

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENVASADO PARA
PRODUCTOS DE LIMPIEZA DE ALTA VISCOSIDAD EN LA
EMPRESA FAPROLIMPG”**

Por:

ISRAEL ARMANDO CRUZ LIMACHI

**Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado
académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.**

Gestión 2024

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

Ing. Marcelo Segovia Cortez
DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

Lic. Gustavo Succi
VICEDECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

Ing. Emmy Alfaro
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Tribunal 1

Tribunal 2

Tribunal 3

ADVERTENCIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo siendo estas responsabilidades del autor.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Gualberto Cruz y Yolanda Limachi, quienes siempre brindaron su apoyo incondicional, a mí y mis hermanos, durante nuestra etapa de formación profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a nuestro Dios Padre quien me acompañó y me levantó de las distintas caídas que tuve.

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, por haberme permitido estudiar y formarme como profesional, a mis docentes y compañeros por los buenos recuerdos y amistad durante esta etapa de mi vida.

A la empresa FAPROLIMPG, que siempre brinda apoyo a los estudiantes que buscan formarse profesionalmente, proporcionando conocimiento y disponibilidad en sus instalaciones.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	1
Antecedentes de la empresa.	2
Nombre de la empresa.....	2
Rubro al que se dedica la empresa.....	3
Misión.	3
Visión.	4
Organigrama de la empresa.....	4
Personal de la empresa.....	5
Ubicación geográfica de la empresa.....	5
Distribución de la superficie física de la empresa.....	5
Planteamiento del problema.....	7
Árbol de problemas.....	8
Árbol de soluciones.....	9
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos.....	10
Delimitación del proyecto.....	10
Límite científico.....	10
Límite geográfico.....	11
Límite Temporal.....	12
Justificación del proyecto.....	12
Justificación económica.....	12

Justificación Social	12
Justificación Académica.....	12

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. MARCO TEORICO.	13
1.1.1. Información.	13
1.1.2. Población.....	13
1.1.3. Enfoque de la investigación.	13
1.1.4. Enfoque cualitativo	13
1.1.5. Enfoque cuantitativo	13
1.1.6. Enfoque mixto	14
1.1.7. Entrevista	14
1.1.8. Investigación.	14
1.1.9. Metodología de la investigación.....	15
1.1.10. Estudios exploratorios.	15
1.1.11. Estudios descriptivos.....	15
1.1.12. Estudios correlacionales.	15
1.1.13. Estudios explicativos.....	15
1.1.14. Reología.....	15
1.1.15. Eficiencia.	15
1.1.16. Eficacia.....	16
1.1.17. Viscosidad.	16
1.1.18. Fluido Newtoniano.....	16
1.1.19. Ámbitos en los que influye el rediseño de un proceso.....	17
1.1.20. Etapas del rediseño de procesos.....	17
1.1.21. Dimensiones de optimización en el rediseño.....	18
1.1.22. Objetivos del rediseño de procesos	19
1.1.23. Diagrama de flujo de procesos.....	19
1.1.24. Cursograma analítico.....	21

1.1.25.	Diagrama de proceso Bi-manual.....	22
1.1.26.	Composición de diagrama bimanual	22
1.1.27.	Equipo de protección personal.....	23
1.1.28.	Distribución en planta.	23
1.1.29.	Tipos de distribución en planta	23
1.1.30.	Diferencia entre Diagrama de hilos - Diagrama de recorrido.....	27
1.1.31.	Factores a tomar en cuenta en los diagramas de recorrido	27
1.1.32.	Balance de masa.....	28
1.1.33.	Productividad.	28
1.1.34.	Indicadores de la productividad.	29
1.1.35.	Medición de la productividad	29
1.1.36.	Factores de la Productividad.....	29
1.1.37.	Tipos de Productividad.....	30
1.1.38.	Manual de mantenimiento	30
1.1.39.	Finalidad del mantenimiento	30
1.1.40.	Método Cualitativo por Puntos	31
1.1.41.	Normativa necesaria.	32
2.1.	Introducción.	33
2.1.1.	Productos que realiza la empresa.	33
2.2.	Maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de elaboración.....	37
2.3.	Flujograma de elaboración de productos de limpieza por línea de producción.	38
2.4.	Descripción del proceso actual de envasado.	44
2.5.	Diagrama de Flujo del proceso de envasado.	45
2.5.1.	Ciclo de repetición.....	47
2.5.2.	Demora en el tiempo de envasado.....	47
2.6.	Balance de masa.....	47
2.6.1.	Balance de masa en el proceso de elaboración del producto.	47
2.6.2.	Balance de masa durante el proceso de envasado.	55
2.7.	Diagrama de recorrido.....	57
2.8.	Estudio de tiempo del sistema de envasado.....	59

2.8.1. Descripción de actividades.....	59
2.9. Cálculo de la productividad en el proceso de envasado.....	61
2.9.1. Cálculo de productividad para la presentación de 10 litros.....	61
2.9.2. Cálculo de productividad para la presentación de 5 litros.....	61
2.9.3. Cálculo de productividad para la presentación de 1,150 litros.....	62
2.9.4. Cálculo de productividad para la presentación de 0,380 litros.....	62
2.10. Mano de obra empleada en el envasado.....	63
2.11. Costo del envasado.....	64
2.12. Diagrama de Ishikawa.....	65
2.13. Diagrama Bimanual.....	67
2.14. Cursograma Sinóptico del proceso de envasado.....	68
2.15. Cursograma Analítico del proceso de envasado.....	69
2.16. Análisis Ergonómico.....	73
2.16.1. Acciones a corto plazo para mejorar la ergonomía de los trabajadores.....	77
2.16.2. Acciones a largo plazo para mejorar la ergonomía de los trabajadores.....	78
2.17. Resultados del estado actual del envasado.....	78
3.1. Introducción.....	80
3.2. Alternativas a considerar.....	80
3.3. Análisis de alternativas.....	82
3.3.1. Alternativa A. - Contratación de personal de apoyo en el sistema de envasado.....	82
3.3.2. Alternativa B. - Máquina semiautomática de llenado de botellas de alta viscosidad para productos de limpieza.....	84
3.3.3. Alternativa C - Bomba de transferencia para líquidos de alta viscosidad.....	87
3.3.4. Alternativa D - Fabricación de un dosificador para líquidos viscosos.....	90
3.5. Comparación de alternativas.....	92
3.6. Método de evaluación por puntos.....	93
3.7. Alternativa elegida.....	94
4.1 Introducción.....	96
4.2. Diseño del sistema de envasado.....	96
4.2.1. Fases del émbolo en el sistema de envasado propuesto.....	96
4.3. Características del envasado propuesto.....	101

4.3.1. Dosificación.	101
4.3.2. Válvulas de anti retorno.	102
4.3.3. Picos Dosificadores.	103
4.4. Descripción del proceso de envasado propuesto.	104
4.6. Cursograma analítico del proceso de envasado propuesto.	106
4.7. Diagrama de recorrido propuesto.	110
4.8. Estudio de tiempo del sistema de envasado.	113
4.9. Balance de masa durante el proceso de envasado.	116
4.10. Cálculo de la productividad en el proceso de envasado.	117
4.10.1. Cálculo de productividad para la presentación de 10 litros.	117
4.10.2. Cálculo de productividad para la presentación de 5 litros.	117
4.10.3. Cálculo de productividad para la presentación de 1,150 litros.	118
4.10.4. Cálculo de productividad para la presentación de 0,380 litros.	118
4.11. Costo del envasado.	119
4.12. Diagrama Bimanual Propuesto.	121
4.13. Cursograma sinóptico Propuesto.	123
4.14. Análisis ergonómico propuesto.	124
4.15. Análisis comparativo de datos.	128
4.16. Limitaciones y posibles mejoras del proyecto.	130
5.1. Análisis económico de la propuesta.	131
5.1.1. Costo de mano de obra.	131
5.1.2. Costo de energía eléctrica.	132
5.1.3. Costo de envasado total.	133
5.2. Indicadores económicos de inversión.	135
a) Retorno de la inversión (Return On Investment - ROI)	135
b) Análisis Costo – Beneficio de la propuesta.	139
6.1. Conclusiones.	142
6.2. Recomendaciones.	143
Bibliografía.	135

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° I - 1. Medida de aceites para vehículos según su viscosidad	1
Cuadro N° I - 2. Método de envasado diseñado para la empresa de lubricantes “Súper Delta”	2
Cuadro N° I - 3. Ubicación de la empresa FAPROLIMPG	11
Cuadro N° I - 4. Longitud y Latitud de la empresa FAPROLIMPG	11
Cuadro N° I - 5. Distribución por proceso	24
Cuadro N° I - 6. Distribución en Línea	25
Cuadro N° I - 7. Distribución por componente fijo	26
Cuadro N° I - 8. Factores que afectan la productividad de una organización	30
Cuadro N° III - 1. Máquina semiautomática de envasado	85
Cuadro N° III - 2. Bomba de transferencia para líquidos viscosos	88
Cuadro N° IV - 1. Fase de Retracción del émbolo	97
Cuadro N° IV - 2. Fase de expansión del émbolo	97
Cuadro N° IV - 3. Puntos de transmisión de movimiento en la polea.	98
Cuadro N° IV - 4. Modelo 3D del émbolo.	100
Cuadro N° IV - 5. Modelo 3D del sistema de envasado	101
Cuadro N° IV - 6. Válvulas anti retorno	103
Cuadro N° IV - 5. Picos Dosificadores del sistema de envasado propuesto.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° I - 2. Símbolos de la norma ISO-9000 para elaborar diagramas de procesos	19
Tabla N° I - 3. Símbolos de la norma ANSI para elaborar diagramas de flujo	21
Tabla N° I - 4. Matriz de los Factores de Evaluación.....	31
Tabla N° II - 1. Productos que ofrece la empresa	33
Tabla N° II - 1.1. Maquinaria utilizada en el proceso de elaboración	36
Tabla N° II - 2. Maquinaria utilizada en el proceso de envasado.....	37
Tabla N° II - 3. Balance de masa durante el proceso de envasado.....	56
Tabla N° II - 4. Descripción del diagrama de recorrido.....	58
Tabla N° II - 5. Descripción de actividades en el proceso de envasado	59
Tabla N° II - 6. Registro de tiempos.....	60
Tabla N° II - 7. Costos en mano de obra.....	63
Tabla N° II - 8. Costo de envasado para la presentación de 10 litros.....	64
Tabla N° II - 9. Costo de envasado para la presentación de 5 litros.....	64
Tabla N° II - 10. Costo de envasado para la presentación de 1,150 litros	65
Tabla N° II - 11. Costo de envasado para la presentación de 0,380 litros	65
Tabla N° II - 12. Diagrama Bimanual del sistema de envasado.....	67
Tabla N° II - 13. Cursograma analítico del proceso de envasado 10 litros.....	69
Tabla N° II - 14. Cursograma analítico del proceso de envasado 5 litros.....	70
Tabla N° II - 15. Cursograma analítico del proceso de envasado 1,150 litros.....	71
Tabla N° II - 16. Cursograma analítico del proceso de envasado 0,380 litros.....	72
Tabla N° II - 17. Posición del cuello	73
Tabla N° II - 18. Posición de las piernas.....	73

Tabla N° II - 19. Posición del tronco	74
Tabla N° II - 20. Posición de los brazos	74
Tabla N° II - 21. Posición de los antebrazos	75
Tabla N° II - 22. Posición de las muñecas	75
Tabla N° II - 23. Puntuación del grupo A	75
Tabla N° II - 24. Puntuación del grupo B	76
Tabla N° II - 25. Puntuación combinada.....	76
Tabla N° II - 26. Nivel de intervención	77
Tabla N° II - 27. Resultados del sistema actual de envasado.....	79
Tabla N° III - 1. Alternativas de reemplazo para el sistema de envasado	80
Tabla N° III - 2. Análisis de la alternativa A	82
Tabla N° III - 3. Requerimiento de mano de obra adicional – Alternativa A	83
Tabla N° III - 4. Costo de implementación – Alternativa A	84
Tabla N° III - 5. Características del equipo – Alternativa B	85
Tabla N° III - 6. Análisis de la Alternativa B.....	86
Tabla N III - 7. Requerimiento de mano de obra – Alternativa B	87
Tabla N° III - 8. Costo de Implementación	87
Tabla N° III - 9. Características de alternativa C	88
Tabla N° III - 10. Análisis de la Alternativa C.....	88
Tabla N° III - 11. Requerimiento de mano de obra – Alternativa C	89
Tabla N° III - 12. Costo de Implementación – Alternativa C.....	89
Tabla N° III - 13. Características del equipo – Alternativa D.....	90
Tabla N° III - 14. Análisis de la Alternativa D	90
Tabla N° III - 15. Requerimiento de mano de obra – Alternativa D	91

Tabla N° III - 16. Costo de Implementación	92
Tabla N° III - 17. Comparación de Alternativas.....	92
Tabla N° III - 18. Método de evaluación por puntos	93
Tabla N° III - 19. Requerimientos de Alternativa D	94
Tabla N° IV - 1. Posicionamiento de las bielas sobre la polea.	99
Tabla N° IV - 2. Determinación del largo del cilindro	100
Tabla N° IV - 3. Dosificación del émbolo	102
Tabla N° IV - 4. Cursograma analítico propuesto (10 litros).....	106
Tabla N° IV - 5. Cursograma analítico propuesto (5 litros).....	107
Cuadro N° IV - 6. Cursograma analítico propuesto (1,15 litros)	108
Tabla N° IV - 7. Cursograma analítico propuesto (0,380 litros).....	109
Tabla N° IV - 8. Descripción del diagrama de recorrido propuesto	112
Tabla N° IV - 9. Descripción de actividades del sistema de envasado propuesto....	113
Tabla N° IV - 10. Registro de tiempos del sistema de envasado propuesto	115
Tabla N° IV - 11. Balance de masa propuesto en el sistema de envasado.....	116
Tabla N° IV - 12 Porcentaje de crecimiento de la productividad.....	119
Tabla N° IV - 13. Costo del sistema de envasado propuesto (10 litros).....	120
Tabla N° IV - 14. Costo del sistema de envasado propuesto (5 litros).....	120
Tabla N° IV - 15. Costo del sistema de envasado propuesto (1,150 litros)	121
Tabla N° IV - 16. Costo del sistema de envasado propuesto (0,380 litros)	121
Tabla N° IV - 17. Diagrama Bimanual Propuesto.....	122
Tabla N° IV - 18. Análisis ergonómico (Posición del cuello).....	124
Tabla N° IV - 19. Análisis ergonómico (Posición de las piernas).....	124
Tabla N° IV- 20. Análisis ergonómico (Posición del tronco).....	125

Tabla N° IV - 21. Análisis ergonómico (Posición de los brazos)	125
Tabla N° IV - 23. Análisis ergonómico (Posición de los antebrazos)	126
Tabla N° IV - 24. Análisis Ergonómico – Puntuación del grupo A	127
Tabla N° IV - 25. Análisis Ergonómico – Puntuación del grupo B	127
Tabla N° IV - 26 Análisis Ergonómico – Puntuación combinada.....	127
Tabla N° IV - 27. Análisis Ergonómico – Nivel de intervención	128
Tabla N° IV - 28. Comparación de resultados obtenidos	129
Tabla N° V - 1. Costo total de mano de obra actual	131
Tabla N° V - 2 Costo total de mano de obra propuesto	131
Tabla N° V - 3. Variación Porcentual del costo de mano de obra.....	132
Tabla N° V - 4. Consumo total de energía eléctrica actual.....	132
Tabla N° V - 5. Consumo total de energía eléctrica propuesto.....	133
Tabla N° V – 6. Variación Porcentual del consumo de energía eléctrica.	133
Tabla N° V - 7. Costo de envasado total actual.....	134
Tabla N° V - 8 Costo de envasado total Propuesto	134
Tabla N° V – 9. Variación Porcentual del costo de envasado total.	134
Tabla N° V – 10. Precio promedio de los productos por cada litro envasado.	135
Tabla N° V – 11. Ingreso actual promedio por la venta de producto.	136
Tabla N° V – 12. Ingreso adicional después de la implementación del dosificador	137
Tabla N° V – 13. Ingreso propuesto promedio por la venta de productos.....	137
Tabla N° V – 14. Periodo de recuperación gestión 2025.....	138
Tabla N° V – 15. Periodo de recuperación gestión 2026.....	138
Tabla N° V – 17. Análisis costo – Beneficio cuantitativo.	140
Tabla N° V – 17. Análisis costo – Beneficio cualitativo.	141

ÍNDICE DE DIAGRAMAS Y ESQUEMAS

Esquema N° 1.1. Organigrama de la empresa FAPROLIMPG	4
Diagrama N°1.1. Lay-Out de la empresa	6
Esquema N° 1.2. Árbol de Problemas	8
Esquema N° 1.3. Árbol de Soluciones	9
Diagrama N° 2.1. Diagrama de flujo para la elaboración de Alcohol en Gel	39
Diagrama N° 2.2. Diagrama de flujo para la elaboración de jabón líquido	40
Diagrama N° 2.3. Diagrama de flujo para la elaboración de Lavavajillas	41
Diagrama N° 2.4. Diagrama de flujo para la elaboración de detergente de uso industrial.....	42
Diagrama N° 2.5. Diagrama de flujo para la elaboración de Shampoo para Automóviles	43
Diagrama N° 2.6. Diagrama de flujo del proceso de envasado.....	46
Diagrama N° 2.7. Diagrama de flujo del alcohol en gel.....	48
Diagrama N° 2.8. Diagrama de flujo del jabón Líquido	49
Diagrama N° 2.9. Diagrama de flujo del Lavavajillas.....	51
Diagrama N° 2.10. Diagrama de flujo del Detergente industrial	53
Diagrama N° 2.11. Diagrama de flujo del Shampoo para automóviles.....	54
Diagrama N° 2.12. Balance de masa del proceso de envasado	55
Diagrama N° 2.13. Diagrama de recorrido	57
Esquema N° 2.1. Diagrama de Ishikawa.....	66
Esquema N° 2.2. Cursograma sinóptico	68
Diagrama N° 4.1. Diagrama de flujo del sistema de envasado propuesto.	105
Diagrama N° 4.2. Diagrama de recorrido propuesto	111
Diagrama N° 4.3. Cursograma propuesto	123

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo N° 1.1. Sistema de envasado actual
- Anexo N° 1.2. Sistema de envasado actual
- Anexo N° 1.3. Sistema de envasado actual
- Anexo N° 1.4. Sistema de envasado actual
- Anexo N° 1.5. Sistema de envasado actual
- Anexo N° 1.6. Recorrido del trabajador - Alternativa A
- Anexo N° 1.7. Recorrido del trabajador – Alternativa A
- Anexo N° 1.8. Recorrido del trabajador – Alternativa B
- Anexo N° 1.9. Recorrido del trabajador – Alternativa C
- Anexo N° 1.10. Recorrido del trabajador – Alternativa D
- Anexo N° 1.11. Descripción de actividades – Alternativa A1
- Anexo N° 1.12. Descripción de actividades – Alternativa A2
- Anexo N° 1.13. Descripción de actividades – Alternativa B
- Anexo N° 1.14. Descripción de actividades – Alternativa C
- Anexo N° 1.15. Descripción de actividades – Alternativa D
- Anexo N° 1.16. Registro de tiempos – Alternativa A1
- Anexo N° 1.17. Registro de tiempos – Alternativa B
- Anexo N° 1.18. Registro de tiempos – Alternativa C
- Anexo N° 1.19. Registro de tiempos – Alternativa D
- Anexo N° 1.20. Diseño del sistema de envasado
- Anexo N° 1.21. Diseño del sistema de envasado
- Anexo N° 1.22. Principio de funcionamiento del émbolo
- Anexo N° 1.23. Émbolo del sistema de envasado

Anexo N° 1.24. Gráfico comparativo en la pérdida del producto terminado

Anexo N° 1.25. Gráfico comparativo en la productividad del envasado

Anexo N° 1.26. Gráfico comparativo en el tiempo de envasado

Anexo N° 1.27. Gráfico comparativo del costo de mano de obra

Anexo N° 1.28. Gráfico comparativo del consumo de energía eléctrica

Anexo N° 1.29. Gráfico comparativo del costo total de envasado

Anexo N° 1.30. Manual de Procedimientos del envasado

Anexo N° 1.31. Perfil del trabajador.

Anexo N° 1.32. Manual de Mantenimiento