas:

- Diagramas de flujo o flujogramas: Un diagrama de flujo, también conocido como flujograma, es una representación gráfica que ilustra un proceso o flujo de trabajo. Mediante el uso de símbolos y definiciones normalizados, estos diagramas muestran de manera visual los pasos y las decisiones involucradas en un proceso [30].

- **Cursogramas:** También denominado gráfico de procesos, el cursograma facilita el análisis de las actividades para identificar fallos o posibles mejoras [31].
- **Observación directa:** La observación directa es una técnica de investigación que implica recolectar datos mediante la observación meticulosa y estructurada de las conductas, acciones e interacciones de personas o grupos en su contexto natural, sin alterar ni influir en los eventos [32].
- **Simulación mediante Flexim:** La simulación de fábrica es el proceso de usar un modelo informático para comprender y optimizar un sistema de producción real. La tecnología de simulación permite a las empresas industriales evaluar y probar sus procesos en un entorno digital, disminuyendo el tiempo requerido y los costos de las pruebas físicas. Los materiales, el equipo y el personal pueden considerarse en un modelo de simulación, lo que genera información que permite mantener o mejorar la producción al menor costo posible [34].

4.2 Población y muestra

Esta investigación se enfoca en el proceso productivo de Megaenvases Cía. Ltda. La población de estudio se compone de los integrantes de la compañía que corresponden a seis empleados. Para efectos del análisis de mejoramiento de procesos se enfocará en el departamento de producción compuesto por cuatro operarios, un jefe de producción, un jefe de bodega y el director. Sumando un total de siete individuos objeto de estudio.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Resultados del objetivo 1-Visita técnica– Contextualización de la situación actual de la empresa

5.1.1 Nombre y Logotipo

La empresa objeto de estudio se denomina “Mega envases Cía. Ltda”. Es una empresa que se dedica a fabricar envases de plástico en diferentes presentaciones. Posee trayectoria y reconocimiento en el mercado local. El logotipo refleja la esencia de su actividad representando siluetas de envases, como se presenta a continuación:



Figura 7 Logotipo

Nota: Obtenido de la página web de Mega Envases 2025.

5.1.2 Misión

Ofrecer a su clientela soluciones en envases plásticos, con procesos innovadores que involucren altos estándares de calidad y respeto al medio ambiente, en búsqueda de la satisfacción de los clientes y el progreso de nuestro equipo humano.

5.1.3 Visión

Ser líder en la fabricación de envases de plástico en el mercado local y nacional, reconociendo altos estándares de calidad, eficiencia en los procesos productivos, tecnología y compromiso con la excelencia.

5.1.4 Valores

Los valores de Mega envases son:

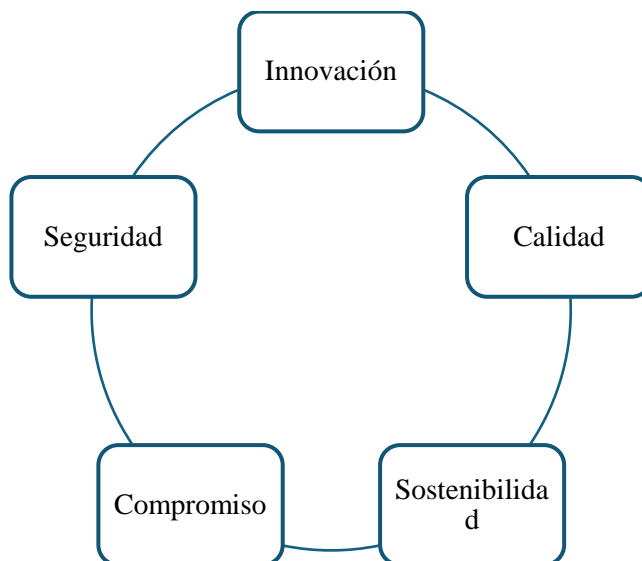


Figura 8 Valores de Mega envases Cía. Ltda.

Nota: Elaboración propia.

5.1.5 Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en Tungurahua - Pillaro - Barrio 24 De mayo. Como se muestra a continuación:

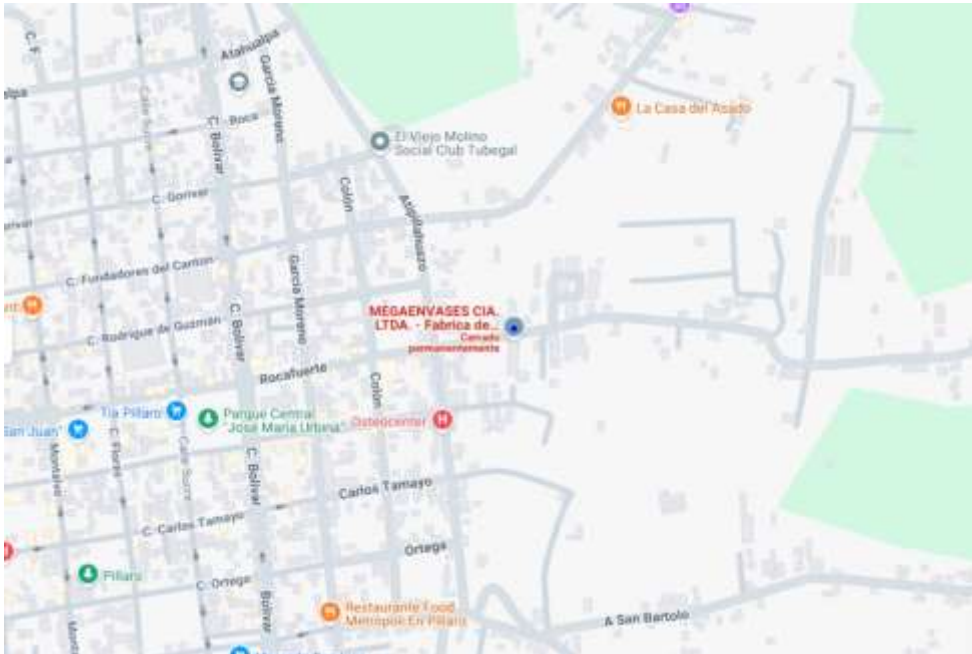




Figura 9 Ubicación

Nota: Obtenido mediante Google Maps 2025.

5.1.6 Productos que ofrece

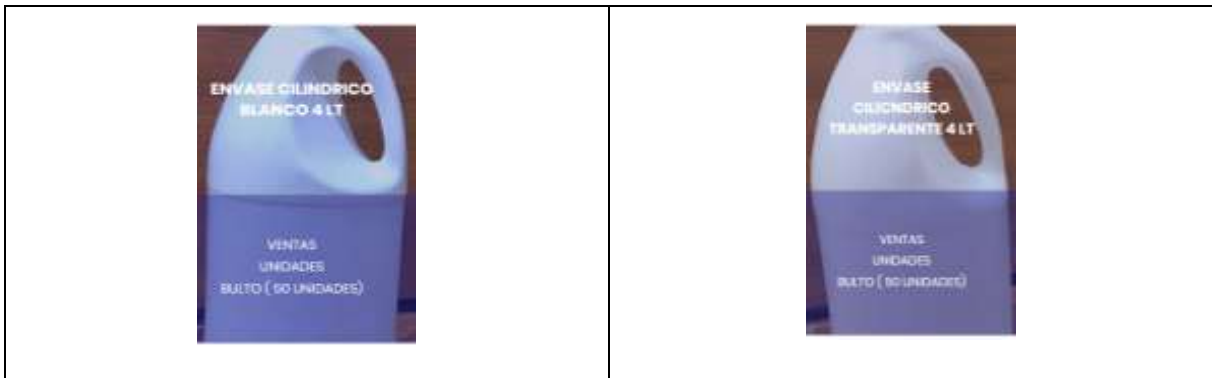
Mega envases Cía. Ltda se dedica principalmente a la elaboración de envases de plástico los productos que ofrece son:

Tabla 7. Productos de MEGA ENVASES

<p>1. Galón cuadrado (por unidades o bulto de 50 unidades)</p> 	<p>2. Envase cuadrado de 4kg (por unidades o bulto de 50 unidades)</p> 
<p>3. Medio Galón cuadrado (por unidades o bulto de 100 unidades)</p>	<p>4. Envase cuadrado 2kg (por unidades o bulto de 100 unidades)</p>

	
<p>5.Envase cuadrado de 1 kg (por unidades o bulto de 100 unidades)</p> 	<p>6.Envase medio litro (por unidades o bulto de 300 unidades)</p> 
<p>7.Envase rectangular 1kg (por unidades o bulto de 300 unidades)</p> 	<p>8.Envase 250 ml (por unidades o bulto de 500 unidades)</p> 
<p>9.Envase 200 ml (por unidades o bulto de 500 unidades)</p>	<p>10.Envase 100 ml (por unidades o bulto de 500 unidades)</p>

	
<p>11. Balde 4 litros (por unidades y bultos de 50 unidades)</p> 	<p>12. Balde 2 litros (por unidades y bultos de 100 unidades)</p> 
<p>13. Balde 1 litro (por unidades y bultos de 100 unidades)</p> 	<p>14. Mini balde 175 ml (por unidad y bultos de 300 unidades)</p> 
<p>15. Envase cilíndrico blanco 4lt (por unidades y bultos de 50 unidades)</p>	<p>16. Envase cilíndrico transparente 4lt (por unidades y bultos de 50 unidades)</p>



Nota: Elaboración propia a partir de la visita técnica a Mega envases, imágenes tomadas de la página web.

Para efectos de la investigación los productos se denominarán mediante códigos como se detalla a continuación:

Tabla 8. Códigos de los productos

N°	Nombre	Unidades x bulto	Código
1	Galón cuadrado	50	P1
2	Envase cuadrado de 4kg	50	P2
3	Medio Galón cuadrado	100	P3
4	Envase cuadrado 2kg	100	P4
5	Envase cuadrado de 1 kg	100	P5
6	Envase medio litro	300	P6
7	Envase rectangular 1kg	300	P7
8	Envase 250 ml	500	P8
9	Envase 200 ml	500	P9
10	Envase 100 ml	500	P10
11	Balde 4 litros	50	P11
12	Balde 2 litros	100	P12
13	Balde 1 litro	100	P13
14	Mini balde 175 ml	300	P14
15	Envase cilíndrico blanco 4lt	50	P15
16	Envase cilíndrico transparente 4lt	50	P16

5.2 ABC para selección de productos TOP 3

Para determinar los tres principales productos sobre los que se efectúa el análisis y mejoras de procesos se realiza un ABC para determinar los tres productos principales:

Tabla 9. ABC de productos

ABC - DATOS POR PRODUCTO Y PORCENTAJE

Código	Descripción	Ventas anuales (USD)	% Individual	% Acumulado
P1	Galón cuadrado	★ 12000	16.69%	16.69%
P4	Envase cuadrado 2kg	★ 8000	11.13%	27.82%
P5	Envase cuadrado de 1 kg	★ 7500	10.43%	38.25%
P6	Envase medio litro	★ 7200	10.01%	48.26%
P12	Balde 2 litros	★ 7000	9.74%	58.00%
P13	Balde 1 litro	★ 6800	9.46%	67.46%
P2	Envase cuadrado de 4kg	★ 3000	4.17%	71.63%
P15	Envase cilíndrico blanco 4lt	★ 2700	3.76%	75.39%
P7	Envase rectangular 1kg	★ 2600	3.61%	79.00%
P16	Envase cilíndrico transparente 4lt	★ 2600	3.61%	82.61%
P3	Medio Galón cuadrado	★ 2500	3.48%	86.09%
P11	Balde 4 litros	★ 2300	3.20%	89.29%
P8	Envase 250 ml	★ 2200	3.06%	92.35%
P9	Envase 200 ml	★ 2100	2.92%	95.27%
P10	Envase 100 ml	★ 1900	2.64%	97.91%
P14	Mini balde 175 ml	★ 1500	2.09%	100.00%

Luego de analizar los productos y su % individual se determina el TOP 3. Que corresponde al P1 Galón cuadrado, P4 Envase cuadrado de 2kg y P5 Envase cuadrado de 1 kg. Se determina que son los tres productos más importantes de Megaenvases gracias a su participación representativa en ventas juntos representan el 38,25% de los ingresos generados en cada periodo. Por su nivel de demanda se constituyen como pilares estratégicos, en este contexto las mejoras que se adopten a los procesos y que puedan generar la importancia en la productividad y resultados globales.

Tabla 10. Top 3 de productos en MEGAENVASES

TOP DE TRES PRODUCTOS PRINCIPALES					
Código	Descripción	Ventas anuales (USD)	% Individual	% Acumulado	Clasificación
P1	Galón cuadrado	★ 12000	16.69%	16.69%	Producto Principal I
P4	Envase cuadrado 2kg	★ 8000	11.13%	27.82%	Producto Principal II
P5	Envase cuadrado de 1 kg	★ 7500	10.43%	38.25%	Producto Principal III

5.3 Organigrama

El organigrama de Mega envases Cía. Ltda. Se conforma de la siguiente manera:

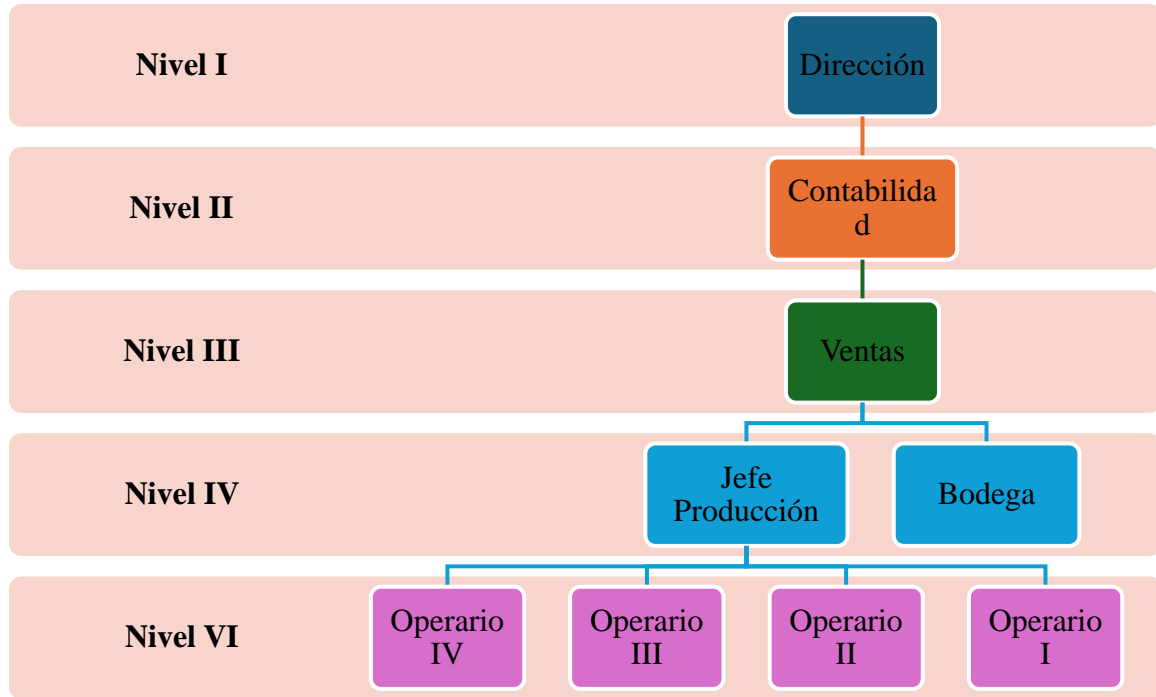


Figura 10 Organigrama de Mega envases Cía. Ltda.
Nota: Elaboración propia.

5.4 Layout de la empresa.

El Layout actual de la empresa se asienta sobre un terreno alargado y plano, la construcción total es de 566,94 m² de estos 289,04 m² en sótano y 297,90 m² en planta baja. En la frente principal de la planta se orienta a la calle Rocafuerte, en esta se encuentra la acera y los medidores de servicios básicos y la entrada principal peatonal y vehicular. La oficina administrativa se encuentra a la derecha con dimensiones aproximadas de largo tiene 4.52 m y de ancho 2.5 metros. Este es el espacio que sirve de recibimiento y de control, con un pasillo que conecta con el área de producción. La mayor parte de las instalaciones corresponden al área de producción con muros que definen esta área de otras, en ella se encuentran las máquinas de ensamble y moldeo. En el lateral se encuentran las bodegas de materia prima y materiales, en el otro externo se observa el cuarto de enfriamiento para garantizar el nivel de temperatura adecuado los tableros eléctricos al lado del cuarto de enfriamiento son donde se gestiona y controla la distribución de luz y el funcionamiento eléctrico.

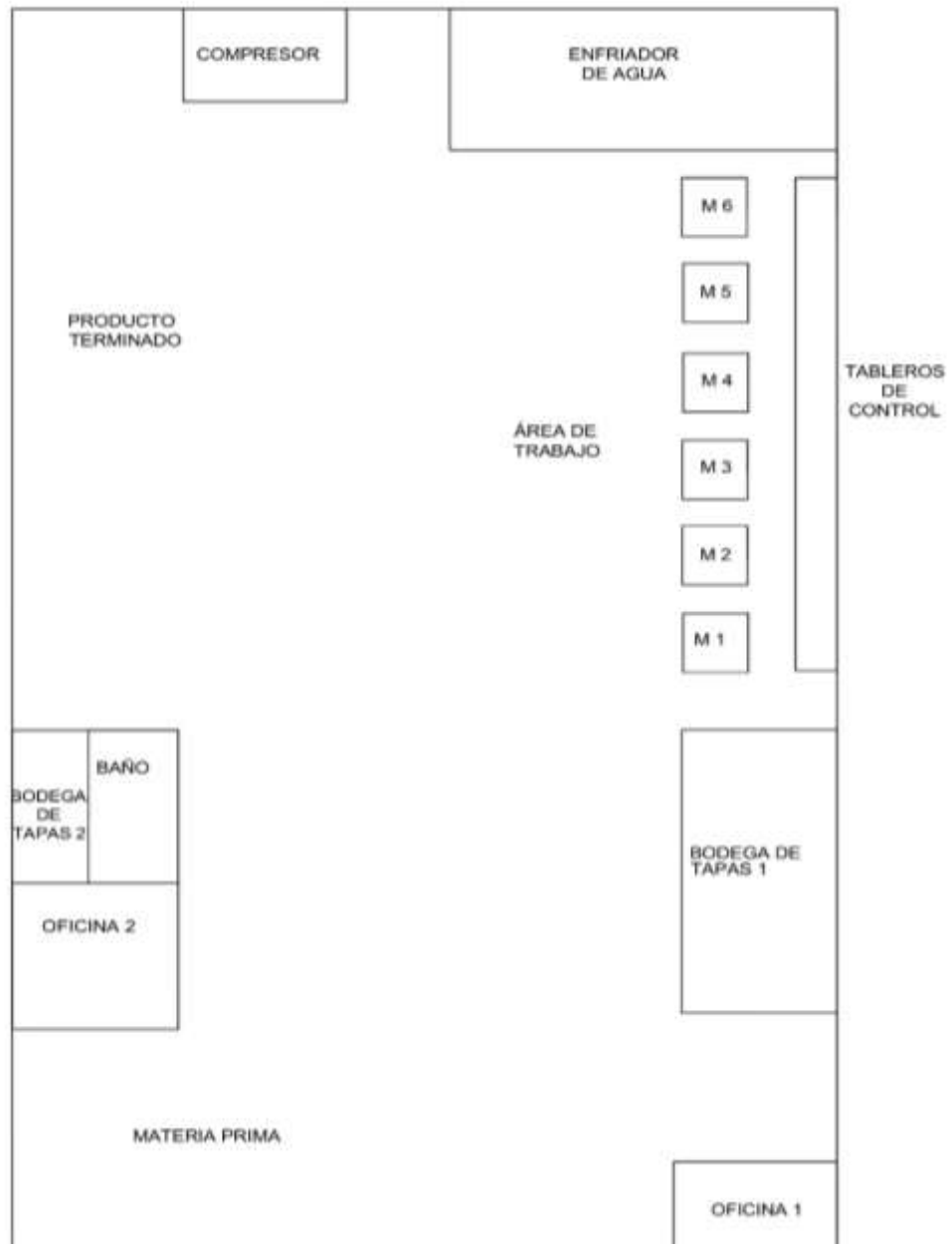


Figura 12 Distribución de Mega envases Cía. Ltda.

Nota: Obtenido de Mega Envases Cía. Ltda.

5.5 Diagrama de causa-efecto Ishikawa.

En la visita técnica se realizó una observación detallada del espacio y procesos identificando aspectos y elementos de mejora para reflejarlo se emplea el diagrama de Ishikawa o conocido como causa-efecto, esto se hace con el objetivo de identificar los factores que inciden en la eficiencia operativa y la calidad del producto. Esta técnica permitió detectar los elementos críticos que afectan el desarrollo de las actividades dentro de la planta de producción, proporcionando una visión clara de los aspectos que requieren mejora.

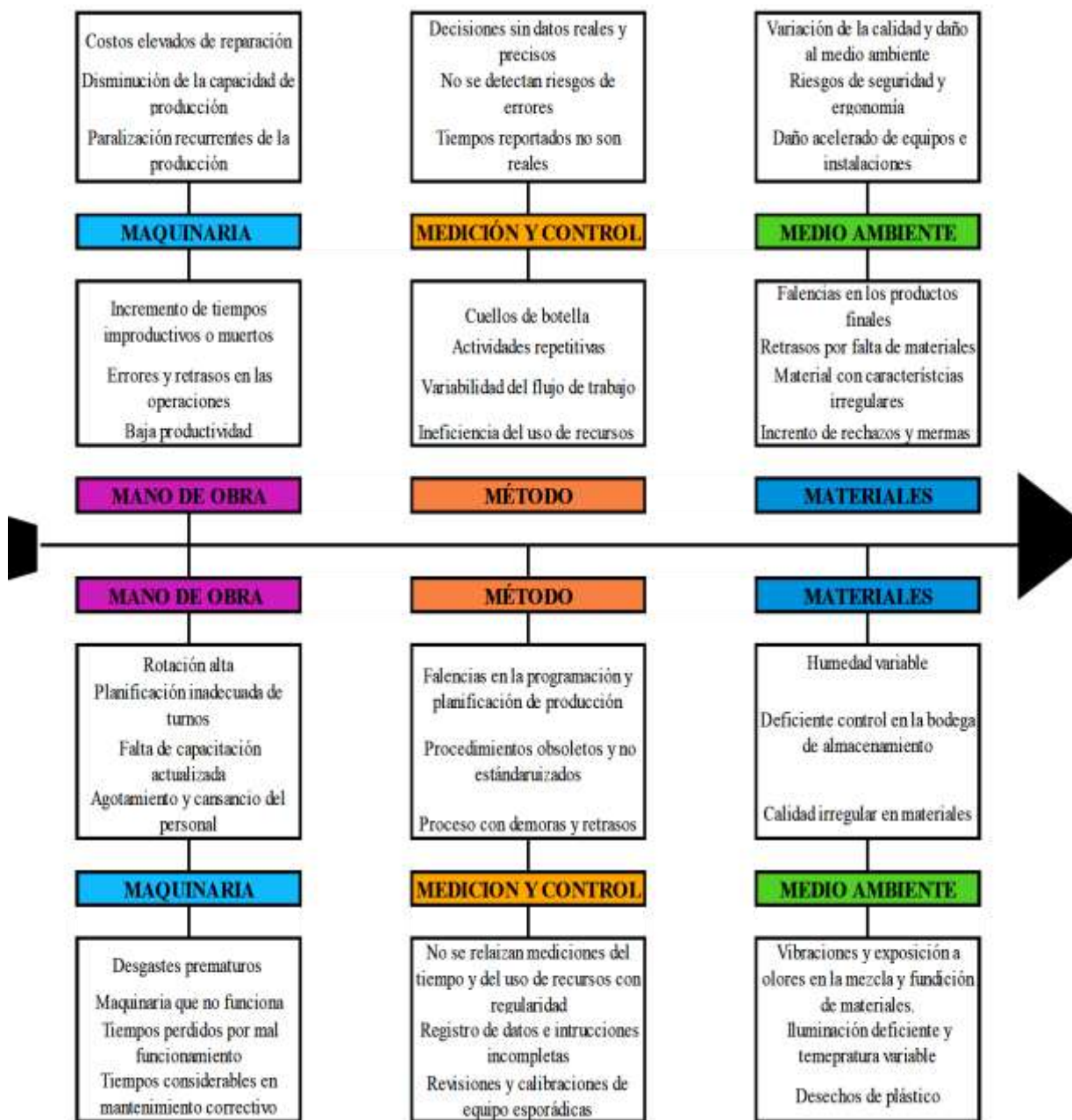


Figura 13 Diagrama de Ishikawa

Nota: Elaboración propia.

5.6 Determinación del proceso actual

5.6.1 Mapa de procesos

Contexto y flujo de valor:

En la figura 14, se presenta el mapa de procesos (entrada, transformación y salida, actividades estratégicas y de apoyo.

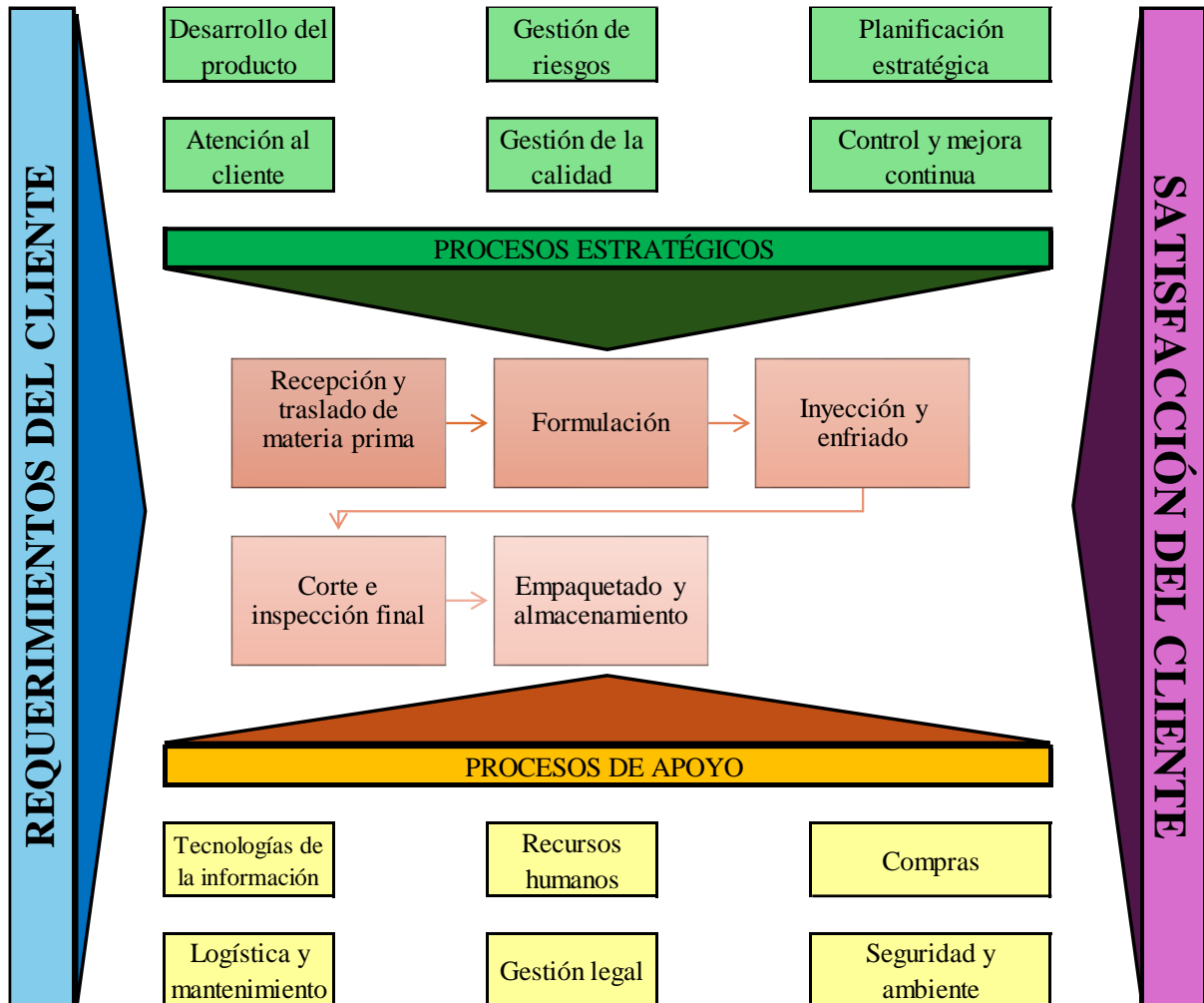


Figura 14 Mapa de procesos de Mega envases

Nota: Elaboración propia.

5.6.2 Descripción del proceso productivo de MEGAENVASES CIA.LTDA.

En la figura 15 se muestra los procesos y subprocesos generales de las áreas de trabajo.

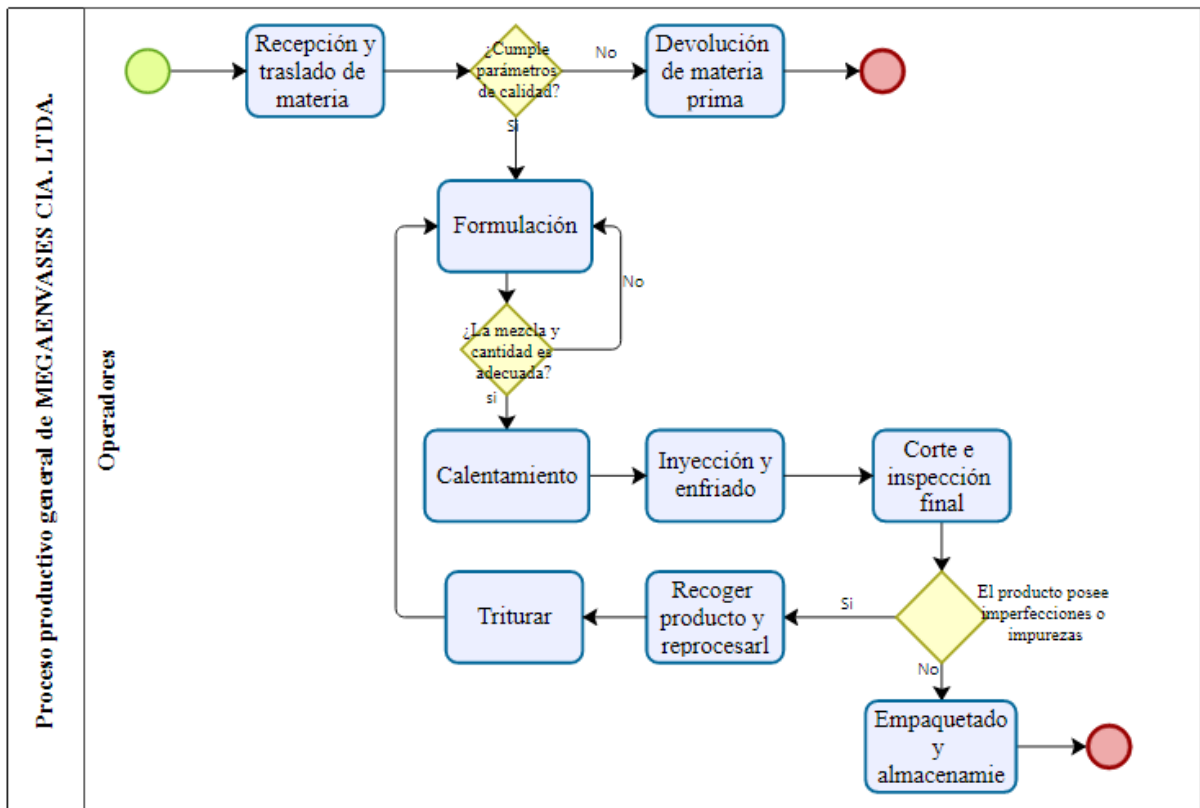


Figura 15 Flujograma general del proceso productivo
 Nota: Elaboración propia mediante el aplicativo BIZAGI

5.6.3 Descripción del proceso productivo

1. **Recepción y traslado de materia prima:** El inicio es la recepción de materia prima, mediante una hoja de control se verifica la cantidad y especificaciones de la MP. La preservación de la MP y materiales es primordial para garantizar la calidad en los procesos posteriores. Las actividades a realizar son:
 - Inspección visual de la materia prima y materiales
 - Verificación de cantidad y características requeridas.
 - Registro de materia prima en la hoja de control.
 - Se coloca la materia prima para ser trasladada a un espacio cerca de la maquinaria que se sitúa como una bodega pequeña de tránsito donde se resguarda los materiales para la próxima producción.

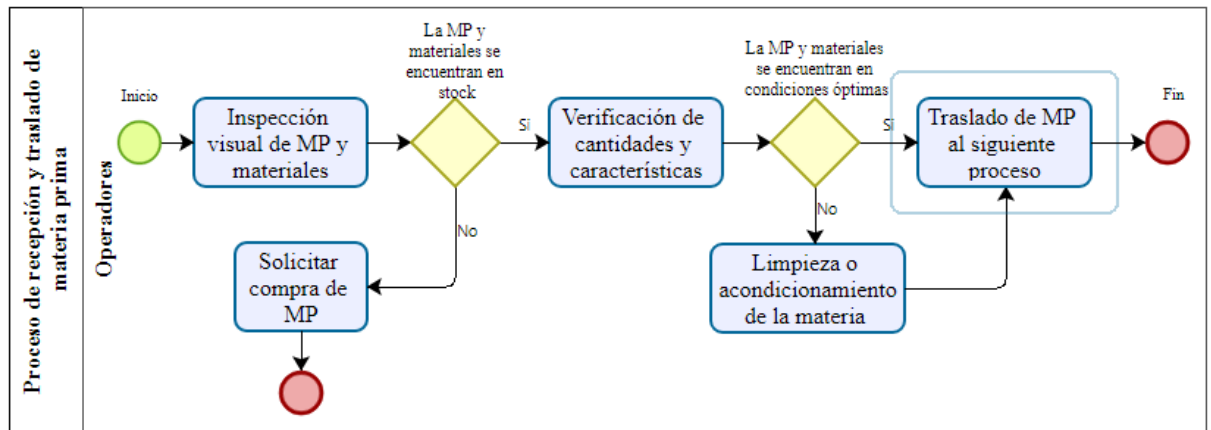


Figura 16 Flujograma de la etapa de recepción y traslado de materia prima
Nota: Elaboración propia mediante el aplicativo Bizagi.

2. Formulación

En esta fase se coloca la materia prima y materiales en la primera maquinaria, se preparan las mezclas para que el producto tenga la consistencia y flexibilidad necesaria lo que se determina como resistencia. Las actividades que se desarrollan son:

- Selección y dosificación de polímeros y aditivos
- Ajuste de proporciones según especificaciones del producto
- Mezcla de componentes para obtener la composición requerida.
- Control de calidad y pruebas de homogeneidad.

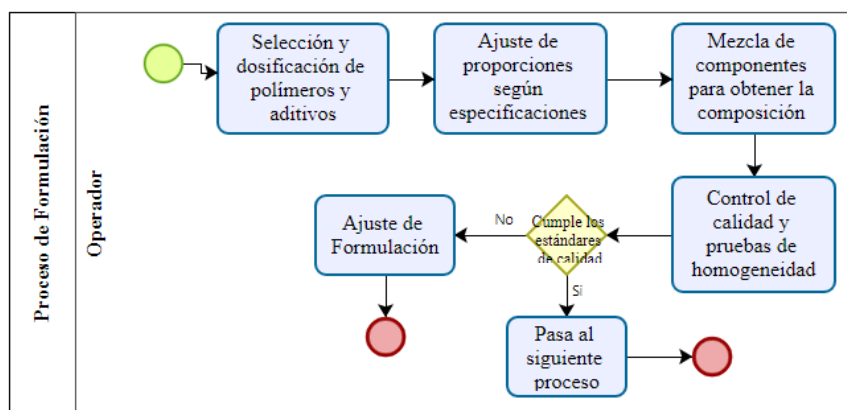


Figura 17 Flujograma de la etapa de formulación
Nota: Elaboración propia mediante el aplicativo Bizagi

3. Inyección y enfriamiento

Esta etapa consiste en inyectar el plástico fundido en moldes que darán como resultado los envases en sus diferentes presentaciones. La precisión y el tiempo de inyección son elementos que se deben controlar adecuadamente para obtener el resultado deseado. Acto seguido pasa a

un mecanismo de filtro de agua para que le envase se enfríe y se obtenga estabilidad estructural.

Las actividades que se desarrollan son:

- Control de presión y ajuste de tiempos de inyección.
- Control de temperatura para asegurar la solidificación adecuada.
- Retirar envase terminado.

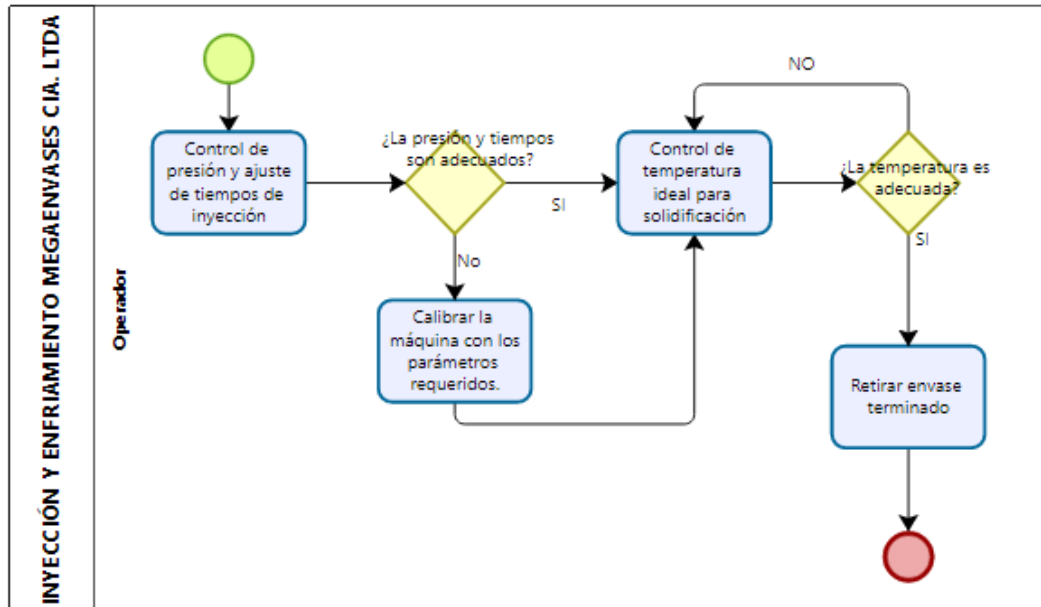


Figura 18 Flujograma de la etapa inyección y enfriamiento
Nota: Elaboración propia mediante el aplicativo Bizagi.

4. Corte e inspección final

En esta etapa se reducen los sobrantes de material que quedan en las paredes, en la base y en el cuello del envase, es realizado de forma manual con un estilete y después se realiza una inspección física mediante verificación visual para asegurar que el producto no está con imperfecciones o impurezas. Las actividades que se desarrollan son:

- Corte de exceso de material.
- Inspección visual de los envases.
- Separar envases defectuosos.

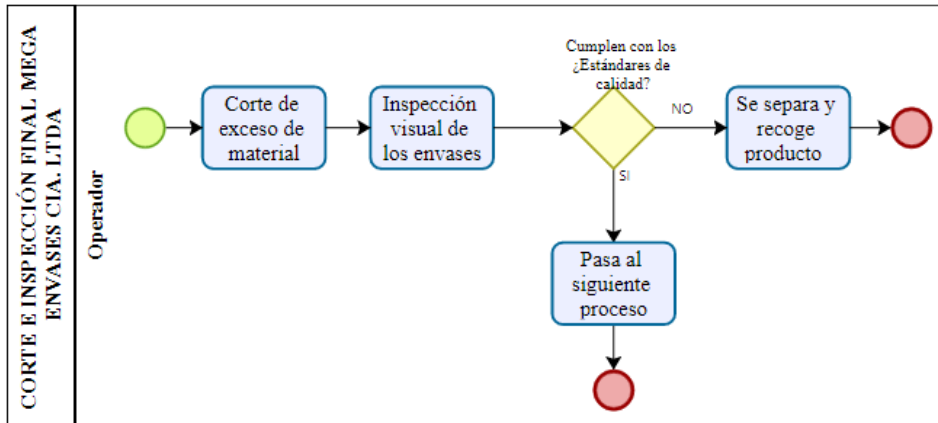


Figura 19 Flujograma de la etapa corte e inspección final
 Nota: Elaboración propia mediante el aplicativo Bizagi.

5. Empaque y Almacenamiento

Los envases que cuentan con las características y calidad óptima son organizados en grupos y empaquetados de acuerdo a la cantidad requerida para cada paca, son etiquetados para identificar el tamaño y cantidad y se almacenan en una bodega con las condiciones físicas óptimas para su preservación. Las actividades que se desarrollan son:

- Control visual de la calidad del producto terminado.
- Empaque y etiquetado del producto.
- Traslado a lugar de almacenamiento.

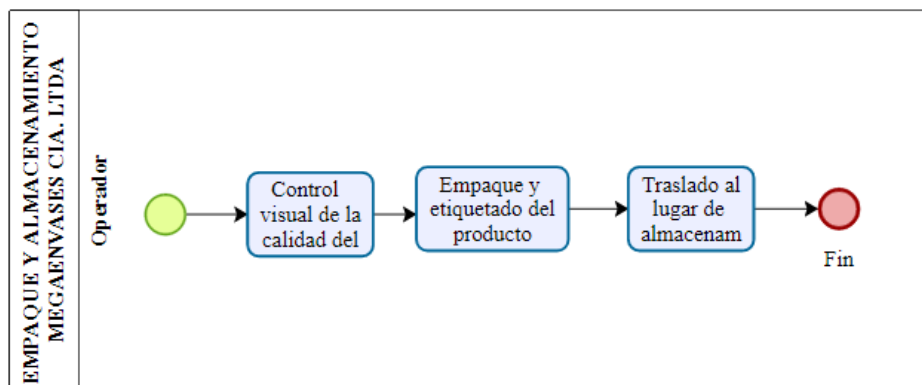



Figura 20. Flujograma de la etapa empaquetado y almacenamiento
 Nota: Elaboración propia mediante el aplicativo Bizagi.

5.6.4 Cursograma por cada producto y fase

5.6.4.1 Cursogramas del P1 Galón cuadrado

Para producir una paca de 50 unidades del producto P1 Galón cuadrado se demora 20.27 minutos (1216 segundos), distribuidos en los cinco procesos: Proceso 1 – 2.73 minutos, Proceso 2 – 4.02 minutos, Proceso 3 – 3.50 minutos, Proceso 4 – 4.75 minutos, Proceso 5 – 5.27 minutos.
























Tabla 11. Cursograma del proceso general producto P1 Galón cuadrado - 1 paca de 50 unidades

		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.									
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:		Proceso productivo									
Producto		P1 Galón cuadrado									
Método		Método actual		Resumen							
Área:		Producción		Operación		Actual					
Trabajadores:		Operario		Transporte		Propuesto					
Distancia en metros:		21		Espera		Mejorado					
Tiempo en segundos:		1216		Inspección							
Observador:		Investigadores		Almacenamiento							
Elaborado por:		Investigadores		Total		7					
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
						●	⇒	D	□	▽	
1	Recepción y traslado de materia prima	1 Paca de P1 (50 Unidades)	9	316	5,27	●	⇒	D	□	▽	La MP se mantiene al lado de la maquinaria y se receipta los materiales
2	Formulación	1 Paca de P1 (50 Unidades)	2	241	4,02	●	⇒	D	■	▽	Requiere inspección para determinar si la fórmula es adecuada
3	Inyección y enfriamiento	1 Paca de P1 (50 Unidades)	3	210	3,50	●	⇒	D	□	▽	Es necesario controlar la temperatura
4	Corte e inspección final	1 Paca de P1 (50 Unidades)	2	275	4,58	●	⇒	D	□	▽	Productos defectuosos se los debe apartar.
5	Empaquetado y almacenamiento	1 Paca de P1 (50 Unidades)	5	174	2,90	●	⇒	D	■	▽	
Total			21	1216	20,27	5	0	0	2	0	

Nota: Elaboración propia.

Para elaborar una paca de 50 unidades del producto P1 Galón cuadrado, el procedimiento de recepción y desplazamiento de la materia prima toma 5.26 minutos (315.55 segundos).

Tabla 12. Cursograma del proceso 1 Recepción y traslado de materia prima P1 – 1 paca (50 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLASÓLOGOS		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLASÓLOGOS				
Diagrama N°:		Fecha:	19/5/2025	Código:							
Proceso:	Recepción y traslado de materia prima										
Producto	P1 Galón cuadrado		Resumen								
Método	Método actual	Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado					
Área:	Producción	Operación		2							
Trabajadores:	Operario	Transporte		1							
Distancia en metros:	9	Espera		0							
Tiempo en segundos:	315,55	Inspección		1							
Observador:	Investigadores	Almacenamiento		0							
Elaborado por:	Investigadores	Total		4							
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
											
1	Inspección visual de la materia prima y materiales	1 Paca de P1 (50 Unidades)	2	61,49	1,02						Se observa de forma breve la integridad de la materia prima
2	Verificación de cantidad y características requeridas	1 Paca de P1 (50 Unidades)	1	99,43	1,66						
3	Registro de materia prima en la hoja de control	1 Paca de P1 (50 Unidades)	1	50,29	0,84						Se llevan hojas físicas de registro que están previamente elaboradas
4	Se traslada la materia prima	1 Paca de P1 (50 Unidades)	5	104,34	1,74						La materia prima se encuentra lista para su traslado
Total			9	315,55	5,26	2	1	0	1	0	

Nota: Elaboración propia

El procedimiento de Formulación tarda 4.02 minutos (241.16 segundos) en elaborar una palangana de 50 unidades del producto P1.

Tabla 13. Cursograma del proceso 2 Formulación P1 – 1 paca (50 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICEDOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICEDOR				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:		Formulación									
Producto		P1 galon cuadrado		Resumen							
Método		Método actual		Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado			
Área:		Producción		Operación		●	4				
Trabajadores:		Operario		Transporte		➡	0				
Distancia en metros:		2		Espera		●	0				
Tiempo en segundos:		241,16		Inspección		■	1				
Observador:		Investigadores		Almacenamiento		▼	0				
Elaborado por:		Investigadores		Total		5					
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama				Observaciones	
1	Selección y dosificación de polímeros y aditivos	1 Paca de P1 (50 Unidades)	1	66,01	1,10	●	➡	D	□	▼	
2	Ajuste de proporciones según especificaciones del producto	1 Paca de P1 (50 Unidades)	1	20,92	0,35	●	➡	D	□	▼	
3	Mezcla de componentes para obtener la composición requerida	1 Paca de P1 (50 Unidades)	0	49,11	0,82	●	➡	D	□	▼	
4	Control de calidad y pruebas de homogeneidad	1 Paca de P1 (50 Unidades)	0	105,12	1,75	●	➡	D	■	▼	
Total			2	241,16	4,02	4	0	0	1	0	

Nota: Elaboración propia

La etapa de inyección y refrigeración demanda 3.50 minutos (210 segundos) para formar una palangana de 50 unidades del galón cuadrado P1.

Tabla 14. Cursograma del proceso 3 Inyección y enfriamiento P1 – 1 paca (50 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICEDOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICEDOR				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:		Inyección y enfriamiento									
Producto		P1 Galón cuadrado		Resumen							
Método		Método actual		Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado			
Área:		Producción		Operación		●	3				
Trabajadores:		Operario		Transporte		➡	0				
Distancia en metros:		3		Espera		●	0				
Tiempo en segundos:		210		Inspección		■	0				
Observador:		Investigadores		Almacenamiento		▼	0				
Elaborado por:		Investigadores		Total		3					
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama				Observaciones	
1	Control de presión y ajuste de tiempo de inyección	1 Paca de P1 (50 Unidades)	2	20	0,33	●	➡	D	□	▼	Verificar los parametros adecuados.
2	Control de temperatura para asegurar la solidificación	1 Paca de P1 (50 Unidades)	1	32	0,53	●	➡	D	□	▼	Verificar que la temperatura este apta para el tipo de envase.
3	Retirar envase terminoso	1 Paca de P1 (50 Unidades)	0	158	2,63	●	➡	D	□	▼	
Total			3	210	3,50	3	0	0	0	0	

Nota: Elaboración propia

El procedimiento final de corte e inspección dura 4.58 minutos (275.09 segundos) para garantizar la calidad de una paca de 50 unidades del producto P1 Galón cuadrado.

Tabla 15. Cursograma del proceso 4 Corte e Inspección Final P1 – 1 paca (50 Unidades)

MEGA ENVASES CIA LTDA PLANEADOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENBASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA LTDA PLANEADOR				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:		Corte e inspección final									
Producto		P1 Galón cuadrado									
Método		Método actual		Resumen							
Área:		Producción		Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado			
Trabajadores:		Operario		Operación		2					
Distancia en metros:		2		Transporte		0					
Tiempo en segundos:		275,09		Espera		0					
Observador:		Investigadores		Inspección		1					
Elaborado por:		Investigadores		Almacenamiento		0					
				Total		3					
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
1	Corte de exceso de material	1 Paca de P1 (50 Unidades)	0	165,01	2,75	●	⇒	○	□	▽	Con ayuda de un estilete cortar las rebabas del envase.
2	Inspección visual de los envases	1 Paca de P1 (50 Unidades)	0	20,05	0,33	○	⇒	○	■	▽	Observar que los envases no tengan impurezas.
3	Separar envases defectuosos	1 Paca de P1 (50 Unidades)	2	90,03	1,50	●	⇒	○	□	▽	En un recipiente recoger envases defectuosos
Total			2	275,09	4,58	2	0	0	1	0	

Nota: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 15, el procedimiento de empaquetado y almacenaje requiere 2.90 minutos (174.14 segundos) para embalaje y almacenamiento de una paca de 50 unidades del galón cuadrado P1.

Tabla 16. Cursograma del proceso 5 Empaquetado y almacenamiento P1 – 1 paca (50 Unidades)

MEGA ENVASES CIA LTDA PLANEADOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENBASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA LTDA PLANEADOR				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:		Empaque y almacenamiento									
Producto		P1 Galón cuadrado									
Método		Método actual		Resumen							
Área:		Producción		Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado			
Trabajadores:		Operario		Operación		1					
Distancia en metros:		5		Transporte		1					
Tiempo en segundos:		174,14		Espera		0					
Observador:		Investigadores		Inspección		1					
Elaborado por:		Investigadores		Almacenamiento		1					
				Total		4					
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
1	Control visual de la calidad del producto	1 Paca de P1 (50 Unidades)	1	35,75	0,60	○	⇒	○	■	▽	
2	Empaque y etiquetado del producto	1 Paca de P1 (50 Unidades)	1	91,08	1,52	●	⇒	○	□	▽	Empacar según las unidades que corresponda a cada bulto.
3	Traslado a lugar de almacenamiento	1 Paca de P1 (50 Unidades)	3	47,31	0,79	○	⇒	○	□	▽	
Total			5	174,14	2,90	1	1	0	1	1	

Nota: Elaboración propia

5.6.4.2 Cursogramas del P4 Envase cuadrado 2 kg

Para producir una paca de 100 unidades del producto P4 Envase cuadrado 2 kg se demora 27.93 minutos (1676 segundos), distribuidos en los cinco procesos: Proceso 1 – 4.05 minutos, Proceso 2 – 5.23 minutos, Proceso 3 – 6.83 minutos, Proceso 4 – 4.98 minutos, Proceso 5 – 6.83 minutos.

Tabla 17. Cursograma del proceso general producto P4 Envase cuadrado 2 kg - 1 paca de 100 unidades

MEGA ENVASES CIA LTDA. PLASGOSADOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA LTDA. PLASGOSADOR				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:		Proceso productivo									
Producto		P4 Envase cuadrado 2kg									
Método		Método actual		Resumen							
Área:		Producción		Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado			
Trabajadores:		Operario		Operación		5					
Distancia en metros:		21		Transporte		0					
Tiempo en segundos:		1722		Espera		0					
Observador:		Investigadores		Inspección		2					
Elaborado por:		Investigadores		Almacenamiento		0					
				Total		7					
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
1	Recepción y traslado de materia prima	1 Paca de P4 (100 Unidades)	9	410	6,83	●	⇒	D	□	▽	Se verifica el tipo de materia prima a utilizar
2	Formulación	1 Paca de P4 (100 Unidades)	2	314	5,23	●	⇒	D	■	▽	Requiere inspección para determinar si la fórmula es adecuada
3	Inyección y enfriamiento	1 Paca de P4 (100 Unidades)	3	410	6,83	●	⇒	D	□	▽	Es necesario controlar la temperatura
4	Corte e inspección final	1 Paca de P4 (100 Unidades)	2	299	4,98	●	⇒	D	□	▽	Productos defectuosos se los debe apartar.
5	Empaquetado y almacenamiento	1 Paca de P4 (100 Unidades)	5	289	4,82	●	⇒	D	■	▽	
Total			21	1722	28,70	6	0	0	2	0	

Nota: Elaboración propia.

El detalle de los tiempos del producto P4 Envase cuadrado 2 kg por cada fase del proceso se refleja a continuación:

Tabla 18. Cursograma del proceso 1 Recepción y traslado de materia prima P4 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICOLOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICOLOR				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:						
Proceso:	Recepción y traslado de materia prima										
Producto	P4 Envase cuadrado 2 kg		Resumen								
Método	Método actual	Actividad			Actual	Propuesto	Mejorado				
Área:	Producción	Operación		●	2						
Trabajadores:	Operario	Transporte		➡	1						
Distancia en metros:	9	Espera		●	0						
Tiempo en segundos:	409,95	Inspección		■	1						
Observador:	Investigadores	Almacenamiento		▼	0						
Elaborado por:	Investigadores	Total			4						
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
1	Inspección visual de la materia prima y materiales	1 Paca de P4 (100 Unidades)	2	61,49	1,02	○	➡	□	■	▼	Se observa de forma breve la integridad de la materia prima
2	Verificación de cantidad y características requeridas	1 Paca de P4 (100 Unidades)	1	135,05	2,25	●	➡	□	□	▼	
3	Registro de materia prima en la hoja de control	1 Paca de P4 (100 Unidades)	1	79,11	1,32	●	➡	□	□	▼	Se llevan hojas físicas de registro que están previamente elaboradas
4	Se traslada la materia prima	1 Paca de P4 (100 Unidades)	5	134,3	2,24	○	➡	□	□	▼	La materia prima se encuentra lista para su traslado
Total			9	409,95	6,83	2	1	0	1	0	

Nota: Elaboración propia

Para elaborar una paca de 100 unidades del producto P4 Envase cuadrado de 2kg, el procedimiento de Formulación toma 5.22 minutos (313.46 segundos).

Tabla 19. Cursograma del proceso 2 Formulación P4 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICOLOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICOLOR				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:						
Proceso:	Formulación										
Producto	P4 Envase cuadrado 2kg		Resumen								
Método	Método actual	Actividad			Actual	Propuesto	Mejorado				
Área:	Producción	Operación		●	4						
Trabajadores:	Operario	Transporte		➡	0						
Distancia en metros:	2	Espera		●	0						
Tiempo en segundos:	313,46	Inspección		■	1						
Observador:	Investigadores	Almacenamiento		▼	0						
Elaborado por:	Investigadores	Total			5						
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
1	Selección y dosificación de polímeros y aditivos	1 Paca de P4 (100 Unidades)	1	57,13	0,95	●	➡	□	□	▼	
2	Ajuste de proporciones según especificaciones del producto	1 Paca de P4 (100 Unidades)	1	68,03	1,13	●	➡	□	□	▼	
3	Mezcla de componentes para obtener la composición requerida	1 Paca de P4 (100 Unidades)	0	80,21	1,34	●	➡	□	□	▼	
4	Control de calidad y pruebas de homogeneidad	1 Paca de P4 (100 Unidades)	0	108,09	1,80	●	➡	□	■	▼	
Total			2	313,46	5,22	4	0	0	1	0	

Nota: Elaboración propia

El procedimiento de administración y refrigeración dura 6.83 minutos (409.55 segundos) para formar una paca de 100 unidades del embalaje cuadrado P4 de 2 kg.

Tabla 20. Cursograma del proceso 3 Inyección y enfriamiento P4 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURIGRADOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.				MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURIGRADOR					
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:		Inyección y enfriamiento									
Producto:		P4 Envase cuadrado 2kg									
Método:		Método actual		Resumen							
Área:		Producción		Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado			
Trabajadores:		Operario		Operación		3					
Distancia en metros:		3		Transporte		0					
Tiempo en segundos:		409,55		Espera		0					
Observador:		Investigadores		Inspección		0					
Elaborado por:		Investigadores		Almacenamiento		0					
				Total		3					
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
						●	➡	D	□	▽	
1	Control de presión y ajuste de tiempo de inyección	1 Paca de P4 (100 Unidades)	2	70,36	1,17	●	➡	D	□	▽	Verificar los parametros adecuados.
2	Control de temperatura para asegurar la solidificación	1 Paca de P4 (100 Unidades)	1	89,07	1,48	●	➡	D	□	▽	Verificar que la temperatura este apta para el tipo de envase.
3	Retirar envase terminaso	1 Paca de P4 (100 Unidades)	0	250,12	4,17	●	➡	D	□	▽	
Total			3	409,55	6,83	3	0	0	0	0	

Nota: Elaboración propia

El proceso de corte e inspección final tarda 4.98 minutos (298.94 segundos) para garantizar la calidad de una paca de 100 unidades del producto P4 Envase cuadrado de 2kg.

Tabla 21. Cursograma del proceso 4 Corte e Inspección Final P4 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURISOCIOO		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURISOCIOO				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:						
Proceso:	Corte e inspección final										
Producto	P4 Envase cuadrado 2 kg		Resumen								
Método	Método actual	Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado					
Área:	Producción	Operación		●	2						
Trabajadores:	Operario	Transporte		➡	0						
Distancia en metros:	4	Espera		●	0						
Tiempo en segundos:	298,94	Inspección		■	1						
Observador:	Investigadores	Almacenamiento		▼	0						
Elaborado por:	Investigadores	Total			3						
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
						●	➡	●	■	▼	
1	Corte de exceso de material	1 Paca de P4 (100 Unidades)	1	172,34	2,87	●	➡	○	□	▼	Con ayuda de un estilete cortar las rebabas del envase.
2	Inspección visual de los envases	1 Paca de P4 (100 Unidades)	1	18,09	0,30	○	➡	○	■	▼	Observar que los envases no tengan impurezas.
3	Separar envases defectuosos	1 Paca de P4 (100 Unidades)	2	108,51	1,81	●	➡	○	□	▼	En un recipiente recoger envases defectuosos
Total			4	298,94	4,98	2	0	0	1	0	

Nota: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 21, el procedimiento de empaquetado y almacenaje requiere 4.82 minutos (288.97 segundos) para empaquetar y guardar una paca de 100 unidades del embalaje cuadrado P4 de 2 kg.

Tabla 22. Cursograma del proceso 5 Empaquetado y almacenamiento P4 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURISOCIOO		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURISOCIOO				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:						
Proceso:	Empaque y almacenamiento										
Producto	P4 Envase cuadrado 2 kg		Resumen								
Método	Método actual	Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado					
Área:	Producción	Operación		●	1						
Trabajadores:	Operario	Transporte		➡	1						
Distancia en metros:	5	Espera		●	0						
Tiempo en segundos:	288,97	Inspección		■	1						
Observador:	Investigadores	Almacenamiento		▼	1						
Elaborado por:	Investigadores	Total			4						
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
						●	➡	●	■	▼	
1	Control visual de la calidad del producto	1 Paca de P4 (100 Unidades)	1	86,36	1,44	○	➡	○	■	▼	
2	Empaque y etiquetado del producto	1 Paca de P4 (100 Unidades)	1	119,64	1,99	●	➡	○	□	▼	Empacar según las unidades que corresponda a cada bulto.
3	Traslado a lugar de almacenamiento	1 Paca de P4 (100 Unidades)	3	82,97	1,38	○	➡	○	□	▼	
Total			5	288,97	4,82	1	1	0	1	1	

Nota: Elaboración propia

5.6.4.3 Cursogramas del P5 Envase cuadrado 1 kg

Para producir una paca de 100 unidades del producto P5 Envase cuadrado 1 kg se demora 27.27 minutos (1666 segundos), distribuidos en los cinco procesos: Proceso 1 – 4.05 minutos, Proceso 2 – 5.20 minutos, Proceso 3 – 6.70 minutos, Proceso 4 – 5.02 minutos, Proceso 5 – 6.80 minutos.

Tabla 23. Cursograma del proceso general producto P5 Envase cuadrado 1 kg - 1 paca de 100 unidades

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLASIFICADOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA. LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLASIFICADOR				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:	Proceso productivo										
Producto	P5 Envase cuadrado 1 kg		Resumen								
Método	Método actual	Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado					
Área:	Producción	Operación	●	5							
Trabajadores:	Operario	Transporte	⇒	0							
Distancia en metros:	21	Espera	●	0							
Tiempo en segundos:	1782	Inspección	□	2							
Observador:	Investigadores	Almacenamiento	▽	0							
Elaborado por:	Investigadores	Total		7							
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
						●	⇒	●	□	▽	
1	Recepción y traslado de materia prima	1 Paca de P5 (100 Unidades)	9	408	6,80	●	⇒	○	□	▽	Se verifica el tipo de materia prima a utilizar
2	Formulación	1 Paca de P5 (100 Unidades)	2	350	5,83	●	⇒	○	■	▽	Requiere inspección para determinar si la fórmula es adecuada
3	Inyección y enfriamiento	1 Paca de P5 (100 Unidades)	3	402	6,70	●	⇒	○	□	▽	Es necesario controlar la temperatura
4	Corte e inspección final	1 Paca de P5 (100 Unidades)	2	324	5,40	●	⇒	○	□	▽	Productos defectuosos se los debe apartar.
5	Empaquetado y almacenamiento	1 Paca de P5 (100 Unidades)	5	298	4,97	●	⇒	○	■	▽	
Total			21	1782	29,70	6	0	0	2	0	

Nota: Elaboración propia.

El detalle de los tiempos del producto P5 Envase cuadrado 1 kg por cada fase del proceso se refleja a continuación:

Tabla 24. Cursograma del proceso 1 Recepción y traslado de materia prima P5 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. FUNDADORA		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. FUNDADORA				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:						
Proceso:	Recepción y traslado de materia prima										
Producto:	P5 Envase cuadrado 1 kg		Resumen								
Método:	Método actual	Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado					
Área:	Producción	Operación		●	2						
Trabajadores:	Operario	Transporte		➡	1						
Distancia en metros:	9	Espera		●	0						
Tiempo en segundos:	408,06	Inspección		■	1						
Observador:	Investigadores	Almacenamiento		▼	0						
Elaborado por:	Investigadores		Total		4						
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
						●	➡	●	■	▼	
1	Inspección visual de la materia prima y materiales	1 Paca de P5 (100 Unidades)	2	59,78	1,00	○	➡	○	■	▼	Se observa de forma breve la integridad de la materia prima
2	Verificación de cantidad y características requeridas	1 Paca de P5 (100 Unidades)	1	137,56	2,29	●	➡	○	□	▼	
3	Registro de materia prima en la hoja de control	1 Paca de P5 (100 Unidades)	1	77,74	1,30	●	➡	○	□	▼	Se llevan hojas físicas de registro que están previamente elaboradas
4	Se traslada la materia prima	1 Paca de P5 (100 Unidades)	5	132,98	2,22	○	➡	○	□	▼	La materia prima se encuentra lista para su traslado
Total			9	408,06	6,8	2	1	0	1	0	

Nota: Elaboración propia

Para elaborar una paca de 100 unidades del producto P5 Envase cuadrado 1kg, el procedimiento de Formulación toma 5.83 minutos (350 segundos).

Tabla 25. Cursograma del proceso 2 Formulación P5 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. FUNDADORA		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.					MEGA ENVASES CIA. LTDA. FUNDADORA				
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:						
Proceso:	Formulación										
Producto:	P5 Envase cuadrado 1kg		Resumen								
Método:	Método actual	Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado					
Área:	Producción	Operación		●	4						
Trabajadores:	Operario	Transporte		➡	0						
Distancia en metros:	2	Espera		●	0						
Tiempo en segundos:	350	Inspección		■	1						
Observador:	Investigadores	Almacenamiento		▼	0						
Elaborado por:	Investigadores		Total		5						
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
						●	➡	○	□	▼	
1	Selección y dosificación de polímeros y aditivos	1 Paca de P5 (100 Unidades)	1	67,44	1,12	●	➡	○	□	▼	
2	Ajuste de proporciones según especificaciones del producto	1 Paca de P5 (100 Unidades)	1	74,06	1,23	●	➡	○	□	▼	
3	Mezcla de componentes para obtener la composición requerida	1 Paca de P5 (100 Unidades)	0	101,5	1,69	●	➡	○	□	▼	
4	Control de calidad y pruebas de homogeneidad	1 Paca de P5 (100 Unidades)	0	107	1,78	●	➡	○	■	▼	
Total			2	350	5,83	4	0	0	1	0	

Nota: Elaboración propia

El procedimiento de administración y refrigeración dura 6.70 minutos (401.9 segundos) para formar una paca de 100 unidades del embalaje cuadrado P5 de 1 kg.

Tabla 26. Cursograma del proceso 3 Inyección y enfriamiento P5 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURIGRADO		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.				MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURIGRADO					
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:		Inyección y enfriamiento									
Producto		P5 Envase cuadrado 1kg									
Método		Método actual									
Área:		Actividad		Actual		Propuesto					
Trabajadores:		Operación		3							
Distancia en metros:		Transporte		0							
Tiempo en segundos:		Espera		0							
Observador:		Inspección		0							
Elaborado por:		Investigadores		Almacenamiento		0					
		Total		3							
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
1	Control de presión y ajuste de tiempo de inyección	1 Paca de P5 (100 Unidades)	2	70,04	1,17	●	⇒	□	□	▽	Verificar los parametros adecuados.
2	Control de temperatura para asegurar la solidificación	1 Paca de P5 (100 Unidades)	1	89,37	1,49	●	⇒	□	□	▽	Verificar que la temperatura este apta para el tipo de envase.
3	Retirar envase terminaso	1 Paca de P5 (100 Unidades)	0	242,49	4,04	●	⇒	□	□	▽	
Total		3	3	401,9	6,70	3	0	0	0	0	

Nota: Elaboración propia

La etapa final de corte e inspección requiere 5.41 minutos (324.6 segundos) para garantizar la calidad de una paca de 100 unidades del producto P5 Envase cuadrado 1kg.

Tabla 27. Cursograma del proceso 4 Corte e Inspección Final P5 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURIGRADO		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.				MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURIGRADO					
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025		Código:					
Proceso:		Corte e inspección final									
Producto		P5 Envase cuadrado 1 kg									
Método		Método actual									
Área:		Actividad		Actual		Propuesto					
Trabajadores:		Operación		2							
Distancia en metros:		Transporte		0							
Tiempo en segundos:		Espera		0							
Observador:		Inspección		1							
Elaborado por:		Investigadores		Almacenamiento		0					
		Total		3							
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
1	Corte de exceso de material	1 Paca de P5 (100 Unidades)	1	182,06	3,03	●	⇒	□	□	▽	Con ayuda de un estilete cortar las rebabas del envase.
2	Inspección visual de los envases	1 Paca de P5 (100 Unidades)	1	34,05	0,57	○	⇒	□	■	▽	Observar que los envases no tengan impurezas.
3	Separar envases defectuosos	1 Paca de P5 (100 Unidades)	2	108,49	1,81	●	⇒	□	□	▽	En un recipiente recoger envases defectuosos
Total		4	4	324,6	5,41	2	0	0	1	0	

Nota: Elaboración propia

El proceso de empaquetado y almacenamiento, ilustrado en la tabla, requiere 4.96 minutos (297.49 segundos) para empaquetar y guardar una paca de 100 unidades del embalaje cuadrado P5 de 1 kg.

Tabla 28. *Cursograma* del proceso 5 Empaquetado y almacenamiento P5 – 1 paca (100 Unidades)

MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICOLOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.				MEGA ENVASES CIA. LTDA. PLURICOLOR					
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:						
Proceso:		Empaque y almacenamiento									
Producto		P5 Envase cuadrado 1 kg									
Método		Método actual									
Área:		Actividad			Actual	Propuesto	Mejorado				
Trabajadores:		Operación			1						
Distancia en metros:		Transporte			1						
Tiempo en segundos:		Espera			0						
Observador:		Inspección			1						
Elaborado por:		Almacenamiento			1						
Investigadores		Total		4							
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
1	Control visual de la calidad del producto	1 Paca de P5 (100 Unidades)	1	59,34	0,99						
2	Empaque y etiquetado del producto	1 Paca de P5 (100 Unidades)	1	143,04	2,38						Empacar según las unidades que corresponda a cada bulto.
3	Traslado a lugar de almacenamiento	1 Paca de P5 (100 Unidades)	3	95,11	1,59						
Total			5	297,49	4,96	1	1	0	1	1	

Nota: Elaboración propia

5.7 Resultado del objetivo 2 Comprobación de procesos productivos

5.7.1 Identificación de los procesos a mejorar.

Como parte del desarrollo del segundo objetivo específico, se llevará a cabo un estudio de tiempos que permitirá conocer con mayor precisión cuánto tarda cada fase del proceso productivo de MEGA ENVASES CÍA. LTDA. en condiciones normales de trabajo. Este análisis será fundamental para identificar los puntos críticos del proceso y establecer una base clara sobre la cual proponer mejoras. A continuación, se reflejan los procesos que se identificaron en la producción de Mega Envases Cía. Ltda:

Tabla 29. Procesos por mejorar

N°	Proceso
1	Recepción y traslado de materia prima
2	Formulación
3	Inyección y enfriamiento
4	Corte e inspección final
5	Empaquetado y almacenamiento

5.7.2 Registro de tiempos por actividad

El levantamiento de datos se realizó directamente en la empresa, mediante la observación directa y con el uso del cronómetro, aplicando el método de cronometraje con repetición continua. Se cronometró cada etapa del proceso, iniciando con el traslado de materia prima hasta que culmina con el empaque y almacenamiento, para cada uno de los productos seleccionados. Las mediciones se repitieron varias veces para que la confiabilidad de los resultados sean garantizados.

5.7.3 Determinación del número de muestras tras las tomas de tiempo realizadas en Mega envases CIA. LTDA.

A continuación, se procederá a determinar el número de muestras necesarias para los cálculos. Se presenta una tabla con las recomendaciones basadas en la duración de cada ciclo, utilizando los datos de Westinghouse como referencia para establecer los números de ciclos a estudiar de los tres productos que se seleccionaron posteriormente. De acuerdo a [35] los tiempos recomendados según la duración de los procesos son:

Tabla 30. Tomas de tiempo recomendadas.

Westinghouse (números de ciclos a estudiar)	
Tiempo de ciclo en minutos	Números de ciclos recomendados
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00-en adelante	3

Nota: Obtenido de [35].

5.7.3.1 Número de tomas de tiempo recomendado para cada proceso

Basándose en la tabla anterior, de tiempos recomendados se estipula el número de tomas de tiempo para cada fase del proceso productivo MEGAENVASES CÍA. LTDA. A continuación, se presenta la información correspondiente al producto P1, P4 y P5:

Tabla 31. Número de tomas de tiempo recomendadas P1

Proceso P1 Galón cuadrado	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Rango en tabla	Nº de observaciones recomendadas
Recepción y traslado materia prima	316	5,27	5.00-10.00	10
Formulación	241	4,02	2.00-5.00	15
Inyección y enfriamiento	210	3,50	2.00-5.00	15
Corte e inspección final	275	4,58	2.00-5.00	15
Empaque y almacenamiento	174	2,90	2.00-5.00	15
Proceso general	1216,000	20,27	20.00 - 40.00	5

Tabla 32. Número de tomas de tiempo recomendadas P4

Proceso P4 Envase cuadrado 2 kg	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Rango en tabla	Nº de observaciones recomendadas
Recepción y traslado materia prima	410	6,83	5.00-10.00	10
Formulación	314	5,23	5.00-10.00	10
Inyección y enfriamiento	410	6,83	5.00-10.00	10
Corte e inspección final	299	4,98	2.00-5.00	15
Empaque y almacenamiento	289	4,82	2.00-5.00	15
Proceso general	1722,000	28,70	20.00 - 40.00	5

Tabla 33. Número de tomas de tiempo recomendadas P5

Proceso P5 Galón cuadrado	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Rango en tabla	Nº de observaciones recomendadas
Recepción y traslado materia prima	408	6,80	5.00-10.00	10
Formulación	350	5,83	5.00-10.00	10
Inyección y enfriamiento	402	6,70	5.00-10.00	10
Corte e inspección final	324	5,40	5.00-10.00	10
Empaque y almacenamiento	298	4,97	2.00-5.00	15
Proceso general	1782,000	29,70	20.00 - 40.00	5

Ahora que las muestras de tiempo de P1, P4 y P5, están dentro de los rangos establecidos por la tabla de Westinghouse, se puede confiar en que los datos son fiables. Las diferencias en los tiempos de cada proceso, enseñan en lo importante que es adaptar las observaciones a las necesidades de cada producto.

5.7.3.2 Cálculo del factor de desempeño

Se procederá a calcular el factor de desempeño, se tomará en cuenta los factores a medir como: la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia.

Esta tabla muestra el cálculo del factor de desempeño (FD) para la etapa de materia prima en Megaenvases, con un total de -0.14. El FD resultante es 0.86, estableciendo un punto de partida sólido para el análisis de los productos P4, P5 y P1.

Tabla 34. Cálculo del factor del desempeño

RECEPCIÓN Y TRASLADO DE MATERIA PRIMA		
Factor	Descripción	Valoración
Habilidad	E1 Aceptable	-0,05
Esfuerzo	E1 Aceptable	-0,04
Condiciones	E Aceptables	-0,03
Consistencia	E Aceptables	-0,02
Total (S)		-0,14
Factor de desempeño (FD)		0,86

En esta etapa, la tabla detalla el FD con un total de -0.18, dando como resultado un valor de 0.82, que refleja la eficiencia observada en el proceso.

Tabla 35. Cálculo del factor del desempeño

FORMULACIÓN		
Factor	Descripción	Valoración
Habilidad	E1 Aceptable	-0,05
Esfuerzo	E2 Aceptable	-0,08
Condiciones	E Aceptables	-0,03
Consistencia	D Regular	0
Total (S)		-0,16
Factor de desempeño (FD)		0,84

Aquí se presenta el cálculo del FD, con un total de -0.05, resultando en un valor de 0.95, lo que indica un nivel de eficiencia destacado en esta fase.

Tabla 36. Cálculo del factor del desempeño

INYECCIÓN Y ENFRIAMIENTO		
Factor	Descripción	Valoración
Habilidad	D Regular	0
Esfuerzo	E1 Aceptable	-0,04
Condiciones	E Aceptables	-0,03
Consistencia	E Aceptables	-0,02
Total (S)		-0,09
Factor de desempeño (FD)		0,91

Esta tabla resume el FD con un total de -0.18, obteniendo un valor de 0.82, que ofrece una visión clara de la efectividad en esta etapa crítica.

Tabla 37. Cálculo del factor del desempeño

CORTE E INSPECCIÓN FINAL		
Factor	Descripción	Valoración
Habilidad	E2 Aceptable	-0,11
Esfuerzo	E1 Aceptable	-0,04
Condiciones	E Aceptables	-0,03
Consistencia	D Regular	0
Total (S)		-0,18
Factor de desempeño (FD)		0,82

Finalmente, esta tabla muestra el cálculo del FD con un total de -0.11, lo que resulta en un valor de 0.89, que refleja un buen rendimiento en la última fase del proceso.

Tabla 38. Cálculo del factor del desempeño

EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO		
Factor	Descripción	Valoración
Habilidad	E1 Aceptable	-0,05
Esfuerzo	E1 Aceptable	-0,04
Condiciones	E Aceptables	-0,03
Consistencia	D Regular	0
Total (S)		-0,12
Factor de desempeño (FD)		0,88

Nota: Elaboración propia.

Estos valores se emplearán de manera integral para determinar los indicadores de factor de desempeño en cada una de las fases del proceso, asegurando una evaluación completa y precisa para los tres productos analizados: P4, P5 y P1.

5.7.3.3 Cálculo de suplementos

En las siguientes tablas, se procede a realizar el cálculo de los suplementos para posteriormente realizar los cálculos, se puede decir que los suplementos se añaden al tiempo estándar de un proceso para reflejar factores que afectan el desempeño del trabajador, como necesidades personales, fatiga condiciones del entorno o la complejidad de las tareas. Los valores que se obtienen se expresan en porcentaje [1]. A continuación, se presentan los suplementos calculados para las etapas del proceso productivo en MEGAENVASES CIA.LTDA:

Tabla 39. Cálculos de suplementos

RECEPCIÓN Y TRASLADO DE MATERIA PRIMA	
Suplementos	Hombre (%)
Suplementos constantes	
Necesidades personales	5
Básicos por fatiga	4
Suplementos variables	
Trabajo se realiza de pie	2
Postura incómoda	0
Peso levantado por kg.	9
Iluminación ligeramente por debajo de la potencia	0
Enfriamiento	0
Trabajo de cierta precisión visual	0
Sonidos intermitentes y fuertes	2
Proceso algo complejo que requiere atención	0
Trabajo bastante monótono	0
Trabajo aburrido	0
Total de suplementos	22

En la siguiente tabla se calculan suplementos del 5% por necesidades personales, 4% por fatiga básica y 14 % por variables como postura incómoda, totalizando 23 %, adaptado a esta fase.

Tabla 40. Cálculos de suplementos

FORMULACIÓN	
Suplementos	Hombre (%)
Suplementos constantes	
Necesidades personales	5
Básicos por fatiga	4
Suplementos variables	
Trabajo se realiza de pie	2
Postura incómoda	0
Peso levantado por kg.	9
Enfriamiento	0
Trabajo de cierta precisión visual	0
Sonidos intermitentes y muy fuertes	2
Proceso algo complejo	1
Trabajo bastante monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
Total de suplementos	23

Esta tabla indica un 5% por necesidades personales, 4% por fatiga básica y 4% por suplementos variables, con un total del 13%, acorde a esta etapa técnica.

Tabla 41. Cálculos de suplementos

INYECCIÓN Y ENFRIAMIENTO	
Suplementos	Hombre (%)
Suplementos constantes	
Necesidades personales	5
Básicos por fatiga	4
Suplementos variables	
Trabajo se realiza de pie	2
Postura incómoda	0
Peso levantado por kg. 10	0
Iluminación ligeramente por debajo de la potencia	0
Enfriamiento 12	0
Trabajo de cierta precisión visual	0
Sonidos intermitentes y muy fuertes	2
Proceso algo complejo	0
Trabajo bastante monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
Total de suplementos	13

En los suplementos constantes sumado los dos da de resultado el 9% y el 13 % con los suplementos variables lo que sumado da el 22 %.

Tabla 42. Cálculos de suplementos

CORTE E INSPECCIÓN FINAL	
Suplementos	Hombre (%)
Suplementos constantes	
Necesidades personales	5
Básicos por fatiga	4
Suplementos variables	
Trabajo se realiza de pie	2
Postura incómoda	2
Peso levantado por kg. 10	2
Iluminación ligeramente por debajo de la potencia	0
Enfriamiento 12	0
Trabajo de presión o fatigoso	2
Sonidos intermitentes y muy fuertes	2
Proceso bastante complejo	1
Trabajo bastante monótono	1
Trabajo algo aburrido	1
Total de suplementos	22

Esta tabla muestra 5% por necesidades personales, 4% por fatiga básica y 11 % por variables como ejemplo postura incómoda, el total es del 20 %, ajustado a las tareas finales.

Tabla 43. Cálculos de suplementos

EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	
Suplementos	Hombre (%)
Suplementos constantes	
Necesidades personales	5
Básicos por fatiga	4
Suplementos variables	
Trabajo se realiza de pie	2
Postura incómoda	0
Peso levantado por kg.	4
Iluminación ligeramente por debajo de la potencia	0
Enfriamiento 12	0
Trabajo de cierta precisión visual	0
Sonidos intermitentes y muy fuertes	2
Proceso algo complejo	0
Trabajo bastante monótono	1
Trabajo algo aburrido	2
Total de suplementos	20

Nota: Elaboración propia.

Con la finalización del cálculo del factor de desempeño y los suplementos para las etapas del proceso de Mega envases Cia.Ltda, se ha completado un análisis detallado que refleja las condiciones reales de trabajo para los productos P4, P5 y P1.

5.7.4 Cálculo del tiempo normal, total y estándar

Para entender cuánto tiempo toma realmente cada tarea en el proceso de producción de MEGAENVASES CIA LTDA., se necesita calcular el Tiempo Promedio, este tiempo es el promedio de tiempo que se demora en completar una actividad específica. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Tiempo Promedio

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{\text{Suma total de muestras}}{\text{Número de muestras}}$$

Una vez calculado el tiempo promedio el siguiente paso es determinar el Tiempo normal (TN). Este tiempo busca reflejar que tan rápido se debería realizar una tarea el trabajador con una habilidad y esfuerzo promedio, eliminando las fluctuaciones de tiempo que pueden ocurrir debido a ritmos de trabajo más lentos o rápidos de lo habitual en un día determinado. La fórmula para calcularlo es:

Ecuación 2. Tiempo Normal

$$\text{Tiempo normal} = TC * VRT$$

Finalmente, para obtener un tiempo realista, se necesita calcular el Tiempo Total (TT), este tiempo es una extensión del Tiempo Normal, ya que incorpora una consideración muy importante: los suplementos. Estos suplementos representan el tiempo adicional necesario para cubrir las necesidades personales del operario. La fórmula que nos permite obtener este tiempo es la siguiente:

Ecuación 3. Tiempo Estándar

$$TT: TN *(1+Suplemento)$$

Una vez que ya se obtuvo el rango óptimo del número de muestras necesarias y asegurar la validez de los datos. Posteriormente, se procedió a calcular la valoración del ritmo de trabajo (VRT) empleando el método Westinghouse, y se determinaron los suplementos pertinentes para cada tarea. Con esta información consolidada, se aplicaron estas variables para obtener el Tiempo Promedio (TC), el Tiempo Normal (TN) y el Tiempo Total (TT). Los resultados de estos cálculos, desglosados para los productos P1, P4 y P5, se presentan en las siguientes tablas.

Además, es importante destacar que el Tiempo Normal (TN), al representar la duración de la tarea en condiciones estándar, se convierte en un indicador clave para identificar posibles ineficiencias y por ende, para proponer y evaluar futuras mejoras en el proceso productivo de MEGAENVASES CIA. LTDA.

5.7.4.1 Tiempo estándar P1 Galón cuadrado general y por etapas en segundos y minutos

En la siguiente tabla 43 se presenta el análisis detallado del tiempo estándar para el Proceso General del producto P1 (Galón Cuadrado), expresado en minutos. Además se desglosan las diferentes actividades que componen el proceso, comenzando la recepción de materia prima y culmina con el empaquetado y almacenamiento. Para cada actividad, están las muestras recolectadas, el Tiempo Promedio resultante, el Factor de Desempeño (VRT) aplicado, el Tiempo Normal calculado, el factor de Suplementos (S) determinado anteriormente, y finalmente, el Tiempo Estándar (TT).

Tabla 44. Tiempo estándar P1 proceso general en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO GENERAL P1 GALÓN CUADRADO EN MINUTOS										
Actividades	MUESTRAS					TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5					
Recepción y traslado de materia prima	5,27	5,25	5,26	5,24	5,27	5,26	0,86	4,52	0,22	5,5
Formulación	4,03	4,00	4,03	4,02	4,01	4,02	0,82	3,30	0,23	4,1
Inyección y enfriamiento	3,51	3,52	3,52	3,53	3,53	3,52	0,91	3,21	0,13	3,6
Corte e inspección final	4,75	4,72	4,74	4,74	4,74	4,74	0,82	3,89	0,22	4,7
Empaquetado y almacenamiento	2,72	2,74	2,7	2,75	2,7	2,72	0,88	2,40	0,20	2,9
Total	20,29	20,23	20,26	20,28	20,25	20,26		17,30		20,81

Esta tabla presenta el análisis detallado de los tiempos para las actividades que conforman el proceso de Recepción y Traslado de Materia Prima del producto P1, con los valores expresados en minutos. Se incluyen las mediciones individuales recolectadas (muestras 1 a 10), el Tiempo Promedio de cada actividad, el Factor de Desempeño (VRT) aplicado, el Tiempo Normal calculado, el factor de Suplementos (S) correspondiente, y finalmente, el Tiempo Estándar (TT) por actividad y el total del proceso.

Tabla 45. Tiempo estándar P1 proceso 1 recepción y traslado de materia prima en minuto

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO RECEPCIÓN Y TRASLADO DE MATERIA PRIMA P1 GALÓN CUADRADO EN MINUTOS															
Actividades	MUESTRAS										TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Inspección visual de la materia prima y materiales	1,02	1,01	1,04	0,97	1,07	0,99	0,99	1,07	0,98	1,03	1,02	0,86	0,87	0,22	1,07
Verificación de cantidad y características requeridas.	1,65	1,65	1,67	1,62	1,69	1,63	1,63	1,70	1,64	1,66	1,65	0,86	1,42	0,22	1,73
Registro de materia prima en la hoja de control.	0,84	0,83	0,85	0,79	0,88	0,81	0,81	0,88	0,79	0,85	0,83	0,86	0,72	0,22	0,87
Traslado de materia prima	1,74	1,73	1,76	1,69	1,78	1,71	1,71	1,78	1,69	1,75	1,73	0,86	1,49	0,22	1,82
Total	5,25	5,22	5,33	5,07	5,41	5,13	5,43	5,09	5,29	5,25	5,25	0,97	0,88	0,88	5,49

tabla resume las mediciones y cálculos para el proceso de formulación del producto P1, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-15), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, en minutos

Tabla 46. Tiempo estándar P1 proceso 2 formulación en segundos y minutos

Actividades	TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO FORMULACIÓN P1 GALÓN CUADRADO EN MINUTOS															TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	MUESTRAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Selección y dosificación de polímeros y aditivos	1,10	1,15	1,13	1,10	1,12	1,10	1,13	1,13	1,12	1,13	1,08	1,11	1,15	1,09	1,10	1,12	0,82	0,92	0,23	1,1
Ajuste de proporciones según especificaciones del producto	0,37	0,37	0,43	0,35	0,40	0,37	0,46	0,35	0,40	0,38	0,33	0,36	0,40	0,34	0,42	0,38	0,82	0,31	0,23	0,4
Mezcla de componentes para obtener la composición requerida	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,85	0,80	0,82	0,87	0,78	0,82	0,82	0,82	0,67	0,23	0,8
Control de calidad y pruebas de homogeneidad	1,75	1,75	1,80	1,82	1,79	1,72	1,70	1,75	1,69	1,78	1,73	1,76	1,80	1,74	1,69	1,75	0,82	1,44	0,23	1,8
Total	4,04	4,09	4,18	4,09	4,12	4,00	4,12	4,05	4,02	4,16	3,94	4,05	4,24	3,96	4,02	4,07		3,34		4,11

Esta tabla muestra los datos de las mediciones (muestras 1-15) y los cálculos de Tiempo Promedio, Factor de Desempeño, Tiempo Normal, Suplementos y Tiempo Estándar para cada actividad del proceso de Inyección y Enfriamiento del P1, con todos los valores en minutos.

Tabla 47. Tiempo estándar P1 proceso 3 inyección y enfriamiento en segundos y minutos

Actividades	TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO INYECCIÓN Y ENFRIAMIENTO P1 GALÓN CUADRADO EN MINUTOS															TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	MUESTRAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Control de presión y ajuste de tiempos de inyección	0,34	0,33	0,36	0,30	0,37	0,31	0,38	0,32	0,35	0,36	0,37	0,31	0,34	0,39	0,33	0,34	0,91	0,31	0,13	0,35
Control de temperatura para asegurar la solidificación adecuada	0,54	0,53	0,56	0,50	0,57	0,51	0,58	0,52	0,55	0,56	0,57	0,51	0,54	0,59	0,53	0,54	0,91	0,49	0,13	0,56
Retiro del envase terminado	2,64	2,63	2,66	2,59	2,68	2,61	2,68	2,59	2,65	2,63	2,67	2,61	2,64	2,69	2,60	2,64	0,91	2,40	0,13	2,71
Total	3,51	3,49	3,58	3,38	3,62	3,43	3,65	3,42	3,54	3,54	3,61	3,44	3,52	3,67	3,45	3,52	0,94	3,21	0,28	3,62

Esta tabla presenta el análisis de las operaciones de Corte e Inspección Final del producto P1. Se detallan las mediciones muestrales (1-15), el Tiempo Promedio de cada actividad, junto con el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, el factor de Suplementos y el Tiempo Estándar resultante por actividad y en total, todos los valores en minutos.

Tabla 48. Tiempo estándar P1 proceso 4 corte e inspección final en segundos y minutos

Actividades	TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO CORTE E INSPECCIÓN FINAL P1 GALÓN CUADRADO EN MINUTOS															TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	MUESTRAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Corte de exceso de material	2,75	2,75	2,77	2,71	2,80	2,72	2,80	2,71	2,76	2,77	2,78	2,73	2,76	2,80	2,74	2,76	0,82	2,26	0,22	2,8
Inspección visual de los envases	0,34	0,33	0,36	0,30	0,37	0,31	0,38	0,32	0,35	0,36	0,37	0,31	0,34	0,39	0,33	0,34	0,82	0,28	0,22	0,3
Separación de envases defectuosos	1,51	1,50	1,53	1,45	1,54	1,47	1,55	1,45	1,52	1,49	1,54	1,48	1,50	1,56	1,46	1,50	0,82	1,23	0,22	1,5
Total	4,60	4,57	4,66	4,46	4,71	4,51	4,73	4,48	4,63	4,62	4,69	4,53	4,60	4,75	4,54	4,61		3,78		4,61

Esta tabla ilustra los resultados del estudio de tiempos para las actividades de Empaquetado y Almacenamiento del producto P1. Incluye las mediciones de las muestras (1-15), el Tiempo Promedio observado, el Factor de Desempeño aplicado, el Tiempo Normal calculado, el factor de Suplementos y el Tiempo Estándar resultante para cada actividad, con todos los valores en minutos.

Tabla 49. Tiempo estándar P1 proceso 5 empaquetado y almacenamiento en segundos y minutos

Actividades	TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO EMPAQUETADO Y ALMACENAMIENTO P1 GALÓN CUADRADO EN MINUTOS															TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	MUESTRAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Control visual del producto terminado	0,59	0,58	0,60	0,54	0,63	0,56	0,63	0,54	0,60	0,61	0,62	0,56	0,59	0,64	0,58	0,59	0,88	0,52	0,20	0,6
Empaque y etiquetado	1,52	1,51	1,54	1,48	1,56	1,49	1,57	1,50	1,53	1,54	1,55	1,50	1,53	1,57	1,51	1,53	0,88	1,34	0,20	1,6
Traslado a lugar de almacenamiento	0,79	0,78	0,80	0,74	0,83	0,76	0,83	0,74	0,80	0,81	0,82	0,76	0,79	0,84	0,78	0,79	0,88	0,70	0,20	0,8
Total	2,89	2,87	2,95	2,76	3,02	2,81	3,03	2,79	2,92	2,95	2,98		2,91	3,05	2,87	2,91		2,56		3,07

5.7.4.2 Tiempo estándar P4 Envase cuadrado 2 kg

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso general del producto P4, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-5), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 50. Tiempo estándar P4 proceso general en segundos y minutos

Actividades	TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO GENERAL P4 ENVASE CUADRADO 2 KG EN MINUTOS					TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	MUESTRAS									
	1	2	3	4	5					
Recepción y traslado de materia prima	6,83	6,83	6,85	6,79	6,88	6,84	0,88	6,02	0,22	7,3
Formulación	5,24	5,23	5,26	5,20	5,27	5,24	0,82	4,30	0,23	5,3
Inyección y enfriamiento	6,84	6,83	6,86	6,79	6,88	6,84	0,91	6,22	0,13	7,0
Corte e inspección final	4,99	4,98	5,00	4,94	5,03	4,99	0,82	4,09	0,22	5,0
Empaquetado y almacenamiento	4,82	4,81	4,84	4,78	4,86	4,82	0,88	4,24	0,20	5,1
Total	28,71	28,68	28,82	28,50	28,92	28,73		24,87		29,74

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Recepción y Traslado de Materia Prima del producto P4, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-10), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 51. Tiempo estándar P4 proceso 1 recepción y traslado de materia prima en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO RECEPCIÓN Y TRASLADO DE MATERIA PRIMA P4 ENVASE CUADRADO 2 KG EN MINUTOS															
Actividades	MUESTRAS										TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Inspección visual de la materia prima y materiales	1,03	1,02	1,01	1,04	0,97	1,07	0,99	1,07	0,98	1,03	1,02	0,88	0,90	0,22	1,1
Verificación de cantidad y características requeridas.	2,25	2,25	2,25	2,27	2,22	2,29	2,23	2,30	2,24	2,26	2,26	0,88	1,98	0,22	2,4
Registro de materia prima en la hoja de control.	1,33	1,32	1,32	1,35	1,27	1,36	1,29	1,37	1,27	1,33	1,32	0,88	1,16	0,22	1,4
Traslado de materia prima	2,26	2,24	2,23	2,25	2,19	2,28	2,21	2,28	2,19	2,25	2,24	0,88	1,97	0,22	2,4
Total	6,86	6,83		6,91		7,00	6,71	7,02	6,68	6,87	6,83		6,01		7,34

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Formulación del producto P4, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-10), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 52. Tiempo estándar P4 proceso 2 formulación en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO FORMULACIÓN P4 ENVASE CUADRADO 2 KG EN MINUTOS															
Actividades	MUESTRAS										TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Selección y dosificación de polímeros y aditivos	0,95	0,95	0,97	0,91	1,00	0,92	1,00	0,91	0,96	0,97	0,95	0,82	0,78	0,23	1,0
Ajuste de proporciones según especificaciones del producto	1,14	1,13	1,16	1,10	1,17	1,11	1,18	1,12	1,15	1,16	1,14	0,82	0,94	0,23	1,2
Mezcla de componentes para obtener la composición requerida	1,34	1,33	1,36	1,29	1,38	1,31	1,38	1,29	1,35	1,33	1,34	0,82	1,09	0,23	1,3
Control de calidad y pruebas de homogeneidad	1,80	1,80	1,82	1,76	1,85	1,77	1,85	1,76	1,81	1,82	1,80	0,82	1,48	0,23	1,8
Total	5,23	5,20	5,31	5,05	5,40	5,11	5,42	5,08	5,27	5,28	5,23		4,29	0,23	5,28

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Inyección y Enfriamiento del producto P4, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-10), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 53. Tiempo estándar P4 proceso 3 inyección y enfriamiento en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO INYECCIÓN Y ENFRIAMIENTO P4 ENVASE CUADRADO 2 KG EN MINUTOS															
Actividades	MUESTRAS										TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Control de presión y ajuste de tiempos de inyección	1,17	1,16	1,19	1,12	1,22	1,14	1,22	1,22	1,13	1,18	1,17	0,91	1,07	0,13	1,2
Control de temperatura para asegurar la solidificación adecuada	1,49	1,48	1,51	1,45	1,52	1,46	1,53	1,53	1,47	1,50	1,49	0,91	1,36	0,13	1,5
Retiro del envase terminado	4,17	4,17	4,20	4,12	4,21	4,14	4,22	4,22	4,12	4,18	4,17	0,91	3,80	0,13	4,3
Total	6,83	6,81	6,89		6,95	6,74	6,97	6,97	6,72	6,86	6,84		6,23		7,04

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Corte e Inspección Final del producto P4, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-15), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 54. Tiempo estándar P4 proceso 4 corte e inspección final en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO CORTE E INSPECCIÓN FINAL P4 ENVASE CUADRADO 2 KG EN MINUTOS																				
Actividades	MUESTRAS															TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Corte de exceso de material	2,87	2,86	2,89	2,82	2,92	2,84	2,92	2,83	2,88	2,89	2,90	2,85	2,88	2,92	2,86	2,87	0,82	2,36	0,22	2,9
Inspección visual de los envases	0,30	0,30	0,32	0,26	0,35	0,27	0,35	0,26	0,31	0,32	0,33	0,28	0,31	0,35	0,29	0,31	0,82	0,25	0,22	0,3
Separación de envases defectuosos	1,81	1,80	1,83	1,75	1,84	1,77	1,85	1,75	1,82	1,79	1,84	1,78	1,80	1,86	1,76	1,80	0,82	1,48	0,22	1,8
Total	4,98	4,96	5,04	4,84	5,11	4,89	5,12	4,84	5,01	5,01	5,07	4,91	4,99	5,13	4,92	4,99		4,09		4,99

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Empaquetado y Almacenamiento del producto P4, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-15), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 55. Tiempo estándar P4 proceso 5 empaquetado y almacenamiento en minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO EMPAQUETADO Y ALMACENAMIENTO P4 ENVASE CUADRADO 2 KG EN MINUTOS																				
Actividades	MUESTRAS															TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Control visual del producto terminado	1,44	1,43	1,45	1,39	1,48	1,41	1,48	1,39	1,45	1,46	1,47	1,41	1,44	1,49	1,43	1,44	0,88	1,27	0,20	1,5
Empaque y etiquetado	1,99	1,98	2,01	1,95	2,02	1,96	2,03	1,97	2,00	2,01	2,02	1,96	1,99	2,04	1,98	1,99	0,88	1,75	0,20	2,1
Traslado a lugar de almacenamiento	1,37	1,37	1,40	1,32	1,41	1,34	1,42	1,32	1,38	1,36	1,40	1,35	1,37	1,42	1,33	1,37	0,88	1,21	0,20	1,4
Total	4,80	4,77	4,86	4,66	4,91	4,71	4,93	4,68	4,83	4,82	4,89	4,73	4,80	4,95	4,74	4,81		4,23		5,07

5.7.4.3 Tiempo estándar P5 Envase cuadrado 1 kg

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso general del producto P5, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-5), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 56. Tiempo estándar P5 proceso general en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO GENERAL P5 ENVASE CUADRADO 1 KG EN MINUTOS										
Actividades	MUESTRAS					TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5					
Recepción y traslado de materia prima	6,80	6,80	6,82	6,76	6,85	6,81	0,88	5,99	0,22	7,3
Formulación	5,84	5,83	5,86	5,80	5,87	5,84	0,82	4,79	0,23	5,9
Inyección y enfriamiento	6,71	6,70	6,73	6,65	6,74	6,71	0,91	6,10	0,13	6,9
Corte e inspección final	5,40	5,40	5,42	5,36	5,45	5,41	0,82	4,43	0,22	5,4
Empaquetado y almacenamiento	4,97	4,96	4,99	4,93	5,01	4,97	0,88	4,38	0,20	5,3
Total	29,72	29,68	29,82	29,50	29,92	29,73		25,69		30,75

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Recepción y Traslado de Materia Prima del producto P5, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-10), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 57. Tiempo estándar P5 proceso 1 recepción y traslado de materia prima en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO RECEPCIÓN Y TRASLADO DE MATERIA PRIMA P5 ENVASE CUADRADO 1 KG EN MINUTOS															
Actividades	MUESTRAS										TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	6	7	8	9	10						
Inspección visual de la materia prima y materiales	0,99	0,98	1,00	0,94	1,03	0,96	1,03	0,98	1,00	0,89	0,88	0,78	0,22	0,96	
Verificación de cantidad y características requeridas.	2,29	2,28	2,31	2,25	2,32	2,26	2,33	2,27	2,30	2,06	0,88	1,81	0,22	2,21	
Registro de materia prima en la hoja de control.	1,29	1,28	1,31	1,24	1,33	1,26	1,33	1,24	1,30	1,16	0,88	1,02	0,22	1,24	
Traslado de materia prima	2,20	2,20	2,22	2,16	2,25	2,17	2,25	2,16	2,21	1,98	0,88	1,74	0,22	2,13	
Total	6,76	6,74	6,85	6,58	6,93	6,65	6,95	6,64	6,81	6,09		5,36		6,54	

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Formulación del producto P5, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-10), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 58. Tiempo estándar P5 proceso 2 formulación en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO FORMULACIÓN P5 ENVASE CUADRADO 1 KG EN MINUTOS															
Actividades	MUESTRAS										TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Selección y dosificación de polímeros y aditivos	1,12	1,11	1,14	1,07	1,17	1,09	1,17	1,08	1,13	1,14	1,12	0,82	0,92	0,23	1,1
Ajuste de proporciones según especificaciones del producto	1,24	1,23	1,26	1,20	1,27	1,21	1,28	1,22	1,25	1,26	1,24	0,82	1,02	0,23	1,3
Mezcla de componentes para obtener la composición requerida	1,69	1,68	1,71	1,64	1,73	1,66	1,73	1,64	1,70	1,68	1,69	0,82	1,38	0,23	1,7
Control de calidad y pruebas de homogeneidad	1,79	1,78	1,80	1,74	1,83	1,76	1,83	1,74	1,80	1,81	1,79	0,82	1,47	0,23	1,8
Total	5,83	5,80	5,91		6,00	5,71	6,02		5,87	5,88	5,83		4,78		5,89

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Inyección y Enfriamiento del producto P5, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-10), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 59. Tiempo estándar P5 proceso 3 inyección y enfriamiento en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO INYECCIÓN Y ENFRIAMIENTO P5 ENVASE CUADRADO 1 KG EN MINUTOS															
Actividades	MUESTRAS										TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Control de presión y ajuste de tiempos de inyección	1,17	1,16	1,19	1,12	1,22	1,14	1,22	1,13	1,18	1,19	1,17	0,91	1,07	0,13	1,2
Control de temperatura para asegurar la solidificación adecuada	1,49	1,48	1,51	1,45	1,52	1,46	1,53	1,47	1,50	1,51	1,49	0,91	1,36	0,13	1,5
Retiro del envase terminado	4,04	4,03	4,06	3,99	4,08	4,01	4,08	3,99	4,05	4,03	4,04	0,91	3,67	0,13	4,1
Total	6,70	6,67	6,76	6,56	6,81	6,61	6,83	6,58	6,73	6,72	6,70		6,09		6,89

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Corte e Inspección Final del producto P5, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-10), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 60. Tiempo estándar P5 proceso 4 corte e inspección final en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO CORTE E INSPECCIÓN FINAL P5 ENVASE CUADRADO 1 KG EN MINUTOS															
Actividades	MUESTRAS										TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Corte de exceso de material	3,04	3,03	3,06	3,00	3,07	3,01	3,08	3,02	3,05	3,06	3,04	0,82	2,49	0,22	3,0
Inspección visual de los envases	0,57	0,56	0,59	0,52	0,62	0,54	0,62	0,56	0,57	0,60	0,57	0,82	0,47	0,22	0,6
Separación de envases defectuosos	1,81	1,80	1,83	1,75	1,84	1,77	1,85	1,75	1,82	1,79	1,80	0,82	1,48	0,22	1,8
Total	5,41	5,39	5,47	5,28	5,53	5,32	5,55	5,33	5,43	5,45	5,42		4,44		5,42

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos para el proceso de Empaquetado y Almacenamiento del producto P5, mostrando el Tiempo Promedio de las muestras (1-15), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todo en minutos.

Tabla 61. Tiempo estándar P5 proceso 5 empaquetado y almacenamiento en segundos y minutos

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO EMPAQUETADO Y ALMACENAMIENTO P5 ENVASE CUADRADO 1 KG EN MINUTOS																				
Actividades	MUESTRAS															TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Control visual del producto terminado	0,99	0,98	1,00	0,94	1,02	0,96	1,00	0,98	1,00	1,01	1,02	0,96	0,99	1,00	0,98	0,99	0,88	0,87	0,20	1,0
Empaque y etiquetado	2,38	2,38	2,39	2,35	2,42	2,36	2,38	2,37	2,40	2,41	2,42	2,36	2,39	2,37	2,38	2,38	0,88	2,10	0,20	2,5
Traslado a lugar de almacenamiento	1,59	1,58	1,61	1,54	1,63	1,56	1,63	1,54	1,60	1,58	1,62	1,56	1,59	1,64	1,55	1,59	0,88	1,40	0,20	1,7
Total	4,96	4,94	5,01	4,83	5,06	4,87	5,02	4,88	4,99	4,99	5,06	4,89	4,97	5,02	4,90	4,96		4,36		5,24

Análisis: el tiempo estándar actual del proceso productivo de los diferentes productos es, P1: 20,81 minutos, P2: 29,74 minutos, P3: 30,75 minutos por bulto.

5.7.5 Productividad

Una vez que se tiene el tiempo estándar calculado, se puede establecer la capacidad de producción para los envases P1, P2 y P3.

5.7.5.1 Capacidad de producción actual

Considerando un día laboral de ocho horas y los tiempos estándar de producción para los productos P1 (20,81 minutos), P2 (29,74 minutos) y P3 (30,75 minutos), se procederá a calcular la capacidad productiva.

Ecuación 4 Capacidad de Productividad.

$$Cp(p1) = \frac{1}{20,81}$$

$$Cp = 0,0481 \text{ bultos/min}$$

$$CP = 0,0481 \frac{b}{m} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$Cp = 2,88 \frac{u}{h} * 8h$$

$$Cp = 23,08 \text{ bultos/jornada}$$

$$Cp = 1154 \text{ unidades/jornada}$$

$$Cp(p4) = \frac{1}{29,74}$$

$$Cp = 0,0336 \text{ bultos/min}$$

$$CP = 0,0336 \frac{b}{m} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$Cp = 2,017 \frac{u}{h} * 8h$$

$$Cp = 16,13 \text{ bultos/jornada}$$

$$Cp = 1613 \text{ unidades/jornada}$$

$$Cp(p5) = \frac{1}{30,75}$$

$$Cp = 0,0325 \text{ unidad/min}$$

$$CP = 0,0325 \frac{b}{m} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$Cp = 1,951 \frac{u}{h} * 8h$$

$$Cp = 15,60 \text{ bultos/jornada}$$

$$Cp = 1560 \text{ bultos/jornada}$$

Análisis: Se muestra que, en un turno de ocho horas, la empresa tiene una capacidad de producción de 23,08 unidades para P1, 16,13 para P2 y 15,60 para P3.

5.8 Resultados obtenidos en base al tercer objetivo

Para que se dé el cumplimiento del tercer objetivo, se plantea la propuesta de mejora con los datos que se obtuvieron en el proceso productivo de los envases.

Propuesta

Considerando la propuesta para mejorar la producción de envases, se deberán crear diagramas de flujo mejorados en caso de que sean necesarios.

Rediseño del layout

En el traslado de materia prima hemos identificado que el traslado de materia prima ofrece una significativa oportunidad de mejora. Al acercar estratégicamente los puntos de almacenamiento o descarga a las estaciones iniciales de producción, no solo reduciremos drásticamente los tiempos de recorrido y transporte, liberando así valiosos minutos para la producción.

El siguiente cambio nos permite reducir el tiempo en:

Traslado de materia prima

Los operadores disponen de la materia prima más cerca, de esta forma reducen tiempos rediseñando el layout.

Para elaborar una paca de 50 unidades del producto P1 Galón cuadrado, el procedimiento total toma 19.02 minutos (1141.2 segundos).

Tabla 62. En el cursograma P1 propuesto se muestra una reducción de tiempos.

MEGA ENVASES CIA. LTDA. FUNDACION		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.				MEGA ENVASES CIA. LTDA. FUNDACION					
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:						
Proceso:	Proceso productivo										
Producto	P1 Galón cuadrado		Resumen								
Método	Método actual	Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado					
Área:	Producción	Operación	●	5							
Trabajadores:	Operario	Transporte	➡	0							
Distancia en metros:	21	Espera	●	0							
Tiempo en segundos:	1141,2	Inspección	■	2							
Observador:	Investigadores	Almacenamiento	▼	0							
Elaborado por:	Investigadores	Total		7							
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones
1	Recepción y traslado de materia prima	1 Paca de P1 (50 Unidades)	9	241,2	4,02	●	➡	□	□	▼	Se verifica el tipo de materia prima a utilizar
2	Formulación	1 Paca de P1 (50 Unidades)	2	241	4,02	●	➡	□	■	▼	Requiere inspección para determinar si la fórmula
3	Inyección y enfriamiento	1 Paca de P1 (50 Unidades)	3	210	3,50	●	➡	□	□	▼	Es necesario controlar la temperatura
4	Corte e inspección final	1 Paca de P1 (50 Unidades)	2	275	4,58	●	➡	□	□	▼	Productos defectuosos se los debe apartar.
5	Empaquetado y almacenamiento	1 Paca de P1 (50 Unidades)	5	174	2,90	●	➡	□	■	▼	
Total			21	1141,2	19,02	5	0	0	2	0	

El procedimiento total para elaborar una paca de 100 unidades del producto P4 Envase cuadrado 2kg toma 28.03 minutos (1682 segundos).

Tabla 63. En el cursograma P4 propuesto se muestra una reducción de tiempos.

MEGA ENVASES CIA. LTDA. FLUOROCUIDOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.				MEGA ENVASES CIA. LTDA. FLUOROCUIDOR						
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:							
Proceso:	Proceso productivo											
Producto	P4 Envase cuadrado 2kg		Resumen									
Método	Método actual		Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado					
Área:	Producción		Operación		5							
Trabajadores:	Operario		Transporte		0							
Distancia en metros:	21		Espera		0							
Tiempo en segundos:	1682		Inspección		2							
Observador:	Investigadores		Almacenamiento		0							
Elaborado por:	Investigadores		Total		7							
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones	
1	Recepción y traslado de materia prima	1 Paca de P4 (100 Unidades)	9	370	6,17							Se verifica el tipo de materia prima a utilizar
2	Formulación	1 Paca de P4 (100 Unidades)	2	314	5,23							Requiere inspección para determinar si la
3	Inyección y enfriamiento	1 Paca de P4 (100 Unidades)	3	410	6,83							Es necesario controlar la temperatura
4	Corte e inspección final	1 Paca de P4 (100 Unidades)	2	299	4,98							Productos defectuosos se los debe apartar.
5	Empaquetado y almacenamiento	1 Paca de P4 (100 Unidades)	5	289	4,82							
Total			21	1682	28,03	6	0	0	2	0		

Para elaborar una paca de 100 unidades del producto P5 Envase cuadrado 1kg, se necesitan 28.05 minutos (1683 segundos) en total.

Tabla 64. En el cursograma P4 propuesto se muestra una reducción de tiempos.

MEGA ENVASES CIA. LTDA. FLUOROCUIDOR		CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MEGAENVASES CIA LTDA.				MEGA ENVASES CIA. LTDA. FLUOROCUIDOR						
Diagrama N°:		Fecha:		19/5/2025	Código:							
Proceso:	Proceso productivo											
Producto	P5 Envase cuadrado 1 kg		Resumen									
Método	Método actual		Actividad		Actual	Propuesto	Mejorado					
Área:	Producción		Operación		5							
Trabajadores:	Operario		Transporte		0							
Distancia en metros:	21		Espera		0							
Tiempo en segundos:	1683		Inspección		2							
Observador:	Investigadores		Almacenamiento		0							
Elaborado por:	Investigadores		Total		7							
N°	Descripción de las actividades	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Tiempo (min)	Símbolos del diagrama					Observaciones	
1	Recepción y traslado de materia prima	1 Paca de P5 (100 Unidades)	9	309	5,15							Se verifica el tipo de materia prima a utilizar
2	Formulación	1 Paca de P5 (100 Unidades)	2	350	5,83							Requiere inspección para determinar si la
3	Inyección y enfriamiento	1 Paca de P5 (100 Unidades)	3	402	6,70							Es necesario controlar la temperatura
4	Corte e inspección final	1 Paca de P5 (100 Unidades)	2	324	5,40							Productos defectuosos se los debe apartar.
5	Empaquetado y almacenamiento	1 Paca de P5 (100 Unidades)	5	298	4,97							
Total			21	1683	28,05	6	0	0	2	0		

Cálculo de tiempos propuestos

Se usara los 5 tiempos de los procesos de P1, P2, P3 antes tomados para realizar la propuesta de rediseño del layout de planta.

En el marco de la propuesta de rediseño del layout de planta, se ha logrado una optimización significativa en la actividad de "traslado de materia prima". Gracias a la reubicación estratégica de los puntos de acopio y las estaciones de inicio de proceso, se han minimizado drásticamente los recorridos innecesarios, reduciendo las distancias y los tiempos de espera asociados. Los valores presentados a continuación reflejan el nuevo Tiempo Estándar (TT) para esta actividad crucial, siendo el resultado directo de la implementación de las mejoras de flujo y ergonomía derivadas de nuestro análisis.

Tabla 65. Tabla presenta las mediciones y cálculos proyectados para el proceso general del producto P1

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO GENERAL P1 GALÓN CUADRADO EN MINUTOS										
Actividades	MUESTRAS					TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5					
Recepción y traslado de materia prima	4,02	4,01	4,04	3,97	4,07	4,02	0,86	3,46	0,22	4,2
Formulación	4,03	4,00	4,03	4,02	4,01	4,02	0,82	3,30	0,23	4,1
Inyección y enfriamiento	3,51	3,52	3,52	3,53	3,53	3,52	0,91	3,21	0,13	3,6
Corte e inspección final	4,75	4,72	4,74	4,74	4,74	4,74	0,82	3,89	0,22	4,7
Empaquetado y almacenamiento	2,72	2,74	2,7	2,75	2,7	2,72	0,88	2,40	0,20	2,9
Total	19,04	19,00	19,03	19,01	19,05	19,02		16,24		19,51

Esta tabla presenta las mediciones y cálculos proyectados para el proceso general del producto P4, reflejando los nuevos Tiempos Estándar resultantes de la implementación de la propuesta de rediseño del layout. Se detallan los Tiempos Promedio de las muestras (1-5), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todos los valores en minutos, evidenciando la eficiencia esperada bajo las condiciones optimizadas.

Tabla 66. Tabla detalla las mediciones y cálculos proyectados para el proceso general del producto P4

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO GENERAL P4 ENVASE CUADRADO 2 KG EN MINUTOS										
Actividades	MUESTRAS					TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5					
Recepción y traslado de materia prima	6,17	6,16	6,19	6,12	6,22	6,17	0,88	5,43	0,22	6,6
Formulación	5,24	5,23	5,26	5,20	5,27	5,24	0,82	4,30	0,23	5,3
Inyección y enfriamiento	6,84	6,83	6,86	6,79	6,88	6,84	0,91	6,22	0,13	7,0
Corte e inspección final	4,99	4,98	5,00	4,94	5,03	4,99	0,82	4,09	0,22	5,0
Empaquetado y almacenamiento	4,82	4,81	4,84	4,78	4,86	4,82	0,88	4,24	0,20	5,1
Total	28,04	28,01	28,15	27,83	28,25	28,06		24,28		29,02

Esta tabla detalla las mediciones y cálculos proyectados para el proceso general del producto P4, mostrando los nuevos Tiempos Promedio de las muestras (1-5), el Factor de Desempeño, el Tiempo Normal, los Suplementos y el Tiempo Estándar de cada actividad, todos en minutos. Estos valores evidencian la eficiencia esperada en el proceso bajo las condiciones del rediseño del layout y las mejoras de flujo.

Tabla 67. tabla detalla las mediciones y cálculos proyectados para el proceso general del producto P5

TIEMPO ESTÁNDAR PROCESO GENERAL P5 ENVASE CUADRADO 1 KG EN MINUTOS										
Actividades	MUESTRAS					TIEMPO PROMEDIO	FACTOR DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	S	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5					
Recepción y traslado de materia prima	5,15	5,15	5,17	5,11	5,20	5,16	0,88	4,54	0,22	5,5
Formulación	5,84	5,83	5,86	5,80	5,87	5,84	0,82	4,79	0,23	5,9
Inyección y enfriamiento	6,71	6,70	6,73	6,65	6,74	6,71	0,91	6,10	0,13	6,9
Corte e inspección final	5,40	5,40	5,42	5,36	5,45	5,41	0,82	4,43	0,22	5,4
Empaquetado y almacenamiento	4,97	4,96	4,99	4,93	5,01	4,97	0,88	4,38	0,20	5,3
Total	28,07	28,03	28,17	27,85	28,27	28,08		24,23		28,98

Capacidad de producción mejorada

Usando los tiempos estándar de producción para los productos P1 (19,51 minutos), P2 (29,02 minutos) y P3 (28,98 minutos), se procede a realizar el siguiente cálculo:

Ecuación 5 Capacidad de la Producción

$$Cp = \frac{1}{Ts}$$

$$Cp(p1) = \frac{1}{19,51}$$

$$Cp = 0,0513 \text{ bultos/min}$$

$$CP = 0,0513 \frac{b}{m} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$Cp = 3,075 \frac{u}{h} * 8h$$

$$Cp = 24,6 \text{ bultos/jornada}$$

$$Cp = 1230 \text{ unidades/jornada}$$

$$Cp(p4) = \frac{1}{29,02}$$

$$Cp = 0,0345 \text{ bultos/min}$$

$$CP = 0,0345 \frac{b}{m} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$Cp = 2,07 \frac{u}{h} * 8h$$

$$Cp = 16,5 \text{ bultos/jornada}$$

$$Cp = 1650 \text{ unidades/jornada}$$

$$Cp(p5) = \frac{1}{28,98}$$

$$Cp = 0,0345 \text{ unidad/min}$$

$$CP = 0,0345 \frac{b}{m} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$Cp = 2,07 \frac{u}{h} * 8h$$

$$Cp = 16,60 \text{ bultos/jornada}$$

$$Cp = 1660 \text{ unidades/jornada}$$

Análisis: La capacidad de producción propuesta a la empresa de los tres productos es de P1: 24,6, P2: 16,5, P3: 16,60 bultos por jornada, lo que equivale a P1: 1230, P2: 1650, P3: 1660 unidades por jornada laboral.

Comparación de la situación actual vs la propuesta

Para completar la investigación de este proyecto, se realizó una comparación exhaustiva entre la situación productiva actual de MEGA ENVASES CIA LTDA. y la propuesta de mejora. Esta comparación consideró las áreas de proceso que se analizó, el número de actividades involucradas, los Tiempos Estándar actuales frente a los optimizados y la capacidad de producción resultante para los productos P1, P4 y P5.

Tabla 68. Tiempos Estándar actuales frente a los optimizados y la capacidad de producción resultante para los productos P1, P4 y P5

Proceso	N° Actividades		Producto	Tiempo estandar		Capacidad de			
	Actual	Propuesto		Actual	Propuesto	Actual bultos	Actual unidades	Propuesto bulto	Propuesto unidades
Recepcion y traslado de Materia Prima	1	1	P1	20,81	19,51	23,08	1154	24,6	1230
			P4	29,74	29,02	16,13	1613	16,5	1650
			P5	30,75	29,98	15,6	1560	16,6	1660
				81,3	78,51	54,81	4327	57,7	4540

Simulación en FlexSim

Para validar y visualizar el impacto de la propuesta de rediseño del layout, se procederá a realizar la simulación en FlexSim.

Para iniciar la fase de simulación en FlexSim, y con el objetivo de obtener una visión holística y representativa del rendimiento general del proceso productivo de MEGA ENVASES CIA LTDA. bajo las condiciones actuales y propuestas, se ha optado por simular un producto genérico. Para ello, se calculará la media aritmética de los Tiempos Estándar actuales generales de los tres productos principales (P1, P4 y P5). Esta aproximación permite establecer un Tiempo Estándar promedio que, si bien simplifica la complejidad de la mezcla de productos, es fundamental para:

- 1) establecer una línea base inicial en el modelo de simulación que refleje la carga de trabajo "típica" de la planta sin introducir la variabilidad de la demanda de cada producto,

2) identificar los cuellos de botella y oportunidades de mejora a nivel global del sistema, antes de profundizar en escenarios de producción con mezcla de productos.

Tabla 69. Calculo la media aritmética de los Tiempos Estándar actuales generales de los tres productos principales

N	SUB AREA	TE P1	TE P4	TE P5	TE PROMEDIO DE PRODUCTOS	UND X HORA	UND PRODUCIDAS
1	Recepción y traslado de materia prima	20,81	29,7	30,7	26	2,279	18,232
2	Formulación						
3	Inyección y enfriamiento						
4	Corte e inspección final						
5	Empaquetado y almacenamiento						

ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN ACTUAL

La primera simulación representa el estado actual de los procesos productivos de Mega envases. El modelo incluye el recorrido habitual de operarios, las estaciones de trabajo actuales y la logística de carga y descarga en la planta.

Según los resultados obtenidos, el sistema productivo bajo estas condiciones permite alcanzar una salida de:

- 18.24 lotes por jornada (equivalente a 18 lotes completos)

Esta cifra representa el rendimiento base sobre el cual se analizaron las posibles mejoras.

Imagen de la simulación - Método actual:



Figura 21. Imagen de la simulación - Método actual

ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN PROPUESTO

En la segunda simulación se implementó una redistribución del layout productivo, optimizando el recorrido de los operarios y reordenando estaciones de trabajo para reducir desplazamientos y tiempos de espera. No se incrementó la maquinaria ni el número de operarios, sino que se trató de una mejora organizacional y logística.

Como resultado de estas mejoras, se obtuvo una producción de:

- 19.06 lotes por jornada (equivalente a 19 lotes completos)

Esto representa un lote adicional respecto al método anterior, dentro del mismo período de tiempo disponible.

Imagen de la simulación - Método propuesto:

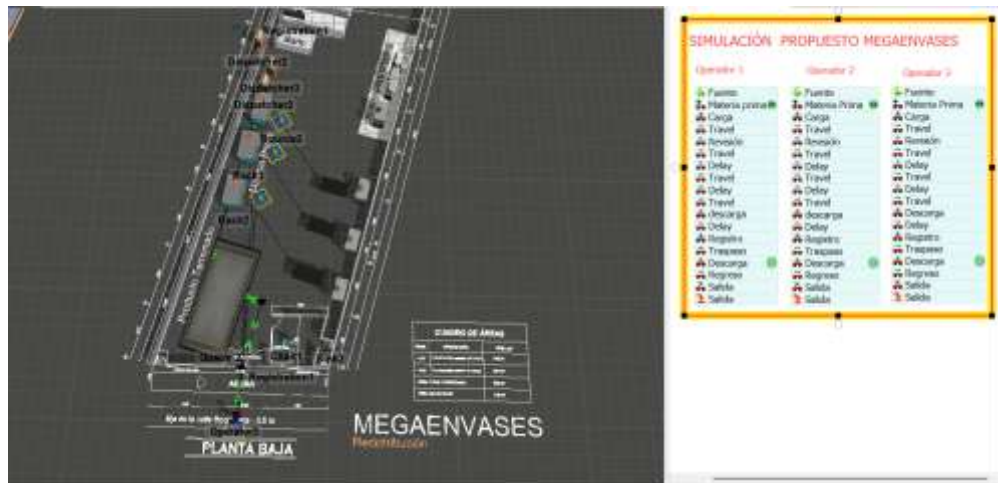


Figura 22. Imagen de la simulación - Método propuesto

Incremento de la productividad

Ahora que tenemos las dos capacidades de producción en bultos, podemos calcular el aumento de la productividad utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 6. Incremento de la Productividad

$$\Delta t = \frac{p2 - p1}{p1} * 100$$

$$\Delta t = \frac{19,060 - 18,239}{18,239} * 100$$

$$\Delta t = 4,50 \%$$

5.8.1 Análisis económico

El precio de comercialización de las unidades de los envases son los siguientes P1:0,414. P4:0,3105 y P5: 0,2875. Ahora calcularemos los ingresos del método actual y del método propuesto, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 70. Cálculo de los ingresos del método actual y el método propuesto

Método	Productos	Producción (unid/jor)	PVP	Ingresos unid/jornada
Método Inicial	P1	1154	0,41	477,8
	P4	1613	0,31	500,8
	P5	1560	0,29	448,5
	Total	4327		\$ 1.427,09
Método Propuesto	P1	1230	0,41	509,2
	P4	1650	0,31	512,3
	P5	1660	0,29	477,3
	Total	4540		\$ 1.498,80

Un análisis económico diario de la diferencia entre la producción actual y la propuesta revela que hay un aumento en las unidades de P1 (76), P4 (37) y P5 (100). Esto resulta en un total económico de 71,7.

Análisis económico al mes

Tabla 71. Análisis económico al mes

Método	Productos	Producción (unid/mes)	PVP	Ingresos unid/mes
Método Inicial	P1	27696	0,41	11466,1
	P4	38712	0,31	12020,1
	P5	37440	0,29	10764,0
	Total	103848		\$ 34.250,22
Método Propuesto	P1	29520	0,41	12221,3
	P4	39600	0,31	12295,8
	P5	39840	0,29	11454,0
	Total	108960		\$ 35.971,08

Un análisis económico diario de la diferencia entre la producción actual y la propuesta revela que hay un aumento en las unidades de P1 (1824), P4 (88) y P5 (2400). Esto resulta en un total económico de 1720,9.

Incremento del análisis de producción (actual vs propuesto).

En el análisis económico nos podemos dar cuenta que cuando se hace la diferencia al mes entre la producción actual y la propuesta sumando todos los productos hay un aumento de 5112 unidades.

Análisis del trabajo final

Como se muestra en la tabla, la productividad actual es de 103.848 unidades. Tras implementar la mejora propuesta y realizar el estudio de tiempos, se confirmó en FlexSim que la productividad mensual alcanza las 108.960 unidades. Esto representa un incremento económico de 1.720,9 dólares en la producción de envases plásticos.

EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA:

Impacto Ambiental

La propuesta del rediseño del layout en MEGAENVASES CIA. LTDA. generará un impacto ambiental positivo. Al reducir los tiempos y reorganizar las actividades, se espera una disminución significativa del material contaminado que resulta de que los productos que salen mal o no cumplen con los estándares de calidad. Este material, que actualmente es triturado o desechado en vertederos, contribuye a la contaminación ambiental al requerir procesos de eliminación que pueden generar dióxido de carbono u otros contaminantes.

Impacto social

Se promoverá un ambiente de trabajo más organizado y eficiente, lo que también contribuirá a una reducción del estrés operativo.

Impacto económico

Se proyecta un aumento de la productividad en un 4.50%. Este incremento se traducirá directamente en un aumento de la producción de envases (P1, P4, P5), lo que generará un aumento significativo en los ingresos de la empresa al poder abastecer una mayor demanda y mejorar su posición en el mercado.

6 CONCLUSIONES

- La evaluación técnica de los procesos productivos de MEGAENVASES CIA. LTDA. Permitió identificar cinco etapas clave: recepción y traslado de materia prima, formulación, inyección y enfriamiento, corte e inspección final, y empaquetado y almacenamiento. El análisis, apoyado en herramientas como el diagrama de Ishikawa y cursogramas, reveló que el Proceso 1: Recepción y traslado de materia prima es el principal cuello de botella debido a traslados manuales largos y la desorganización en el almacenamiento.
- La implementación del rediseño del layout propuesto para MEGAENVASES CIA. LTDA., validado mediante simulación en FlexSim, resultó en un incremento de la productividad del 4.5%, pasando de 18.2 a 19.06 lotes por jornada de 8 horas. Este aumento se logró sin

incrementar la plantilla de personal ni adquirir nueva maquinaria, mediante la optimización del Proceso 1: Recepción y traslado de materia prima, que redujo los tiempos de traslado de 4.05 minutos a aproximadamente 2.02 minutos por paca de 100 unidades para el producto P5 (envase cuadrado 1 kg). La reorganización del flujo de trabajo, con la reubicación del área de recepción a 10 metros de la formulación y la implementación de zonas de almacenamiento específicas (sector A para resinas, sector B para aditivos), eliminó cuellos de botella logísticos identificados en el diagrama de Ishikawa.

- El análisis económico demostró un aumento diario de producción (76 unidades de P1, 37 unidades de P4, 100 unidades de P5) con un impacto económico de \$71.7 por día, proyectando ganancias mensuales significativas. Estas mejoras fortalecen la competitividad de MEGAENVASES CIA.LTDA. en el mercado local al mejorar el flujo de trabajo y reducir costos operativos.

7 RECOMENDACIONES

Proceder con la implementación física y permanente del diseño de layout propuesto y validado mediante la simulación en FlexSim.

Se recomienda que la empresa formalice el nuevo Proceso 1: Recepción y traslado de materia prima mediante la creación de un manual de procedimientos. Este documento debe detallar las nuevas rutas de traslado, los tiempos mejorados y las responsabilidades específicas del personal.

8 REFERENCIAS

- [1] V. V. Saltos Torres, “Análisis y propuesta de mejoramiento de procesos en la empresa "Restaurante la Cañita””, Tesis de Posgrado, Universidad Andina Simón Bolívar, 2021. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7205>
- [2]: “La mejora continua en la empresa, ¿por qué es tan importante? | UNIR”. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.unir.net/revista/ingenieria/mejora-continua/>
- [3] Universidad de Jaen, “Proceso: Identificación de procesos claves universidad de jaen - Buscar con Google”. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.google.com/search?q=Proceso%3A+Identificaci%C3%B3n+de+procesos+claves+universidad+de+jaen&rlz=1C1CHBF_esEC1109EC1109&oq=Proceso%3A+Identificaci%C3%B3n+de+procesos+claves+universidad+de+jaen+&gs_lcrp=EgZjaHJ

vbWUyBggAEEUYOTIGCAEQRRg60gEINDQ5NGowajSoAgCwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8

- [4] M. A. Camacaro Peña, A. M. Paredes Rodríguez, C. D. Aulestia Potes, y M. G. Henao Guerrero, “Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña”, *Entramado*, vol. 17, n° 2, pp. 226–242, may 2021, doi: 10.18041/1900-3803/ENTRAMADO.2.7636.
- [5] Cimatic, “Principales problemas en el área de producción industrial”. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cimatic.com.mx/blog/principales-problemas-de-produccion/>
- [6] Pinheiro de Matos Luis y Sánchez Soliva Rita, “¿Qué está pasando con la industria en el mundo?” Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.caixabankresearch.com/es/analisis-sectorial/industria/pasando-industria-mundo>
- [7] Ó. J. Prieto Martínez, “Modelización y mejora de procesos de producción industrial mediante FlexSim y Power BI: aplicación a una empresa real”, Tesis de Grado, Universidad Politécnica de Madrid, 2023. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://oa.upm.es/75479/>
- [8] Abril. Cerinza Belcy, “Análisis de sistemas de producción mediante el uso de herramientas digitales orientadas a la simulación de procesos productivos que integren modelado, análisis y visualización.”, Tesis de Grado, Universidad de Pamplona, 2021. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5310>
- [9] E. A. Estrella Vargas, “Estudio de tiempos y movimientos para proponer mejoras en el proceso de producción de cobijas de la empresa Neymatex s.a. en el cantón Guano.”, Tesis de Grado, 2025. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/14836>
- [10] T. Porcaro, “Proceso | Palabras clave para el estudio de las fronteras”. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.teseopress.com/palabrasclavefronteras/chapter/proceso/>

- [11] A. L. Aldea Molina, “Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua”, *Industrial Data*, vol. 24, n° 1, pp. 7–22, ago. 2021, doi: 10.15381/IDATA.V24I1.19616.
- [12] T. Fontalvo Herrera, E. De la Oz Granadillo, y J. Morelos Gómez, “La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional”, *Dimensión empresarial*, ISSN-e 1692-8563, Vol. 16, N°. 1, 2018, págs. 47-60, vol. 16, n° 1, pp. 47–60, 2021, doi: 10.15665/rde.v15i2.1375.
- [13] E. P. Aneloa Curay, “Propuesta de mejora de los procesos productivos para aumentar la productividad de la empresa MUNDODECOR S.A. a través de herramientas Lean Manufacturing: Propuesta de mejora de los procesos productivos de la empresa MUNDODECOR S.A. a través del uso de herramientas Lean Manufacturing.”, Tesis de Grado, Universidad Politécnica Nacional, 2025. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/26414>
- [14] A. C. Cordova Fuster, “Factores determinantes en la competitividad empresarial de la agencia de viajes Liberty Perú S.A.C. Miraflores, 2023”, Tesis de Posgrado, Universidad César Vallejo, 2023. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_ca5e0f2b14f7be3be83e40ccd922336b/Description
- [15] D. A. Zaldivar Almarales, C. A. Valenzuela Velasco, C. S. Gómez Sánchez, y G. S. Loja Soriano, “Manual de procedimientos para el proceso productivo de la empresa hilanderías unidas s.a.”, *Prohominum*, vol. 3, n° 2 EXTRAORDINARIO, pp. 11–37, dic. 2021, doi: 10.47606/ACVEN/PH0065.
- [16] M. R. del R. Chicoma Vargas, “Los procesos productivos y competitividad empresarial de los productores de espárragos en un distrito del Perú, 2024”, Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Luis Gonzaga, 2024. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13028/6023>
- [17] Y. S. Parinango Martinez, “Gestión de almacenes y los procesos de producción de la Empresa IMECON S.A de Punta Negra - 2017”, Universidad Autónoma del Perú, 2021. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/20.500.13067/901>

- [18] M. A. Huancahuire Quispe y M. J. Amesquita Medina, “Propuesta de mejora para incrementar la eficiencia en el proceso productivo de tubos de PVC en el sector de plástico mediante la aplicación de herramientas TPM y SMED”, Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2023. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/672296>
- [19] N. J. Cherrez Sanmartin, E. J. Maza Sánchez, y A. M. Pacheco Molina, “Diseño de flujogramas en el sector Cooperativo - Economía Popular y Solidaria para la mejora de procesos”, *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, ISSN-e 2550-682X, Vol. 6, N°. 9, 2021 (Ejemplar dedicado a: SEPTIEMBRE 2021), págs. 1545-1566, vol. 6, n° 9, pp. 1545–1566, 2021, doi: 10.23857/pc.v6i9.3126.
- [20] G. R. Quintero, Y. Gámez Toirac, D. Matos Laffita, I. González Rodríguez, R. Labori Ruiz, y S. Guevara Silveira, “Eficacia, efectividad, eficiencia y equidad en relación con la calidad en los servicios de salud”, *ECIMED*, vol. 2021, n° 35, pp. 1–27, 2021, Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=106900>
- [21] R. C. Ramos Nobles, “Modelar el proceso de atención de pacientes en el área de consulta general del hospital San Andrés, del Municipio de Chiriguana-Cesar mediante la herramienta FLEXSIM”, Universidad de Pamplona, 2022. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/6081?mode=full>
- [22] E. E. Saucedá López, R. A. Valenzuela López, y G. E. Báez Hernández, “Aplicación de ingeniería de métodos para el mejoramiento de operaciones en una empresa manufacturera de equipos de audio”, *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, vol. 3, n° 1, pp. 105–115, may 2021, doi: 10.29393/EID3-8AIES30008.
- [23] J. M. Hernández Caiza, E. S. Zabala Cáceres, R. P. Arcos Castillo, y M. A. Arellano Reyes, “Ingeniería de métodos, medición del trabajo mediante el estudio de tiempos”, *Polo del Conocimiento*, vol. 9, n° 6, pp. 3–16, jun. 2024, doi: 10.23857/pc.v9i5.7293.
- [24] L. Córdova Jiménez, “Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha,

- Huancayo - 2020”, Universidad Continental, 2021. Accedido: 23 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10456>
- [25] ACMP, “El análisis de métodos y tiempos: una herramienta para incrementar la productividad industrial | ACMP”. Accedido: 24 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://acmplean.com/el-analisis-de-metodos-y-tiempos-una-herramienta-para-incrementar-la-productividad-industrial/>
- [26] M. F. De Lira Martínez y J. A. Romero Guerrero, “Comparación de técnicas utilizadas para la determinación de muestras necesarias para el estudio de tiempos”, *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, vol. 10, n° 19, pp. 30–41, jul. 2022, doi: 10.29057/ICBI.V10I19.9189.
- [27] R. Appinio, “¿Qué es la investigación aplicada? Definición, tipos, ejemplos | Appinio”. Accedido: 24 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.appinio.com/es/blog/investigacion-de-mercados/investigacion-aplicada>
- [28] G. Pérez León, “INVESTIGACIÓN DE CAMPO: Qué es y ejemplos”. Accedido: 24 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://gplresearch.com/investigacion-de-campo/>
- [29] L. Stewart, “¿Qué es la investigación descriptiva y cómo se utiliza? - ATLAS.ti”. Accedido: 24 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-descriptiva>
- [30] Miro, “¿Qué es un diagrama de flujo? Tipos, símbolos y ejemplos | Miro”. Accedido: 24 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://miro.com/es/diagrama-de-flujo/que-es-diagrama-de-flujo/>
- [31] IE, “Cursograma: Herramienta del ingeniero industrial + EXCEL”. Accedido: 24 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ingenioempresa.com/cursograma/>
- [32] Berumen, “¿Qué es y cuándo usar la observación directa?” Accedido: 24 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://berumen.com.mx/que-es-la-observacion-directa-y-como-aplicarla-en-tus-investigaciones/>
- [33] M. Diamantino, “Matriz GE McKinsey: ¿qué es y cómo hacerla?” Accedido: 24 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.sydle.com/es/blog/matriz-ge-mckinsey-6312316eec394d59be6bc535>

- [34] FlexSim, “Simulación de fábrica | FlexSim”. Accedido: 24 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.flexsim.com/factory-simulation/>
- [35] Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, “Método Westinghouse - Capítulo 2 ”.