



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE
DE POLIPROPILENO BIORIENTADO, EN ENVASES Y SELLOS, S. A.**

Mynor Alejandro González Camacho

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista

Guatemala, marzo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE
DE POLIPROPILENO BIORIENTADO, EN ENVASES Y SELLOS, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MYNOR ALEJANDRO GONZÁLEZ CAMACHO
ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODÍNEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| VOCAL I | Ing. Angel Roberto Sic García |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Narda Lucía Pacay Barrientos |
| VOCAL V | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| EXAMINADORA | Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista |
| EXAMINADORA | Inga. Sigrid Alitza Calderón de León |
| EXAMINADOR | Ing. César Ernesto Urquizú Rodas |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE DE POLIPROPILENO BIORIENTADO, EN ENVASES Y SELLOS, S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de 20 mayo de 2013.



Mynor Alejandro González Camacho



Guatemala, 13 de enero de 2015.
REF.EPS.DOC.17.01.15.

Ingeniero
Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Mynor Alejandro González Camacho**, Carné No. **200818899** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE DE POLIPROPILENO BIORIENTADO, EN ENVASÉS Y SELLOS, S.A..**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñanza a Todos"

Inga. Sindy Massiel Godínez Báez
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SMGB/ra



Guatemala, 13 de enero de 2015.
REF.EPS.D.12.01.15

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE DE POLIPROPILENO BIORIENTADO, EN ENVASES Y SELLOS, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Mynor Alejandro González Camacho** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



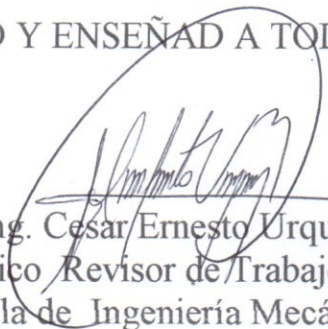
SJRS/ra



REF.REV.EMI.005.015

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE DE POLIPROPILENO BIORIENTADO, EN ENVASES Y SELLOS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Alejandro González Camacho**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial




Guatemala, enero de 2015.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE DE POLIPROPILENO BIORIENTADO, EN ENVASES Y SELLOS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Alejandro González Camacho**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2015.

/mgp



DTG. 089.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE DE POLIPROPILENO BIORIENTADO, EN ENVASES Y SELLOS, S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Mynor Alejandro González Camacho**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 4 de marzo de 2015

/gdech



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | XI |
| LISTA DE SÍMBOLOS..... | XV |
| GLOSARIO..... | XVII |
| RESUMEN..... | XXI |
| OBJETIVOS..... | XXIII |
| INTRODUCCIÓN..... | XXV |
| | |
| 1. INFORMACIÓN DE ENVASES Y SELLOS, S. A. | 1 |
| 1.1. Descripción..... | 1 |
| 1.2. Visión..... | 1 |
| 1.3. Misión..... | 1 |
| 1.4. Estructura organizacional | 2 |
| 1.5. Productos | 3 |
| 1.5.1. Bobinas..... | 3 |
| 1.5.2. Monocapa..... | 3 |
| 1.5.3. Bolsas..... | 3 |
| 1.5.4. Tapas..... | 4 |
| 1.5.5. Pliegos..... | 4 |
| 1.5.6. Liners..... | 4 |
| | |
| 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE POLIPROPILENO BIORIENTADO..... | 7 |
| 2.1. Diagnóstico de la situación actual..... | 7 |

| | | |
|------------|--|----|
| 2.1.1. | Proceso de conversión del empaque flexible polipropileno biorientado..... | 7 |
| 2.1.1.1. | Diagrama de Flujo | 9 |
| 2.1.1.2. | Diagrama de recorrido | 15 |
| 2.1.2. | Impresión..... | 15 |
| 2.1.2.1. | Descripción del área | 16 |
| 2.1.2.2. | Diagrama Causa-Efecto..... | 17 |
| 2.1.2.3. | Estudio de tiempos | 18 |
| 2.1.2.3.1. | Número de ciclos a estudiar | 18 |
| 2.1.2.3.2. | División de la operación en elementos | 18 |
| 2.1.2.3.3. | Formato para toma de tiempos | 21 |
| 2.1.2.3.4. | Tiempos cronometrados | 23 |
| 2.1.2.3.5. | Factor de calificación | 24 |
| 2.1.2.3.6. | Determinación de suplementos | 27 |
| 2.1.2.3.7. | Tiempo estándar | 28 |
| 2.1.2.4. | Estudio de métodos | 29 |
| 2.1.2.4.1. | Diagrama Hombre- Máquina..... | 29 |
| 2.1.2.4.2. | Tiempos productivos e improductivos..... | 35 |
| 2.1.2.4.3. | Ciclos del proceso | 36 |
| 2.1.2.4.4. | Preparación de máquina..... | 36 |

| | | | |
|----------|-------------------------|---|----|
| | 2.1.2.4.5. | Productividad | 37 |
| | 2.1.2.4.6. | Evaluación de métodos | 39 |
| | 2.1.2.5. | Recurso humano | 40 |
| | 2.1.2.6. | Calidad..... | 40 |
| | 2.1.2.7. | Condiciones de trabajo..... | 40 |
| 2.1.3. | Laminación | | 41 |
| | 2.1.3.1. | Descripción del área..... | 41 |
| | 2.1.3.2. | Diagrama Causa-Efecto | 42 |
| | 2.1.3.3. | Estudio de tiempos..... | 43 |
| | 2.1.3.3.1. | Número de ciclos a estudiar | 44 |
| | 2.1.3.3.2. | División de la operación en elementos | 44 |
| | 2.1.3.3.3. | Formato para toma de tiempos | 45 |
| | 2.1.3.3.4. | Tiempos cronometrados | 46 |
| | 2.1.3.3.5. | Factor de calificación..... | 47 |
| | 2.1.3.3.6. | Determinación de suplementos..... | 48 |
| | 2.1.3.3.7. | Tiempo estándar | 50 |
| 2.1.3.4. | Estudio de métodos..... | | 50 |
| | 2.1.3.4.1. | Diagrama Hombre- Máquina | 51 |
| | 2.1.3.4.2. | Tiempos productivos e improductivos | 54 |
| | 2.1.3.4.3. | Ciclos del proceso | 55 |

| | | | |
|--------|------------|---|----|
| | 2.1.3.4.4. | Preparación de máquina..... | 55 |
| | 2.1.3.4.5. | Productividad | 56 |
| | 2.1.3.4.6. | Evaluación de métodos..... | 58 |
| | 2.1.3.5. | Recurso humano | 58 |
| | 2.1.3.6. | Calidad | 58 |
| | 2.1.3.7. | Condiciones de trabajo | 59 |
| 2.1.4. | | Corte | 59 |
| | 2.1.4.1. | Descripción del área | 60 |
| | 2.1.4.2. | Diagrama Causa-Efecto..... | 60 |
| | 2.1.4.3. | Estudio de tiempos | 61 |
| | 2.1.4.3.1. | Número de ciclos a estudiar..... | 62 |
| | 2.1.4.3.2. | División de la operación en elementos | 62 |
| | 2.1.4.3.3. | Formato para toma de tiempos | 63 |
| | 2.1.4.3.4. | Tiempos cronometrados..... | 64 |
| | 2.1.4.3.5. | Factor de calificación | 65 |
| | 2.1.4.3.6. | Determinación de suplementos | 66 |
| | 2.1.4.3.7. | Tiempo estándar..... | 68 |
| | 2.1.4.4. | Estudio de métodos | 68 |
| | 2.1.4.4.1. | Diagrama Hombre- Máquina..... | 69 |

| | | | |
|--------|------------|---|----|
| | 2.1.4.4.2. | Tiempos productivos e improductivos | 73 |
| | 2.1.4.4.3. | Ciclos del proceso | 75 |
| | 2.1.4.4.4. | Preparación de máquina | 75 |
| | 2.1.4.4.5. | Productividad | 76 |
| | 2.1.4.4.6. | Evaluación de métodos | 78 |
| | 2.1.4.5. | Recurso humano | 78 |
| | 2.1.4.6. | Calidad..... | 78 |
| | 2.1.4.7. | Condiciones de trabajo..... | 79 |
| 2.1.5. | | Bolseo-empaque..... | 79 |
| | 2.1.5.1. | Descripción del área..... | 79 |
| | 2.1.5.2. | Diagrama Causa-Efecto | 80 |
| | 2.1.5.3. | Estudio de tiempos..... | 81 |
| | 2.1.5.3.1. | Número de ciclos a estudiar | 81 |
| | 2.1.5.3.2. | División de la operación en elementos | 81 |
| | 2.1.5.3.3. | Formato para toma de tiempo | 83 |
| | 2.1.5.3.4. | Tiempos cronometrados | 83 |
| | 2.1.5.3.5. | Factor de calificación..... | 84 |
| | 2.1.5.3.6. | Determinación de suplementos..... | 85 |
| | 2.1.5.3.7. | Tiempo estándar | 87 |
| | 2.1.5.4. | Estudio de métodos..... | 88 |

| | | | |
|------|------------|--|-----|
| | 2.1.5.4.1. | Diagrama Hombre- Máquina..... | 88 |
| | 2.1.5.4.2. | Tiempos productivos e improductivos..... | 91 |
| | 2.1.5.4.3. | Ciclos del proceso | 92 |
| | 2.1.5.4.4. | Preparación de máquina..... | 92 |
| | 2.1.5.4.5. | Productividad | 92 |
| | 2.1.5.4.6. | Evaluación de métodos..... | 95 |
| | 2.1.5.5. | Recurso humano | 95 |
| | 2.1.5.6. | Calidad | 95 |
| | 2.1.5.7. | Condiciones de trabajo | 96 |
| 2.2. | | Optimización del proceso de conversión del empaque flexible polipropileno biorientado | 96 |
| | 2.2.1. | Diagrama de Flujo | 96 |
| | 2.2.2. | Diagrama de recorrido | 103 |
| 2.3. | | Proceso de impresión..... | 105 |
| | 2.3.1. | Descripción del proceso | 105 |
| | 2.3.1.1. | Métodos..... | 106 |
| | 2.3.1.1.1. | Diagrama Hombre- Máquina..... | 106 |
| | 2.3.1.1.2. | Tiempos productivos e improductivos..... | 111 |
| | 2.3.1.1.3. | Ciclos del proceso | 113 |
| | 2.3.1.1.4. | Preparación de máquina..... | 113 |
| | 2.3.1.1.5. | Productividad | 113 |
| | 2.3.2. | Inspecciones de calidad | 114 |

| | | | |
|--------|----------|---|-----|
| | 2.3.2.1. | Descripción | 114 |
| | 2.3.2.2. | Equipo propuesto | 114 |
| 2.3.3. | | Recurso humano..... | 115 |
| 2.3.4. | | Condiciones de trabajo | 115 |
| | 2.3.4.1. | Ventilación | 115 |
| | 2.3.4.2. | Ergonomía | 118 |
| | 2.3.4.3. | Ruido | 120 |
| | 2.3.4.4. | Riesgos | 120 |
| | 2.3.4.5. | Equipo propuesto | 123 |
| 2.4. | | Proceso de laminación | 123 |
| 2.4.1. | | Condiciones de trabajo | 124 |
| | 2.4.1.1. | Ventilación | 124 |
| | 2.4.1.2. | Ergonomía | 125 |
| | 2.4.1.3. | Ruido | 126 |
| | 2.4.1.4. | Riesgos | 126 |
| | 2.4.1.5. | Equipo propuesto | 128 |
| 2.5. | | Proceso de corte | 128 |
| 2.5.1. | | Recolección de residuos | 129 |
| | 2.5.1.1. | Descripción | 129 |
| | 2.5.1.2. | Accesorio para recolección de residuos | 129 |
| 2.5.2. | | Condiciones de trabajo | 132 |
| | 2.5.2.1. | Ventilación | 132 |
| | 2.5.2.2. | Ergonomía | 134 |
| | 2.5.2.3. | Ruido | 136 |
| | 2.5.2.4. | Riesgos | 136 |
| | 2.5.2.5. | Equipo propuesto | 138 |
| 2.6. | | Proceso de bolseo-empaque | 138 |
| 2.6.1. | | Descripción del proceso..... | 138 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 2.6.1.1. | Métodos..... | 139 |
| 2.6.1.1.1. | Diagrama Hombre- Máquina..... | 139 |
| 2.6.1.1.2. | Tiempos productivos e improductivos..... | 142 |
| 2.6.1.1.3. | Ciclos del proceso | 142 |
| 2.6.1.1.4. | Preparación de máquina..... | 143 |
| 2.6.1.1.5. | Productividad | 143 |
| 2.6.2. | Recurso humano | 143 |
| 2.6.3. | Condiciones de trabajo | 144 |
| 2.6.3.1. | Ventilación | 144 |
| 2.6.3.2. | Ergonomía | 147 |
| 2.6.3.3. | Ruido | 148 |
| 2.6.3.4. | Riesgos | 148 |
| 2.6.3.5. | Equipo propuesto..... | 150 |
| 2.7. | Evaluación de resultados | 150 |
| 2.8. | Costos de la propuesta | 152 |
| 3. | FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE MATERIALES DE PRODUCCIÓN..... | 153 |
| 3.1. | Diagnóstico de la situación actual | 153 |
| 3.1.1. | Empaques flexibles | 154 |
| 3.1.1.1. | Registro del consumo actual de materiales de producción..... | 154 |
| 3.1.1.2. | Formato de control actual del consumo de materiales..... | 155 |
| 3.1.1.3. | Costos | 156 |

| | | |
|------|---|-----|
| 3.2. | Plan para la reducción del consumo de materiales de producción..... | 156 |
| 3.3. | Evaluación de resultados..... | 166 |
| 3.4. | Costos de la propuesta..... | 167 |
| 4. | FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN..... | 169 |
| 4.1. | Diagnóstico de necesidades de capacitación..... | 169 |
| 4.2. | Plan de capacitación..... | 171 |
| 4.3. | Análisis de resultados..... | 185 |
| 4.4. | Costos del plan..... | 188 |
| | CONCLUSIONES..... | 189 |
| | RECOMENDACIONES..... | 191 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 193 |
| | APÉNDICES..... | 195 |
| | ANEXOS..... | 199 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|---|-----|
| 1. | Organigrama de la empresa Envases y Sellos, S. A. | 2 |
| 2. | Diagrama de Flujo del método actual | 10 |
| 3. | Diagrama de recorrido del método actual..... | 15 |
| 4. | Diagrama Causa-Efecto de impresión..... | 17 |
| 5. | Formato toma de tiempos | 22 |
| 6. | Formato toma de tiempos, Área de Impresión..... | 23 |
| 7. | Tiempos cronometrados Área de Impresión..... | 24 |
| 8. | Formato factor de calificación..... | 25 |
| 9. | Diagrama Hombre-Máquina actual Área de Impresión..... | 30 |
| 10. | Diagrama Causa-Efecto Área de Laminación..... | 43 |
| 11. | Formato toma de tiempos Área de Laminación | 46 |
| 12. | Tiempos cronometrados Área de Laminación | 47 |
| 13. | Diagrama Hombre-Máquina actual Área de Laminación | 52 |
| 14. | Diagrama Causa-Efecto Área de Corte | 61 |
| 15. | Formato toma de tiempos Área de Corte | 64 |
| 16. | Tiempos cronometrados Área de Corte..... | 65 |
| 17. | Diagrama Hombre-Máquina actual Área de Corte..... | 70 |
| 18. | Diagrama Causa-Efecto de bolseo-empaque | 80 |
| 19. | Formato de estudio de tiempos de bolseo-empaque..... | 83 |
| 20. | Tiempos cronometrados de bolseo-empaque | 84 |
| 21. | Diagrama Hombre-Máquina actual Área de Bolseo-Empaque | 89 |
| 22. | Diagrama de Flujo propuesto | 98 |
| 23. | Diagrama de recorrido propuesto..... | 104 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 24. | Diagrama Hombre-Máquina propuesto Área de Impresión | 107 |
| 25. | Lupa de inspección: cuenta hilos | 114 |
| 26. | Severidad y frecuencia para cálculo de riesgo | 121 |
| 27. | Parámetros de decisión de riesgo..... | 121 |
| 28. | Matriz de riesgo de impresión | 122 |
| 29. | Matriz de riesgo de Laminación | 127 |
| 30. | Medidas de canasta de recolección de refill | 131 |
| 31. | Canasta de recolección de refill | 132 |
| 32. | Matriz de riesgo Área de Corte | 137 |
| 33. | Diagrama Hombre-Máquina propuesto Área de Bolseo-Empaque..... | 140 |
| 34. | Bosquejo instalación de extractores de aire vista lateral | 147 |
| 35. | Matriz de riesgo de Bolseo-Empaque | 149 |
| 36. | Diagrama de Causa y Efecto diagnóstico fase de investigación | 153 |
| 37. | Formato control de desperdicios..... | 159 |
| 38. | Control de desperdicios mes de junio | 162 |
| 39. | Gráfica de porcentajes de desperdicio por pedido. | 164 |
| 40. | Gráfica distribución de desperdicios | 165 |
| 41. | Diagrama de Causa-Efecto, diagnóstico fase de docencia | 169 |
| 42. | Plan de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales | 173 |
| 43. | Evaluación de la capacitación..... | 186 |

TABLAS

| | | |
|--------|---|-----|
| I. | Factor de calificación Área de Impresión..... | 26 |
| II. | Suplementos Área de Impresión | 27 |
| III. | Resumen Diagrama Hombre-Máquina de impresión..... | 35 |
| IV. | Estructura del material medido del Área de Impresión | 38 |
| V. | Factor de calificación Área de Laminación | 48 |
| VI. | Suplementos Área de Laminación..... | 49 |
| VII. | Resumen Diagrama Hombre-Máquina Área de Laminación..... | 54 |
| VIII. | Estructura de materiales medidos Área de Laminación..... | 56 |
| IX. | Factor de calificación Área de Corte..... | 66 |
| X. | Suplementos Área de Corte. | 67 |
| XI. | Tiempos productivos e improductivos Área de Corte | 74 |
| XII. | Estructura de materiales medidos Área de Corte | 76 |
| XIII. | Factor de calificación de Bolseo-Empaque..... | 85 |
| XIV. | Suplementos Área de Bolseo-Empaque..... | 86 |
| XV. | Tiempos productivos e improductivos de Bolseo-Empaque | 91 |
| XVI. | Estructura de Materiales medición Área de Bolseo-Empaque | 93 |
| XVII. | Tiempos productivos e improductivos método propuesto de impresión | 112 |
| XVIII. | Tiempos productivos e improductivos método propuesto Área de Bolseo-Empaque..... | 142 |
| XIX. | Costos de la propuesta fase de servicio técnico profesional | 152 |
| XX. | Costos diagnóstico fase de investigación | 156 |
| XXI. | Distribución de desperdicios..... | 163 |
| XXII. | Costos de la propuesta fase de investigación | 167 |
| XXIII. | Programación de capacitación | 171 |
| XXIV. | Costos de la propuesta fase de capacitación | 188 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|----------------------------|
| h | Altura |
| A | Área |
| Q | Caudal |
| d | Distancia |
| FC | Factor de calificación |
| Kg | Kilogramo |
| m | Metro |
| m/min | Metros por minuto |
| min | Minuto |
| BOPP | Polipropileno biorientado |
| % | Por ciento |
| s | Segundo |
| PET | Tereftalato de polietileno |
| TE | Tiempo estándar |
| TN | Tiempo normal |
| V | Volumen |

GLOSARIO

| | |
|------------------------------|--|
| Adhesión | Estado en el que dos superficies se mantienen juntas mediante fuerzas superficiales; la medida de resistencia con que un material se pega a otro. |
| Bobina | Rollo de papel continuo que emplean las rotativas. |
| Calidad | Conjunto completo de las características de un producto o servicio, a través del cual se cumplirán las expectativas del cliente. |
| Cliché | Tira de película fotográfica revelada, con imágenes negativas. |
| Diagrama de Flujo | Representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo. |
| Diagrama de recorrido | Representar gráficamente hechos, situaciones, la secuencia de rutinas simples, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos. |

| | |
|--------------------------|--|
| ENVASEAL | Envases y Sellos, S. A. |
| Ergonomía | Disciplina tecnológica que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador. |
| Formato | Colección de aspectos de forma y apariencia que se emplean para distinguir a una entidad de otra, en escenarios analógicos y digitales. |
| Matriz de riesgos | Constituye una herramienta de control y de gestión, normalmente utilizada para identificar las actividades de una empresa, el tipo y nivel de riesgos inherentes a estas actividades. |
| Optimización | Acción y efecto de optimizar, hace referencia a buscar la mejor manera de realizar una actividad. |
| Riesgo | Combinación de la frecuencia o probabilidad que puedan derivarse de la materialización de un peligro. |
| Rodillo anilox | Rodillo de acero grabado mecánicamente o por láser y cubierto con cromo utilizado en prensas flexográficas para controlar la película de tinta desde el rodillo de la fuente cubierto con película elastomérica hasta las planchas impresoras que imprimen la película. El volumen de tinta está |

afectado por el número de celdas por pulgada lineal, la dimensión de la celda y las paredes de la celda.

Solvente

Medio utilizado para disolver una sustancia.

Tensión

Control mecánico de embobinado y desembobinado del papel, película, foil y otros materiales almacenados en rollo o bobina. Esfuerzo ocasionado por una fuerza que opera en cualquier sentido: extensión, alargamiento, separación.

Tiempo estándar

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

RESUMEN

Las compañías de producción buscan mejoras continuas en los procesos para ser competitivas en el mercado y generar productos de alta calidad. Envases y Sellos ha tomado la iniciativa de determinar datos que representen cuantitativa y cualitativamente sus métodos en la producción. El polipropileno biorientado es un material importante en su producción, por lo que se pretende verificar el funcionamiento de sus operaciones, para poder llegar a la toma de decisiones con base a los datos recolectados.

Para empezar, es necesario ordenar todas las operaciones ejecutadas en la realización de los empaques flexibles, por eso se divide el proceso en elementos para que cada uno sea estudiado individualmente y luego en conjunto, así los datos podrán ser un buen punto de partida para la creación de soluciones.

Para lograr un crecimiento en el mercado se ha decidido elaborar un análisis de métodos; con el fin de proponer acciones para optimizar las operaciones y recursos buscando una mejora, además busca ser una herramienta de obtención de datos que ayuden a calcular disponibilidad y requerimientos en la programación de la producción.

El proyecto busca proponer mejoras en el proceso de conversión de flexibles del material polipropileno biorientado, para ello se crean nuevos métodos para beneficiar a los operarios y supervisores en su aporte al proceso, mejorando la productividad, requiriendo de la colaboración de todo el personal

para realizar tomas de datos de la manera adecuada, logrando así que representen mediciones reales.

OBJETIVOS

General

Optimizar el proceso de conversión del empaque flexible polipropileno biorientado, para mejorar las metodologías en las operaciones.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico situacional de los métodos actuales del proceso.
2. Documentar y analizar los métodos por medio de diagramas, el proceso de conversión del empaque flexible polipropileno biorientado.
3. Calcular y analizar los tiempos estándar del proceso.
4. Diseñar métodos que optimicen operaciones, estaciones de trabajo y se eliminen tiempos improductivos para incrementar la productividad de mano de obra y máquinas.
5. Crear e implementar técnicas que mejoren eficiencia en las tareas, calidad en los productos y condiciones de trabajo en las distintas áreas del proceso.
6. Diseñar un plan para reducir el consumo de materiales de producción que se generan en el proceso de conversión de empaques flexibles, aplicando principios de producción más limpia.

7. Diseñar un plan de capacitación al recurso humano en el Área de Producción.

INTRODUCCIÓN

La empresa Envases y Sellos, S. A. labora en la conversión de empaques flexibles, este producto posee una gran demanda, sobre todo por la variedad de materiales que se pueden trabajar, eso hace posible que distintas necesidades sean cubiertas dependiendo de los requerimientos del cliente.

La mayor parte de clientes son industrias que desean empacar productos, es por ello que los pedidos son masivos. Las entregas del producto pueden ser por bobinas o por unidad; si es por unidad se le entrega al cliente las bolsas listas para empacar el producto deseado, si es por bobina se entrega con base a un peso especificado.

En la fase de servicio técnico profesional se describe el proceso de la conversión del empaque flexible polipropileno biorientado y el análisis actual del proceso, de esa manera se crean nuevos métodos que generen mejoras en la planta.

En la fase de investigación se propone un plan de acción con el objetivo de minimizar las cantidades de desperdicios que se están generando al trabajar en las estaciones de trabajo.

En la fase de docencia se analiza la situación actual para obtener como resultado una serie de temas que el personal de la empresa tiene necesidad de adquirir o de reforzar conceptos que ya han sido tratados con anterioridad. Con base al análisis inicial se realiza un plan de capacitación, indicando las áreas de la empresa que deben recibirla, las personas encargadas, lugar, fecha y los

temas a tratar. De esa manera el personal aumentará conocimientos, se mejorará la actitud en las estaciones de trabajo y, por lo tanto, se logrará un mejor desenvolvimiento de trabajo.

1. INFORMACIÓN DE ENVASES Y SELLOS, S. A.

1.1. Descripción

“Es una empresa guatemalteca, convertidora de materiales de empaque flexible con una amplia variedad de productos para la vida diaria. Reconocidos en el mercado como líderes en tirajes cortos y rápidos, sirviendo a la industria y al comercio desde 1983”¹.

1.2. Visión

“Ser proveedores de empaques flexibles para la industria, comercio y agricultura nivel regional; basándonos en que los mismos brinden protección, presentación y calidad a cada producto”².

1.3. Misión

“Servir con calidad y prontitud a nuestros clientes con precios acordes al tipo de material, brindándoles atención y asesoría a efecto de que obtengan los mejores resultados”³.

¹ ENVASES Y SELLOS, S. A.: www.envaseal.com. Consulta: 4 de marzo de 2014.

² Ibid.

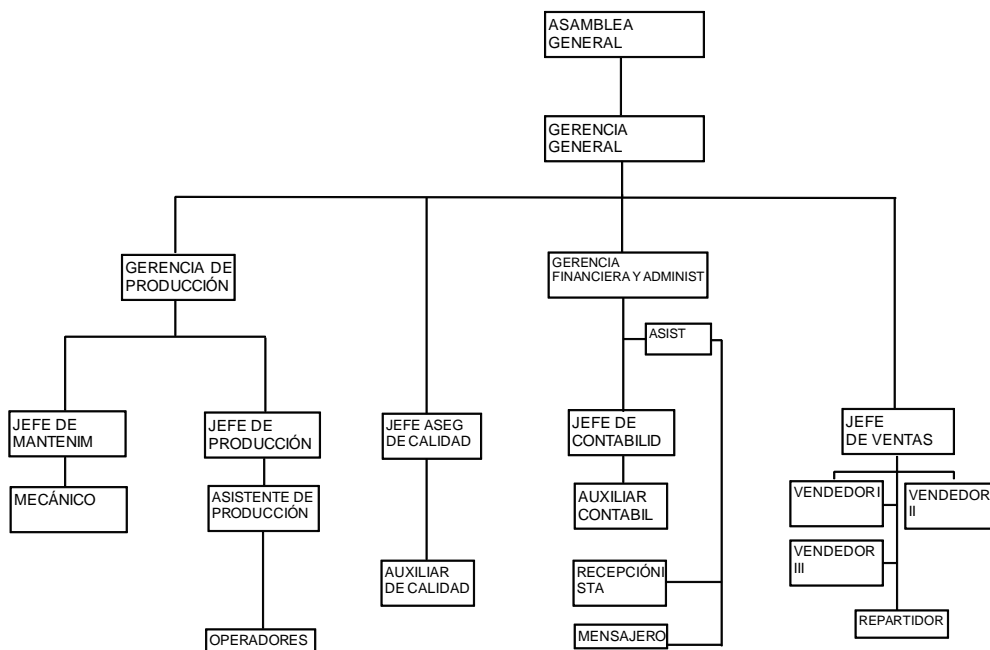
³ Ibid.

1.4. Estructura organizacional

Envases y Sellos, S. A. representa una organización de tipo funcional para ejecutar las actividades y alcanzar sus objetivos. Este tipo de organización ofrece actividades especializadas en cada una de las áreas.

La estructura organizacional es de tipo vertical y está conformada por una Asamblea General, gerente general, quienes encabezan la línea de mando en el orden mencionado. Se divide en 4 ramas: Producción, Calidad, Gerencia Financiera, Gerencia Administrativa y Ventas.

Figura 1. Organigrama de la empresa Envases y Sellos, S. A.



Fuente: Envases y Sellos, S. A.

1.5. Productos

Envases y Sellos, S. A. ofrece productos en bobinas, bolsas, tapas, pliegos y liners.

1.5.1. Bobinas

Se ofrece entregarlas al cliente listas para máquinas de formado y llenado automático, el material puede tener cualquiera de las estructuras básicas de laminación.

1.5.2. Monocapa

Empaque ideal para dulces, galletas, *snacks*, azúcar, tarjetas, bebidas para infusión, especias, helados, entre otros

- Laminación sencilla: ideal para harinas, cereales, *snacks*, fruta deshidratada, chocolates, dulces, galletas, café tostado y molido, productos farmacéuticos, entre otros.
- Trilaminadas: ideal para agroquímicos, fertilizantes, semillas, sustancias farmacéuticas, café tostado y molido al vacío, entre otros.

1.5.3. Bolsas

Existen diferentes opciones de bolsas ideales para empaclar los productos.

- Sello en el dorso y tres lados.
- Monocapa: ideal para dulces, galletas, *snacks*, azúcar, tarjetas, bebidas para infusión, especias, helados, entre otros.
- Laminación sencilla: empaque ideal para harinas, cereales, *snacks*, fruta deshidratada, chocolates, dulces, galletas, café tostado y molido, productos farmacéuticos, entre otros.
- Trilaminadas: empaque ideal para agroquímicos, fertilizantes, semillas, sustancias farmacéuticas, café tostado y molido al vacío, entre otros.

1.5.4. Tapas

Las tapas tipo gota son la solución para los empaques, dándole al producto una excelente barrera y protección mediante su adición al vaso. Ideales para gelatinas, lácteos, helados, dulces, entre otros.

1.5.5. Pliegos

Los pliegos de papel antigrasa son ideales para la industria de alimentos. Ofreciendo una mejor presentación de las marcas dentro de los restaurantes, *coffee shops*, cafeterías, locales, kioskos y en cualquier negocio en donde desee hacer resaltar su marca.

1.5.6. Liners

Son funcionales y dan una excelente protección para los productos, garantizando la durabilidad del contenido, evitando fugas o daños que pueda causar la boca del envase.

- Sellos de *foil-poly* delgado y grueso: para productos farmacéuticos y agroquímicos.
- Sellos de inducción polietileno: para aceites y lubricantes y productos alimenticios.
- Sellos de inducción polietileno con válvula: ofrece liberación de gases.
- Sellos de inducción pet: para agroquímicos.
- Sello triseal: polioyo o de arandela.
- Sello foilcast: para envases de polipropileno.
- Sello foillaca: para envases de poliéster y pvc.
- Sello *wax-foil-poly*: para consomés, mayonesas, especias, entre otros.
- Sello *wax-foil-laca*: para envases pet.”

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DEL EMPAQUE FLEXIBLE POLIPROPILENO BIORIENTADO

2.1. Diagnóstico de la situación actual

El diagnóstico se enfoca en la situación actual del Departamento de Producción y en el proceso de conversión del empaque flexible polipropileno biorientado.

2.1.1. Proceso de conversión del empaque flexible polipropileno biorientado

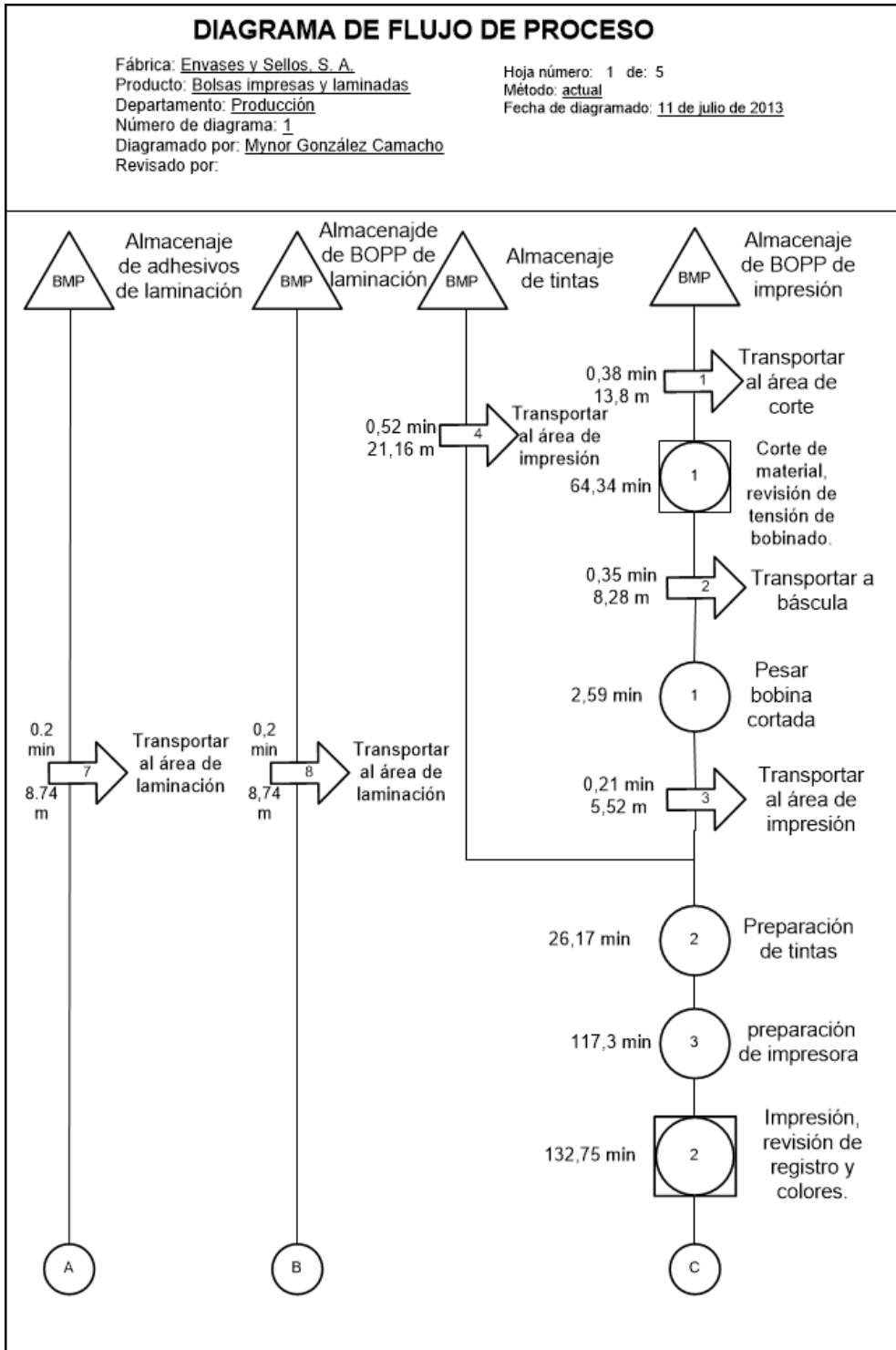
- Se extrae de la bodega de materia prima una bobina para el Área de Corte, el operador prepara la máquina y arranca para realizar el proceso de corte, dándole a la bobina las medidas requeridas para impresión, luego de cortar el material se traslada a la báscula y se pesa. Se pasa al Área de Impresión.
- Impresión recibe dos materiales: la bobina que viene del Área de Corte y las tintas de la bodega de materia prima. El operador prepara las tintas, luego la máquina, realizándole todos los ajustes necesarios para tener colores y registros óptimos. Se realiza el proceso de impresión; mientras se imprime, el operario verifica los tonos de los colores y el registro. Al finalizar la impresión se extrae una muestra de la bobina para asegurarse que cuenta con las políticas de calidad. La bobina impresa es trasladada a la báscula para ser pesada. Se traslada al Área de Laminación.

- Laminación recibe tres materiales: la bobina que viene de impresión, los adhesivos y la bobina de laminación que vienen de la bodega de materia prima. El operador prepara los adhesivos, luego la máquina, realizándole todos los ajustes necesarios para que la tensión del material sea la adecuada. Se realiza el proceso de laminación; mientras se lamina, el operario verifica que la tensión del material se mantenga en buenas condiciones a lo largo de todo el proceso. Al finalizar la laminación se extrae una muestra de la bobina para verificar la adhesión de los materiales. La bobina laminada es trasladada a la báscula para ser pesada. Se traslada al Área de Corte.
- El Área de Corte recibe el material laminado, se prepara la máquina y arranca para realizar el proceso de corte dándole a la bobina las medidas requeridas para la realización de bolsas. Mientras se corta el material, el operario verifica que este no tenga defectos de impresión o de laminación. Al terminar el corte se traslada a la báscula y se pesa. Se traslada al Área de Bolseo-Empaque.
- Bolseo-Empaque recibe la bobina cortada, el operario prepara un nuevo molde para la formación de la bolsa y prepara la máquina. Se realiza el proceso de bolseo, mientras, el operario verifica que las medidas de bolsa sean las adecuadas, además empaca las bolsas cada cierto número de unidades dependiendo del pedido. Las bolsas empacadas son trasladadas a la báscula donde se pesan y etiquetan, luego son trasladadas a la bodega de materia prima.

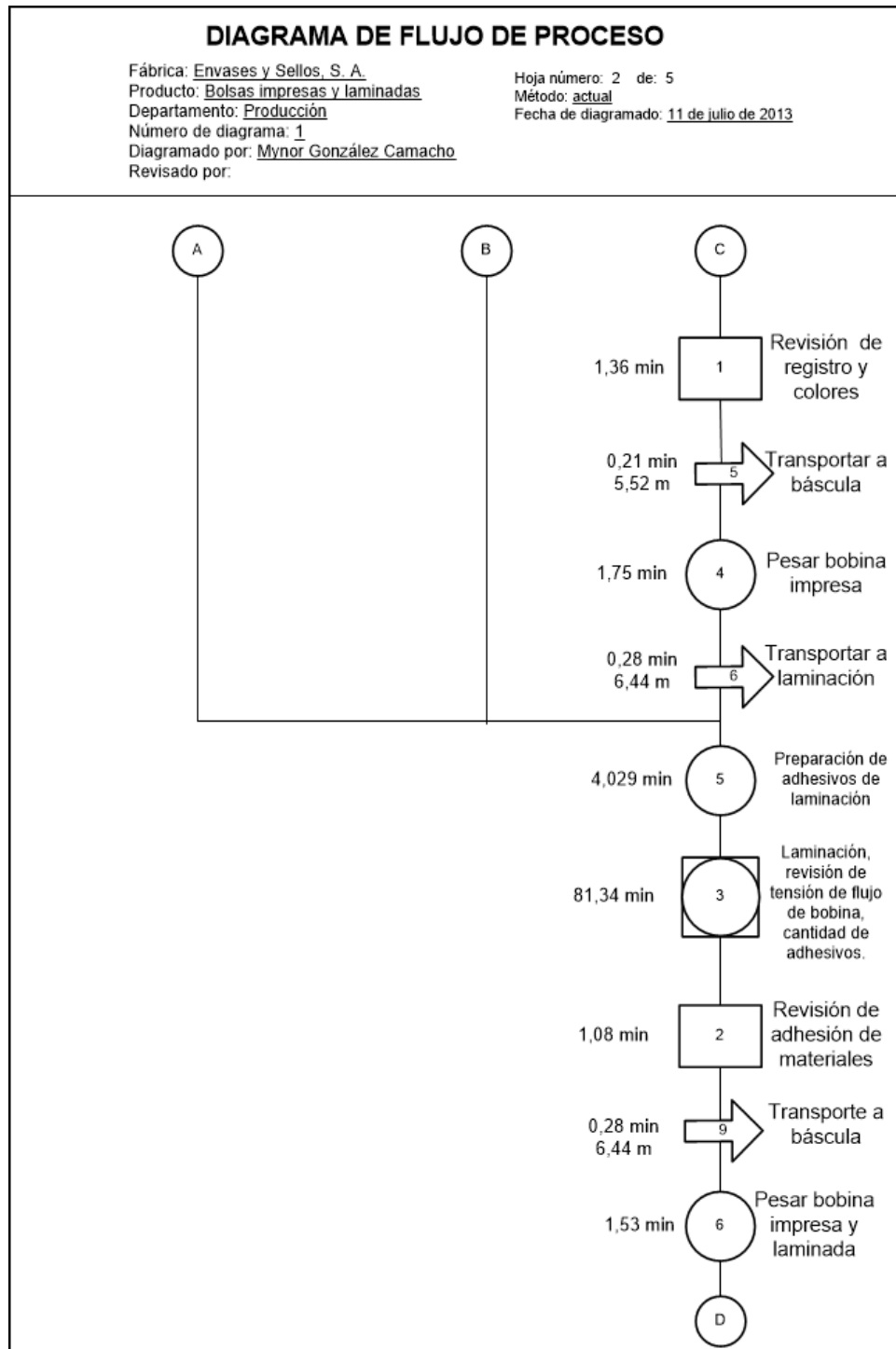
2.1.1.1. Diagrama de Flujo

El proceso de conversión del empaque flexible polipropileno biorientado presenta los productos como bolsas impresas laminadas. Este proceso se representa en el diagrama que se muestra en la figura 2.

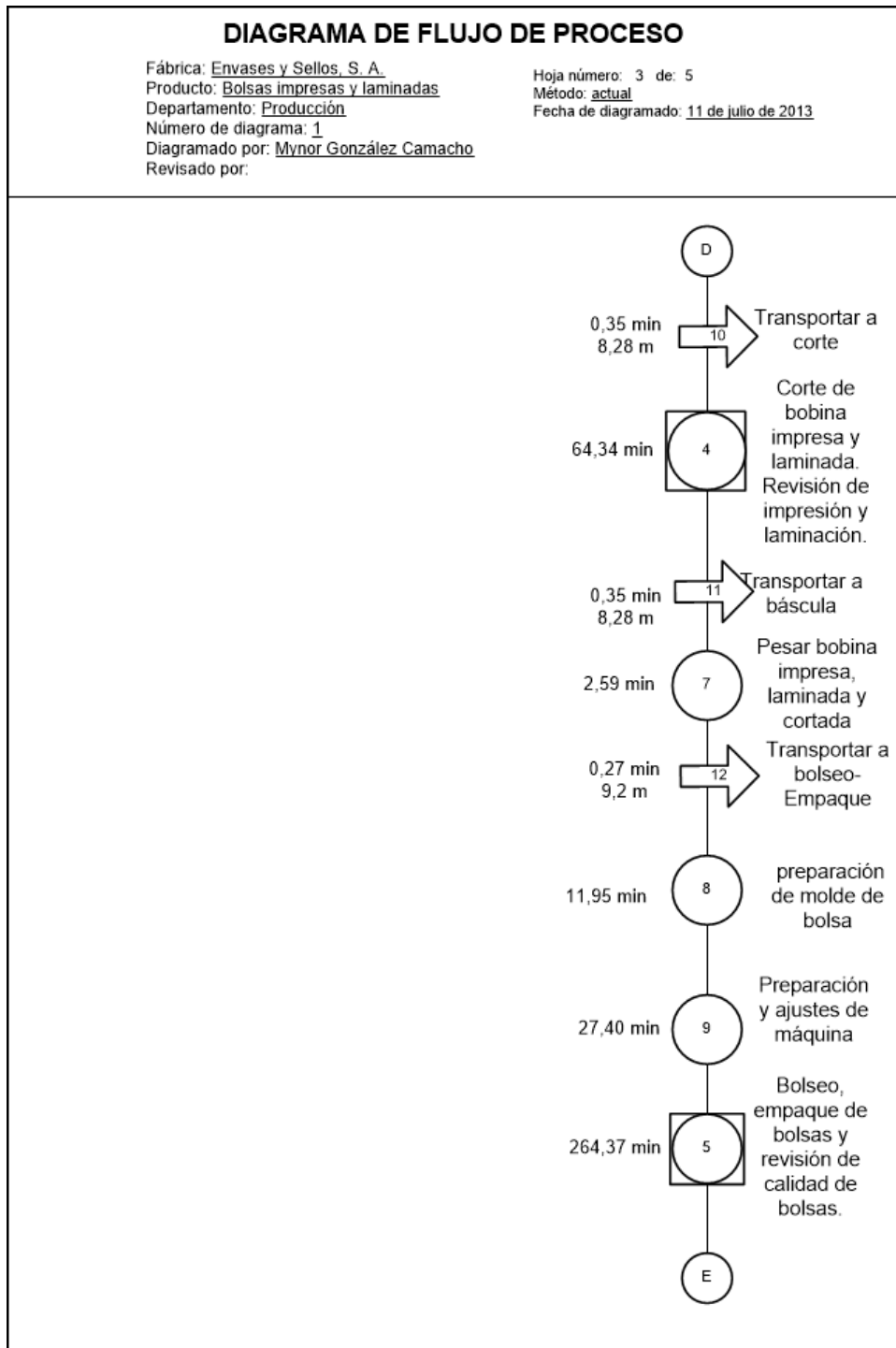
Figura 2. Diagrama de Flujo del método actual



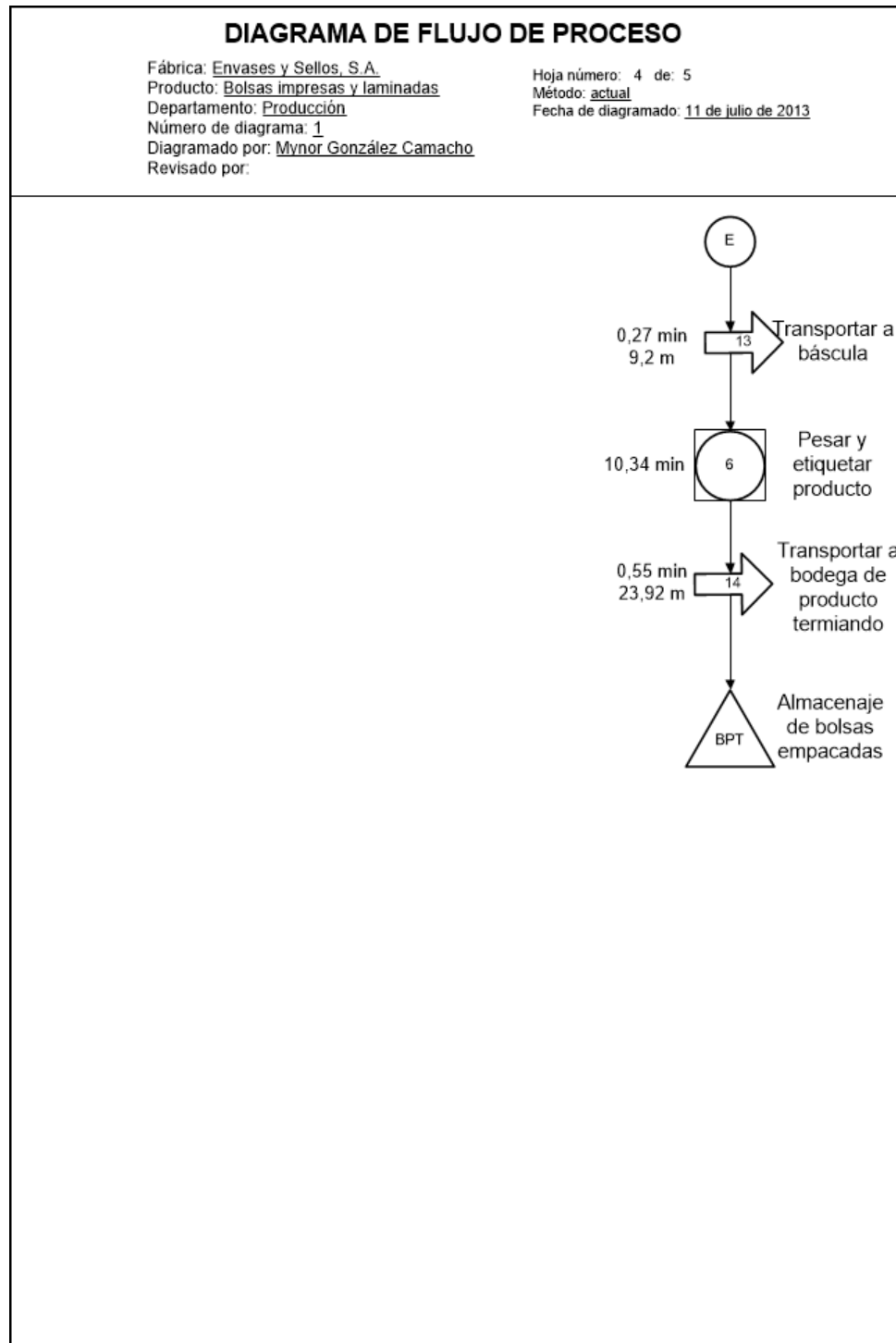
Continuación de la figura 2.



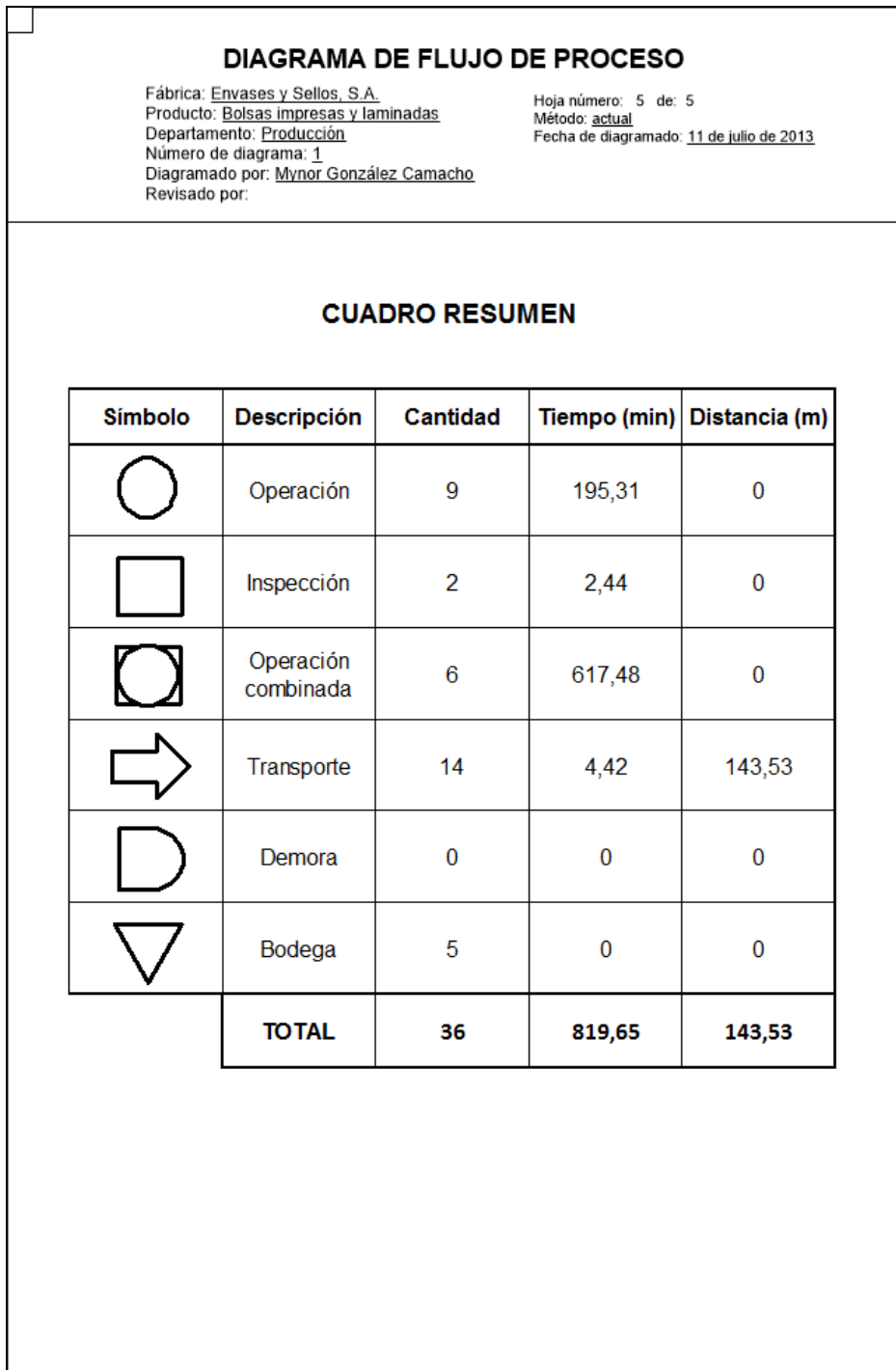
Continuación de la figura 2.



Continuación de la figura 2.



Continuación de la figura 2.



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.1. Descripción del área

En el Área de Impresión se encuentran cuatro impresoras de tipo flexográficas, este tipo de impresión es ideal para los plásticos, el material polipropileno biorientado se adapta totalmente a la tinta, después que el material ha pasado por un proceso de tratado llamado extrusión.

El sistema de impresión utiliza tintas líquidas que tienen contacto con el material por medio de planchas cilíndricas llamadas clichés, hechas de material de hule. Es ahí donde están instalados los sellos que se llenan de tinta por medio del rodillo anilox y están constantemente girando para poder transferirlo al plástico. Cada cliché contiene un color, eso quiere decir que, para imprimir un diseño de 3 colores debe pasar por 3 clichés. En la empresa hay impresoras de 3, 5 y 8 colores. Dependiendo de los pedidos y de las especificaciones de los clientes se toma la decisión sobre la máquina que debe usarse, tomando en cuenta los colores que deben prepararse y los que deben instalarse en la máquina. Además, las impresoras tienen distintos rendimientos; variedad en productividad y ancho máximo de bobina.

La aplicación de la flexografía se ve con frecuencia en envases. Es una impresión ideal para películas plásticas como el polipropileno biorientado. Es importante la calibración de las máquinas de impresión, ya que pueden haber variaciones en el registro o pérdida de tonalidad en los colores, eso atenta contra la calidad del producto final y puede traer problemas con los clientes.

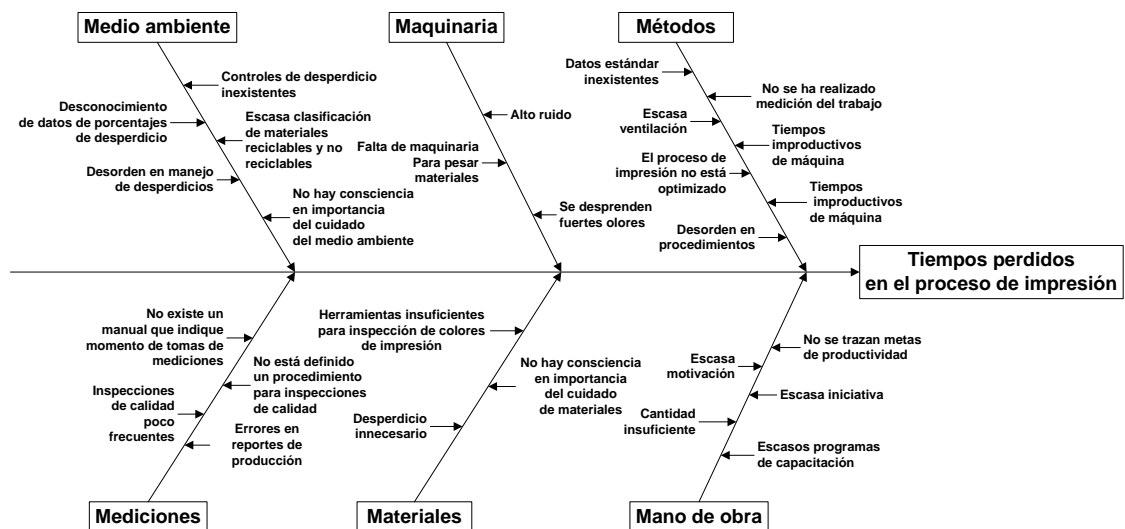
En el ancho del diseño, al final se imprime una línea guía, esta se realiza con el objetivo de que la máquina cortadora identifique fácilmente la línea donde se realiza el corte con las medidas correctas. Además se imprime una fotocelda, generalmente es un cuadro pequeño color negro, que se realiza con

el objetivo que la máquina borseadora identifique ese punto como guía para la altura de cada bolsa.

2.1.2.2. Diagrama Causa-Efecto

A continuación se representa el Diagrama Causa-Efecto del Departamento de Impresión.

Figura 4. Diagrama Causa-Efecto de Impresión



Fuente: elaboración propia.

El problema generado en Impresión es la mala gestión de operaciones en el área. El efecto es el tiempo que se está perdiendo a lo largo del proceso. Luego de clasificar las causas según los métodos, mano de obra, maquinaria, materiales, mediciones y medio ambiente se llegó a la conclusión que la causa raíz del problema se encuentra en los métodos, y que el proceso de impresión no está optimizado. Un proceso no optimizado genera grandes pérdidas de

tiempo y atrasos en los procesos de producción al planificarlos, ejecutarlos y controlarlos.

2.1.2.3. Estudio de tiempos

A continuación se realiza un estudio de tiempos en el Departamento de Impresión.

2.1.2.3.1. Número de ciclos a estudiar

Para realizar estudio de tiempos es necesario concretar el número correcto de ciclos que se debe estudiar para luego cronometrarlos, se tomó en cuenta la el criterio de General Electric representado en anexo 1. El tiempo de ciclo es mayor a 40 minutos, por lo tanto, según la tabla el número indicado de ciclos que se debe estudiar es de 3.

2.1.2.3.2. División de la operación en elementos

El proceso de impresión se dividió en elementos para estudiar las características y el comportamiento de cada uno de ellos en el sistema de operaciones. Los elementos son los siguientes:

- Limpiar bandejas de tinta: consiste en limpiar las bandejas que bombean la tinta a los rodillos de impresión, debido a que se agregarán nuevos colores.

- Limpiar rodillos: actividad que consiste en limpiar los rodillos de caucho, debido a que, por el trabajo anterior están cargados de tinta y deben ser limpiados para bombearse un nuevo color.
- Preparación de tintas: consiste en preparar la mezcla de tintas para que resulte el tono que requiere el cliente, esto aplica para tintas que no son colores básicos.
- Agregar tintas: añadir las nuevas tintas de impresión a las bandejas que con anterioridad se habían limpiado.
- Desmontar portaclichés: para que un nuevo diseño sea impreso es necesario cambiar los sellos de impresión o clichés, que están incrustados en el rodillo portaclichés. Es por ello que se descarga de la máquina.
- Remover sellos de portaclichés: actividad donde se desalojan los sellos o clichés del pedido anterior.
- Instalar sellos en portaclichés: colocar los nuevos sellos o clichés en los rodillos portaclichés que llevan el nuevo diseño que se va a imprimir.
- Montar portaclichés: se instalan los rodillos portaclichés en la máquina con los nuevos sellos o clichés de impresión.
- Ordenar estación de trabajo: antes de empezar a imprimir la estación de trabajo se ordena y se limpia para evitar retrasos innecesarios.

- Ajustar rodillos: el operario calibra los rodillos para que la tensión del material sea la adecuada. Se registran y sincronizan los rodillos para una impresión eficiente y de buena calidad.
- Pruebas y ajustes de registro y color: se arranca la máquina para realizar pruebas de impresión, donde el operario realiza ajustes en cada rodillo para que los registros sean los adecuados, además se verifica que el color de impresión sea el requerido por el cliente.
- Inspección de registro y color: se saca una muestra para verificar si los tonos de colores de impresión son los requeridos por el cliente.
- Ajustes de registro y color: después de la inspección se realizan ajustes para alcanzar un color y registro óptimos, para ello el operario realiza ajustes en los colores, agregándole tintas que ayuden a llegar al tono requerido y calibrando los rodillos para ajustar el registro.
- Montar bobina en bobinador y empalmar: se instala la bobina de material del pedido en el bobinador para empezar la impresión.
- Montar buje de cartón en desbobinador y empalmar: se instala el buje de cartón en desbobinador, que es donde resultará la bobina impresa al final del proceso.
- Impresión: la máquina trabaja la impresión y el operario verifica que el registro y los colores se mantengan óptimos.
- Inspección final: se saca una muestra de la bobina impresa para verificar que sea de calidad y aprobada para el siguiente proceso.

- Descarga de bobina impresa: se descarga la bobina de la máquina para llevarla al siguiente proceso.
- Pesar bobina: pesar y se rotular la bobina en la báscula.

2.1.2.3.3. Formato para toma de tiempos

Se realizó el diseño de un formato para cronometrar los tiempos tomando en cuenta cada uno de los elementos antes divididos. El formato consiste en una hoja que cuenta con un encabezado donde se escriben los siguientes datos: fecha del estudio, número de personas que trabajan en el proceso, departamento, la operación que se realiza, el operador, código de la máquina, la hora del estudio, nombre de la empresa, método, si es el actual o el propuesto y el nombre del analista.

En la parte de abajo se encuentra la tabla donde se anotan los tiempos cronometrados. La primer columna representa una enumeración, es decir, el número de elementos; en la segunda se escriben cada uno de los elementos por los que está dividido el proceso.

Las siguientes columnas representan la medición de cada uno de los ciclos de uno a tres. Cada una de estas columnas cuenta con celdas para ingresar los tiempos cronometrados de cada elemento en horas, minutos y segundos según el tiempo en que se realice cada elemento. Luego un espacio para colocar el total de cada ciclo.

Por último están las columnas que representan los promedios de los tres ciclos por cada elemento, calculando una sumatoria de tiempos promediados

para encontrar el total de tiempo cronometrado del proceso. El formato para la toma de tiempos es la figura 5.

Figura 5. **Formato toma de tiempos**

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-----------------------------------|--|--|----------|--|--|----------|--|--|-----------------|-----------|--|
| Núm. de personas: | | HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | | | | | | Método: | |
| Departamento: | | Hora: | | | | | | | | | | Analista: | |
| Operación: | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: | | | | | | | | | | | | | |
| Código de máquina: | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | | | 2 | | | 3 | | | PROMEDIO | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | TOTAL | | |

Fuente: elaboración propia.

El formato de estudio de tiempos para el Área de Impresión se describe en la figura 6.

Figura 6. Formato toma de tiempos, Área de Impresión

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|---|-----------------------------------|---|------|---|------------------------------------|---|------|---|-----------|----------|---------|
| Fecha de estudio: 7/5/2013 | | | | Hoja: 1/1 | | | | Envases y Sellos, S. A. | | | | | | |
| No. de personas: 1 | | | | HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | Método: Actual | | | | | | |
| Departamento: Producción | | | | Hora: 8:00 AM | | | | Analista: Mynor Alejandro González | | | | | | |
| Operación: IMPRESIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: Conrado Sipaque | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de máquina: IMP04 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | PROMEDIO | |
| ELEMENTOS | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | Segundos | Minutos |
| Limpiar bandejas de tinta (5 bandejas) | | | | | | | | | | | | | | |
| Limpiar rodillos | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación de tintas (5 colores) | | | | | | | | | | | | | | |
| Agregar tintas (5 colores) | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmontar portaclichés | | | | | | | | | | | | | | |
| Remover sellos de portaclichés | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalar sellos en portaclichés | | | | | | | | | | | | | | |
| Montar portaclichés | | | | | | | | | | | | | | |
| Ordenar estación de trabajo | | | | | | | | | | | | | | |
| Ajustar rodillos | | | | | | | | | | | | | | |
| Pruebas y ajustes de registro y color | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspección de registro y color | | | | | | | | | | | | | | |
| Ajustes de registro y color | | | | | | | | | | | | | | |
| Montar bobina en bobinador | | | | | | | | | | | | | | |
| Montar buje de cartón en desbobinador | | | | | | | | | | | | | | |
| Impresión | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspección final | | | | | | | | | | | | | | |
| Descarga de bobina impresa | | | | | | | | | | | | | | |
| Pesar bobina | | | | | | | | | | | | | | |
| | TOTAL | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.3.4. Tiempos cronometrados

Se realizó la toma de tiempos con el uso de un cronómetro y por medio del método continuo de lectura de reloj. El resultado de los tiempos cronometrados actuales se representa en la figura 7, que muestra la hoja de estudio de tiempos.

Figura 7. **Tiempos cronometrados Área de Impresión**

| Fecha de estudio: 7/5/2013 | | | | Hoja: 1/1 | | | | Envases y Sellos, S. A. | | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|-------|-----------------------------------|---|------|-------|------------------------------------|---|----------|-------|-----------|---------------|---------|
| No. de personas: 1 | | | | HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | Método: Actual | | | | | | |
| Departamento: Producción | | | | Hora: 8:00 AM | | | | Analista: Mynor Alejandro González | | | | | | |
| Operación: IMPRESIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: Conrado Sipaque | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de máquina: IMP04 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | 2 | | | 3 | | | PROMEDIO | | | | |
| ELEMENTOS | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | Segundos | Minutos |
| Limpia bandejas de tinta (5 bandejas) | 0 | 2 | 32,76 | 152,76 | 0 | 3 | 12,45 | 192,45 | 0 | 2 | 14,67 | 134,67 | 159,96 | 2,67 |
| Limpia rodillos | 0 | 3 | 40,34 | 220,34 | 0 | 2 | 34,56 | 154,56 | 0 | 3 | 13,58 | 193,58 | 189,49 | 3,16 |
| Preparación de tintas (5 colores) | 0 | 21 | 20,4 | 1280,4 | 0 | 27 | 14,7 | 1634,7 | 0 | 29 | 56,78 | 1796,78 | 1570,63 | 26,18 |
| Agregar tintas (5 colores) | 0 | 4 | 21,23 | 261,23 | 0 | 3 | 28,98 | 208,98 | 0 | 4 | 58,32 | 298,32 | 256,18 | 4,27 |
| Desmontar portaclichés | 0 | 4 | 15,45 | 255,45 | 0 | 3 | 51 | 231 | 0 | 2 | 34,44 | 154,44 | 213,63 | 3,56 |
| Remover sellos de portaclichés | 0 | 3 | 52,84 | 232,84 | 0 | 4 | 56,16 | 296,16 | 0 | 7 | 13,65 | 433,65 | 320,88 | 5,35 |
| Instalar sellos en portaclichés | 0 | 36 | 23,04 | 2183,04 | 0 | 56 | 21,28 | 3381,28 | 0 | 40 | 2,98 | 2402,98 | 2655,77 | 44,26 |
| Montar portaclichés | 0 | 1 | 56,04 | 116,04 | 0 | 1 | 53,01 | 113,01 | 0 | 3 | 34,76 | 214,76 | 147,94 | 2,47 |
| Ordenar estación de trabajo | 0 | 2 | 38,89 | 158,89 | 0 | 3 | 15,87 | 195,87 | 0 | 2 | 56,23 | 176,23 | 177,00 | 2,95 |
| Ajustar rodillos | 0 | 6 | 50,71 | 410,71 | 0 | 7 | 16,45 | 436,45 | 0 | 5 | 15,56 | 315,56 | 387,57 | 6,46 |
| Pruebas y ajustes de registro y color | 0 | 23 | 47,29 | 1427,29 | 0 | 25 | 68,51 | 1568,51 | 0 | 28 | 12,32 | 1692,32 | 1562,71 | 26,05 |
| Inspección de registro y color | 0 | 2 | 26,48 | 146,48 | 0 | 12 | 12,27 | 732,27 | 0 | 3 | 34,72 | 214,72 | 364,49 | 6,07 |
| Ajustes de registro y color | 0 | 6 | 38,65 | 398,65 | 0 | 4 | 52,58 | 292,58 | 0 | 8 | 31 | 511 | 400,74 | 6,68 |
| Montar bobina en bobinador | 0 | 1 | 12,54 | 72,54 | 0 | 0 | 56,01 | 56,01 | 0 | 1 | 23,19 | 83,19 | 70,58 | 1,18 |
| Montar buje de cartón en desbobinador | 0 | 0 | 47,46 | 47,46 | 0 | 0 | 34,12 | 34,12 | 0 | 0 | 46,56 | 46,56 | 42,71 | 0,71 |
| Impresión | 2 | 9 | 30,01 | 7770,01 | 2 | 11 | 54,32 | 7914,32 | 2 | 12 | 23,12 | 7943,12 | 7875,82 | 131,26 |
| Inspección final | 0 | 1 | 6,42 | 66,42 | 0 | 1 | 45,76 | 105,76 | 0 | 1 | 12,67 | 72,67 | 81,62 | 1,36 |
| Descarga de bobina impresa | 0 | 1 | 23,14 | 83,14 | 0 | 1 | 12,56 | 72,56 | 0 | 1 | 49,62 | 109,62 | 88,44 | 1,47 |
| Pesar bobina | 0 | 1 | 4,99 | 64,99 | 0 | 2 | 12,45 | 132,45 | 0 | 1 | 58,56 | 118,56 | 105,33 | 1,76 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 277,86 | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.3.5. Factor de calificación

Para evaluar el factor de calificación se hizo el siguiente procedimiento:

- Diseño de un formato para evaluar el factor de calificación de cada operario que contiene: fecha, operación, nombre del operario, evaluación de habilidad, evaluación de consistencia y evaluación del esfuerzo según

el criterio de la persona que realiza la evaluación. La hoja, además indica el puesto de trabajo del evaluador y su firma.

Al encargado de evaluar el factor de calificación se le presentó la tabla representada en el anexo 2, este es el criterio Westin House para cálculo de factor de calificación que indica el concepto de habilidad, esfuerzo y consistencia. De esta manera, el evaluador pudo relacionar el formato de factor de calificación con las capacidades del personal y poderles asignarle un valor cuantitativo con base a su experiencia. El diseño se muestra en la figura 8.

Figura 8. **Formato factor de calificación**

| EVALUACIÓN FACTOR DE CALIFICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------------------|------------------|--|--------------------|-------|------------|--------------------------|---|-----------|--------------------------|---|-------|--------------------------|---|-------|--------------------------|---|---------|--------------------------|---|------|--------------------------|---|-------|--------------------------|--------------|--|--|---|-------|--------------------------|---|-------|--------------------------|---|------|--------------------------|----------|--|--|---|----------|--------------------------|---|-----------|--------------------------|---|-------|--------------------------|---|-------|--------------------------|---|---------|--------------------------|---|------|--------------------------|---|-------|--------------------------|
| Fecha: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operario: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Habilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>Habilísimo</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>B</td><td>Excelente</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>C</td><td>Bueno</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>D</td><td>Medio</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>E</td><td>Regular</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>F</td><td>Malo</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>G</td><td>Torpe</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Consistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>Buena</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>B</td><td>Media</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>C</td><td>Mala</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="display: inline-table;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Esfuerzo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>Excesivo</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>B</td><td>Excelente</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>C</td><td>Bueno</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>D</td><td>Medio</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>E</td><td>Regular</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>F</td><td>Malo</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>G</td><td>Torpe</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table> | | | Habilidad | | | A | Habilísimo | <input type="checkbox"/> | B | Excelente | <input type="checkbox"/> | C | Bueno | <input type="checkbox"/> | D | Medio | <input type="checkbox"/> | E | Regular | <input type="checkbox"/> | F | Malo | <input type="checkbox"/> | G | Torpe | <input type="checkbox"/> | Consistencia | | | A | Buena | <input type="checkbox"/> | B | Media | <input type="checkbox"/> | C | Mala | <input type="checkbox"/> | Esfuerzo | | | A | Excesivo | <input type="checkbox"/> | B | Excelente | <input type="checkbox"/> | C | Bueno | <input type="checkbox"/> | D | Medio | <input type="checkbox"/> | E | Regular | <input type="checkbox"/> | F | Malo | <input type="checkbox"/> | G | Torpe | <input type="checkbox"/> |
| Habilidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | Habilísimo | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | Excelente | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | Bueno | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | Medio | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Consistencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | Buena | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | Media | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | Mala | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esfuerzo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | Excesivo | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | Excelente | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | Bueno | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | Medio | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">EVALUADOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 60%;">PUESTO DE TRABAJO:</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>FIRMA:</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table> | | | EVALUADOR | | PUESTO DE TRABAJO: | _____ | FIRMA: | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EVALUADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PUESTO DE TRABAJO: | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FIRMA: | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

El supervisor de la planta realizó la evaluación según su criterio, colocó su firma y entregó los formatos llenos.

Los resultados de la evaluación del Área de Impresión se compararon con la tabla comparativa del criterio Westin House, apéndice 1. El resultado se muestra en la tabla I.

Tabla I. **Factor de calificación Área de Impresión**

| | | |
|---------------------|-------|-------|
| Habilidad | C | +0,05 |
| Consistencia | B | 0,00 |
| Esfuerzo | D | 0,00 |
| Condiciones | B | 0,00 |
| | TOTAL | 0,05 |
| | FC | 1,05 |

Fuente: elaboración propia.

El factor de calificación es 1,05

Con el factor de calificación se procede a calcular el tiempo normal, representado como "TN". Se calcula con la siguiente fórmula:

$$TN = \text{tiempo cronometrado} * \text{factor de calificación}$$

$$TN = (277,86) (1,05) = 291,75$$

2.1.2.3.6. Determinación de suplementos

Para determinar el valor de los suplementos se tomó en cuenta la tabla denominada: “Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales” (anexo 3).

Se asignaron los valores según inspecciones en la planta mientras se realiza el proceso. Los resultados se representan en la tabla II.

Tabla II. **Suplementos Área de Impresión**

| SUPLEMENTOS | % |
|--|----------|
| 1. Suplementos constantes | |
| Suplementos por necesidades personales | 5 |
| Suplementos base por fatiga | 4 |
| 2. Suplementos variables | |
| A. Suplemento por trabajar de pie | 2 |
| B. Suplemento por postura anormal | |
| Ligeramente incómoda | 0 |
| F. Concentración intensa | |
| Trabajos de gran precisión | 5 |
| G. Ruido | |
| Intermitente y fuerte | 2 |
| H. Tensión mental | |
| Proceso bastante complejo | 1 |

Continuación de la tabla II.

| | |
|-------------------------------|-----------|
| I. Monotonía | |
| Trabajo algo monótono | 0 |
| TOTAL | |
| Suplementos constantes | 9 |
| Suplementos variables | 10 |
| Total suplementos | 19 |

Fuente: elaboración propia.

El total de suplementos en el área de impresión es de 19 por ciento. Los suplementos y el tiempo normal será de gran utilidad para calcular el tiempo estándar.

2.1.2.3.7. Tiempo estándar

El tiempo estándar se calculó con base en los ciclos que serán descritos en los ciclos del proceso en el estudio de métodos.

La fórmula utilizada para el cálculo del tiempo estándar es la siguiente:

$$TE = TN (1 + \text{Suplementos})$$

Siendo:

TE= tiempo estándar

TN= tiempo normal

Tomando en cuenta la fórmula y con los datos calculados anteriormente se calculó el tiempo estándar del ciclo 1.

$$TE = 291,75 (1 + \text{suplementos})$$

$$TE = 291,75 (1,19)$$

$$TE = 347,18 \text{ minutos}$$

El tiempo estándar del ciclo 1 de impresión es de 347,18 minutos.

2.1.2.4. Estudio de métodos

El estudio de métodos pretende analizar cada elemento del proceso relacionado con la máquina utilizada para obtener los tiempos productivos e improductivos de la máquina y del operario.

2.1.2.4.1. Diagrama Hombre-Máquina

Este diagrama representa los tiempos productivos e improductivos de la máquina y el tiempo de acción del operario, el mismo se muestra en la figura 9.

Figura 9. **Diagrama Hombre-Máquina actual Área de Impresión**

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: impresión

Página número: 1

de: 5

Código máquina: IMP04

Fecha: 12 de mayo de 2013

Departamento: Producción

Método: actual

Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. |
|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| Descargar bobina | 1,47 | Descargar bobina | 1,47 |
| Pesar bobina | 1,76 | | |
| Limpiar bandejas de tinta | 2,67 | Limpiar bandejas de tinta | 2,67 |
| Limpieza de rodillos | 3,16 | Limpieza de rodillos | 3,16 |
| Preparación de tintas | 26,18 | | |
| Desmontar portaclichés | 3,56 | Desmontar portaclichés | 3,56 |

Continuación de la figura 9.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: impresión
Código máquina: IMP04
Departamento: Producción

Página número: 2 de: 5
Fecha: 12 de mayo de 2013
Método: actual
Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. |
|---------------------------------|-------------|-----------------|-------------|
| Remover sellos de portaclichés | 5,35 | | |
| Instalar sellos en portaclichés | 44,26 | | |

Continuación de la figura 9.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: impresión
 Código máquina: IMP04
 Departamento: Producción

Página número: 3 de: 5
 Fecha: 12 de mayo de 2013
 Método: actual
 Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. |
|---------------------------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | |
| Montar portaclichés | 2,47 | Montar Portaclichés | 2,47 |
| Agregar tintas | 4,27 | Agregar tintas | 4,27 |
| Ordenar estación de trabajo | 2,95 | | |
| Ajustar rodillos | 6,46 | Arranque de máquina | 6,46 |
| Pruebas y ajustes de registro y color | 26,045 | Impresión de prueba | 26,045 |

Continuación de la figura 9.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: impresión
 Código máquina: IMP04
 Departamento: Producción

Página número: 4 de: 5
 Fecha: 12 de mayo de 2013
 Método: actual
 Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. |
|--|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | |
| Inspección de registro y color | 6,07 | | |
| Ajustes | 6,68 | Ajustes | 6,68 |
| Montaje de bobina | 1,18 | Montaje de bobina | 1,18 |
| Montaje de buje de cartón | 0,71 | Montaje de buje de cartón | 0,71 |
| Revisión de registro, colores y material | 131,26 | Impresión | 131,26 |

Continuación de la figura 9.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: impresión

Página número: 5

de: 5

Código máquina: IMP04

Fecha: 12 de mayo de 2013

Departamento: Producción

Método: actual

Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. |
|--|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | |
| | | | |
| Inspección final | 1,36 | | |
| Descarga de bobina | 1,47 | Descarga de bobina | 1,47 |
| Pesar bobina | 1,76 | | |
| Montaje de bobina | 1,18 | Montaje de bobina | 1,18 |
| Montaje de buje de cartón | 0,71 | Montaje de buje de cartón | 0,71 |
| Revisión de registro, colores y material | 131,26 | Impresión | 131,26 |
| | | | |
| | | | |
| Inspección final | 1,36 | | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.4.2. Tiempos productivos e improductivos

Los resultados del Diagrama Hombre-Máquina se resumen en la tabla III.

Tabla III. **Resumen Diagrama Hombre-Máquina de Impresión**

| Método: Actual | | Hombre | Máquina | |
|----------------|-----------------|--------|-------------|-------|
| Ciclo | Tiempo de ciclo | Acción | Utilización | Ocio |
| 1 | 277,86 | 277,86 | 189,93 | 87,89 |
| 2 en adelante | 137,76 | 137,76 | 134,64 | 3,12 |

Fuente: elaboración propia.

La acción del hombre representa el tiempo que el operario trabaja en la máquina, la utilización representa el tiempo que la máquina está en uso y el ocio representa el tiempo que la máquina se mantiene inactiva.

El porcentaje de tiempo improductivo de máquina de los ciclos se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina} = (\text{tiempo de ocio} / \text{tiempo de ciclo}) * 100$$

- Ciclo 1

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 1} = (87,89 / 277,86) * 100$$

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 1 = 31,65 %

- Ciclo 2 en adelante

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 2 en adelante=
$$3,12/137,76)*100$$

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 1= 2,26 %

2.1.2.4.3. Ciclos del proceso

La medición de cada ciclo en el área de impresión está tomada en cuenta desde la descarga de la bobina impresa hasta la inspección final.

En el proceso de impresión, como en la mayoría en la conversión de empaques flexibles se debe indicar que el ciclo uno no es igual a los demás. Este consiste en la preparación de la máquina con las pruebas de impresión de la primera hasta la impresión e inspección final. El ciclo dos en adelante consiste en la impresión de las bobinas restantes del pedido.

2.1.2.4.4. Preparación de máquina

Es importante para empezar un nuevo pedido en la impresión, sobre esta operación se debe mencionar lo siguiente:

- Las bandejas y rodillos contienen las tintas del pedido anterior que la mayoría de veces deben ser limpiadas, debido a que el pedido nuevo requiere de un tono de color distinto, es por ello que deben removerse de las bandejas para que la tinta del nuevo pedido no sea contaminado y el tono sea óptimo según los requerimientos del cliente.

- La preparación de tintas consiste en realizar la mezcla para que el color resultante sea el que requiere el cliente, esto se realiza para cada tinta utilizada en la impresora. Los pedidos pueden contener de 1 a 6 colores dependiendo del diseño del producto. Hay colores que no necesitan ser preparados, puede ser porque sean muy comunes y los proveedores los proporcionen así o debido a que son colores primarios, de otra manera tienen que realizarse las mezclas necesarias para que resulte el tono óptimo.
- Es parte de la preparación de la máquina calibrar los rodillos para que al momento de girar y transportar el material flexible este lo haga de una forma alineada y la tensión sea la adecuada; si se está tensionando demasiado, el material se estira. También se verifica que la tensión sea la adecuada de ambos lados, ya que puede pasar que de un extremo se tense más que del otro.
- El tiempo de preparación de la máquina en impresión consiste en la ejecución de descargar la bobina, pesarla, limpiar bandejas de tinta, limpiar rodillos, desmontar portaclichés, remover sellos de portaclichés, instalar sellos en portaclichés, montar portaclichés, agregar tintas, ordenar estación de trabajo, ajustar rodillos, realización de pruebas y ajustes de registro y color, inspección de registro y color, últimos ajustes de máquina, montar bobina, montar buje de cartón. La sumatoria de los tiempos de estas operaciones es de 145,13 minutos.

2.1.2.4.5. Productividad

Para el cálculo de productividad en el Área de Impresión se presenta la tabla IV con los datos de la estructura del material.

Tabla IV. **Estructura del material medido del Área de Impresión**

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| Material | BOPP transparente de 25 micras |
| Gramaje de material | 22,8 g/m ² |
| Peso | 36 kg |
| Ancho de bobina de impresión | 37 cm |
| Tiempo de operación | 131,26 minutos |

Fuente: elaboración propia.

Se empezó por hacer la conversión del gramaje de material dado en g/m² para pasarlo a kg/m².

$$\text{El gramaje en kilogramos: } \frac{22,8\text{g}}{\text{m}^2} * \frac{\text{kg}}{1\,000\text{ g}} = 0,0228 \text{ kg/m}^2$$

Luego se calculó el área impresa de la siguiente manera:

$$A = \frac{36 \text{ kg}}{0,0228 \text{ kg/m}^2}$$

$$A = 1\,578,94 \text{ m}^2$$

Los metros impresos se calcularon despejando la altura de la fórmula del área:

$$A = b * h$$

A= área

b= base

h= altura

$$h = b/A$$

$$h = \frac{1578,94 \text{ m}^2}{0,37 \text{ m}}$$

$$h = 4\,267,40 \text{ m}$$

La productividad se calculó de la siguiente manera:

$$v = d/t$$

v=velocidad

d= distancia

t= tiempo

$$v = \frac{4350 \text{ m}}{131,26 \text{ min}} = 33,14 \text{ m/min}$$

La productividad de la impresora es de 33,14 metros por minuto.

2.1.2.4.6. Evaluación de métodos

En el Diagrama Hombre-Máquina se aprecia el comportamiento del operario de impresión sincronizado con la máquina, después de analizarlo se puede ver que su tiempo está bien organizado y aprovechado de tal manera que no se quede sin tareas en alguna parte del proceso.

El tiempo de ocio de máquina en el ciclo uno es bastante significativo y eso genera el porcentaje de tiempo improductivo de la máquina de 31,65 por ciento. Eso indica que todo ese tiempo la máquina permanece detenida y no puede haber producción.

El ciclo dos en adelante presenta un porcentaje bajo de tiempos improductivos de máquina, por lo tanto se puede decir que la máquina está siendo bien aprovechada.

2.1.2.5. Recurso humano

Como se muestra en el Diagrama Hombre-Máquina, el proceso de impresión cuenta con un solo operario para la realización de todas las operaciones. En ocasiones los inspectores de calidad y el supervisor colaboran con las inspecciones finales y en el transcurso del proceso.

2.1.2.6. Calidad

El proceso de impresión cuenta con inspectores de calidad que se unen al operario de impresión para verificar que los colores se están imprimiendo según las expectativas del cliente. Este procedimiento se lleva a cabo en una mesa con fondo blanco de inspecciones contando con lámparas que generan mayor iluminación con la idea de tener claro el tono de los colores que se están imprimiendo comparados con los ideales.

2.1.2.7. Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo marcan una variación para el cálculo de los tiempos estándar, según observaciones y recorridos en los procesos de producción se logró detectar que el ruido era bastante alto en el área de impresión.

El operario, en ocasiones utiliza malas posturas a la hora de desmontar y montar portaclichés y al hora pesarlas. Se practican actos inseguros en la

limpieza de bandejas de tinta y los rodillos, al instalar sellos, pesar bobinas y en las actividades de ajustes de máquina.

Se detectaron olores fuertes que desprenden las tintas que se utilizan en la impresión y estas partículas tienen, frecuentemente contacto con la piel de los operarios.

Existe poca ventilación en el área de impresión y se pudo identificar que existen algunos riesgos a la hora de realizar las operaciones.

2.1.3. Laminación

A continuación se describe el Departamento de Laminación, se representa un Diagrama Causa-Efecto, se realiza un estudio de métodos y se evalúan los resultados obtenidos.

2.1.3.1. Descripción del área

En el Área de Laminación se encuentran tres máquinas laminadoras, dos de ellas son las adecuadas para la conversión de empaques flexibles. La importancia de esta estación de trabajo es la adhesión que debe hacerse del material impreso y del material de laminación.

Para que se lleven a cabo las operaciones en el área de laminación es indispensable preparar el pegamento que se instala en la máquina, buscando una adherencia óptima de los materiales. Después de agregarle pegamento al material impreso pasa por una zona caliente buscando la reacción química del pegamento para que cumpla su tarea uniéndose después al material de laminación.

Esta área recibe dos bobinas de distintos lugares: la bobina impresa que viene del área de impresión y la bobina de laminación que viene de la bodega de materia prima. Cada bobina está señalada con su peso debido a que se lleva un control documentado de todo lo que entra y sale de cada área.

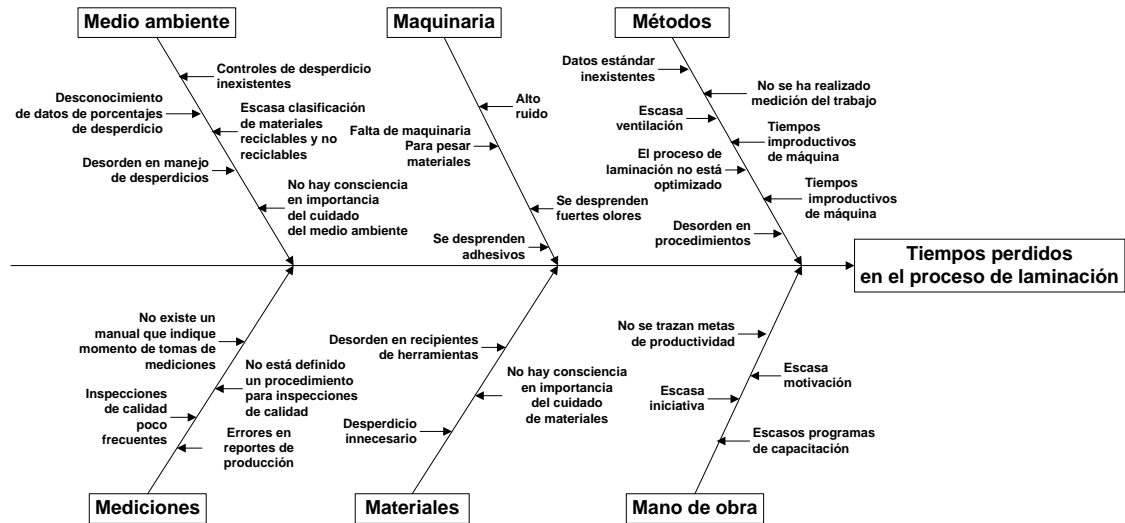
En el transcurso de la operación, el operador se dedica a agregar adhesivo al pegamento según las necesidades, graduar la tensión del material que va en movimiento por medio de unas llaves e inspecciones de calidad del adhesivo sacando muestras.

La actividad de laminación requiere de higiene, ya que los adhesivos pueden generar suciedad en los pisos o en la máquina. Es por ello que, en el lugar donde se hacen las mezclas de pegamento está puesta una base de cartón que se cambia con frecuencia para lograr una estación de trabajo limpia.

2.1.3.2. Diagrama Causa-Efecto

A continuación se representa el Diagrama Causa-Efecto del Departamento de Laminación en la figura 10.

Figura 10. Diagrama Causa-Efecto Área de Laminación



Fuente: elaboración propia.

El problema generado en laminación, al igual que en impresión, es la mala gestión de operaciones en el área. El efecto es el tiempo que se está perdiendo a lo largo del proceso. Luego de clasificar las causas según los métodos, mano de obra, maquinaria, materiales, mediciones y medio ambiente se llegó a la conclusión que la causa raíz del problema se encuentra en los métodos, ya que el proceso de impresión no está optimizado. Un proceso no optimizado genera grandes pérdidas de tiempo y atrasos en los procesos de producción al planificarlos, ejecutarlos y controlarlos.

2.1.3.3. Estudio de tiempos

A continuación se realiza un estudio de tiempos en el Departamento de Laminación.

2.1.3.3.1. Número de ciclos a estudiar

Para realizar estudio de tiempos es necesario concretar el número correcto de ciclos que se debe estudiar para luego cronometrarlos, se tomó en cuenta la el criterio de General Electric representado en el anexo 1. El tiempo de ciclo es mayor a 40 minutos, por lo tanto, según la tabla el número indicado de ciclos que se debe estudiar es de 3.

2.1.3.3.2. División de la operación en elementos

El proceso de laminación se dividió en elementos para estudiar las características y el comportamiento de cada uno de ellos en el sistema de operaciones. Los elementos son los siguientes:

- Corte de buje de cartón: se corta el buje de cartón para bobinar material laminado.
- Empalme de bobina: unir por medio de cintas adhesivas la nueva bobina para adaptarla al movimiento del material que se laminaba anteriormente.
- Preparar adhesivos: realizar mezclas de adhesivos según estándares, dependiendo de los tipos de materiales para que se adhieran de forma óptima.
- Agregar adhesivos a la máquina: operario rellena la bandeja de adhesivos en la máquina para bombear a los rodillos en el proceso de laminación.

- Ajustes de tensión y calibración: calibrar la máquina para que la tensión del material sea el correcto.
- Laminación: la máquina lamina el material, el operario verifica que la tensión del material y el bobinado sea eficiente.
- Inspección de adhesión de materiales: se extrae una muestra para comprobar que los materiales laminados presentan las propiedades óptimas de adhesión.
- Desmontar bobina laminada: se descarga la bobina de la máquina para llevarla al siguiente proceso.
- Pesar bobina: se pesa y se rotula la bobina en la báscula.

2.1.3.3.3. Formato para toma de tiempos

Contiene los mismos datos que el de impresión. El formato de estudio de tiempos para el Área de Laminación, como se describe en la figura 11.

Figura 11. Formato toma de tiempos Área de Laminación

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---|------|-----------------------------------|------------------|---|------|------------------------------------|------------------|---|------|----------|------------------|----------|---------|-----------------|--|
| Fecha de estudio: 25/4/2013 | | | | Hoja: 1/1 | | | | Envases y Sellos, S. A. | | | | | | | | | |
| No. de personas: 1 | | | | HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | Método: actual | | | | | | | | | |
| Departamento: Producción | | | | Hora: 9:00 AM | | | | Analista: Mynor Alejandro González | | | | | | | | | |
| Operación: <u>LAMINACIÓN</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: Arnulfo Girón | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de máquina: IMP04 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | PROMEDIO | |
| | ELEMENTOS | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | SEGUNDOS | MINUTOS | | |
| 1 | Corte de buje de cartón | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Empalme de bobina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Preparar adhesivos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Agregar adhesivos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Ajustes de tensión y calibración | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Laminación | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Inspección de adhesión de materiales | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Desmontar bobina laminada | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Pesar bobina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | | | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.3.4. Tiempos cronometrados

Se realizó la toma de tiempos con el uso de un cronometro por medio del método continuo de lectura de reloj. El resultado de los tiempos cronometrados actuales se representa en la siguiente hoja de estudio de tiempos que se muestra en la figura 12.

Tabla V. **Factor de calificación Área de Laminación**

| | | |
|---------------------|-------|-------|
| Habilidad | C | +0,05 |
| Consistencia | A | +0,15 |
| Esfuerzo | C | 0,05 |
| Condiciones | B | 0,00 |
| | TOTAL | 0,2 |
| | FC | 1,25 |

Fuente: elaboración propia.

El factor de calificación es 1,25

Con el factor de calificación se procede a calcular el tiempo normal, representado como "TN". Se calcula con la siguiente fórmula:

$$TN = \text{tiempo cronometrado} * \text{Factor de calificación}$$

$$TN = (80,27) (1,25) = 100,33$$

2.1.3.3.6. Determinación de suplementos

Para determinar el valor de los suplementos se asignaron los valores según tabla comparativa del anexo 3. Según inspecciones en la planta mientras se realiza el proceso. Los resultados se representan en la tabla VI.

Tabla VI. **Suplementos Área de Laminación**

| SUPLEMENTOS | % |
|--|-------------|
| 1. Suplementos constantes | |
| Suplementos por necesidades personales | 5 |
| Suplementos base por fatiga | 4 |
| 2. Suplementos variables | |
| A. Suplemento por trabajar de pie | 2 |
| B. Suplemento por postura anormal | |
| Ligeramente incómoda | 0 |
| F. Concentración intensa | |
| Trabajos de gran precisión | 5 |
| G. Ruido | |
| Intermitente y fuerte | 2 |
| I. Monotonía | |
| Trabajo algo monótono | 0 |
| TOTAL | |
| Suplementos constantes | 9 |
| Suplementos variables | 9 |
| Total suplementos | 18 % |

Fuente: elaboración propia.

El total de suplementos en el Área de Laminación es de 18 por ciento. Los suplementos y el tiempo normal serán de gran utilidad para calcular el tiempo estándar.

2.1.3.3.7. Tiempo estándar

Este se calculó con base a los ciclos que serán descritos en los ciclos del proceso en el estudio de métodos.

La fórmula utilizada para el cálculo del tiempo estándar es la siguiente:

$$TE = TN (1 + \text{suplementos})$$

Siendo:

TE= tiempo estándar

TN= tiempo normal

Tomando en cuenta la fórmula y con los datos calculados anteriormente se calculó el tiempo estándar del ciclo 1.

$$TE = 100,33 (1 + \text{suplementos})$$

$$TE = 100,33 (1,18)$$

$$TE = 118,38 \text{ minutos}$$

El tiempo estándar del ciclo 1 de laminación es de 119,39 minutos.

2.1.3.4. Estudio de métodos

Este estudio pretende analizar cada elemento del proceso relacionado con la máquina utilizada para obtener los tiempos productivos e improductivos de la máquina y del operario. Además es importante tomar en cuenta en el proceso de empaques flexibles, la diferencia entre el ciclo uno y los demás ciclos.

2.1.3.4.1. Diagrama Hombre-Máquina

Representa los tiempos productivos e improductivos de la máquina y el tiempo de acción del operario. El diagrama del Área de Laminación se muestra en la figura 13.

Figura 13. Diagrama Hombre-Máquina actual Área de Laminación

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Laminación

Página número: 1

de: 2

Código máquina: LMN10

Fecha: 22 de mayo de 2013

Departamento: Producción

Método: actual

Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Máquina laminadora LMN10 | Tiempo Min. |
|---|-------------|----------------------------------|-------------|
| Desmontar bobina laminada | 2,39 | Desmontar bobina laminada | 2,39 |
| Pesar bobina | 1,53 | | |
| Corte de buje de cartón | 3,45 | | |
| Empalmar bobina | 0,81 | Empalmar bobina | 0,81 |
| Preparar adhesivos | 4,03 | | |
| Agregar adhesivos | 2,47 | Agregar adhesivos | 2,47 |
| Ajustes de tensión y calibración | 1,57 | Ajustes de tensión y calibración | 1,57 |
| Revisión de tensión de material, cantidad de adhesivos, revisión de bobinado, centrado de material. | 62,94 | Laminación | 62,94 |
| | | | |
| Inspección de adhesión de materiales | 1,08 | | |
| Desmontar bobina laminada | 2,39 | Desmontar bobina laminada | 2,39 |
| Pesar bobina | 1,53 | | |
| Corte de buje de cartón | 3,45 | | |

Continuación de la figura 13.

| ENVASEAL | | | |
|---|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| Diagrama Hombre-Máquina | | | |
| Operación: Laminación | | Pagina número: 2 de 2 | |
| Código máquina: LMN10 | | Fecha: 22 de mayo de 2013 | |
| Departamento: Producción | | Método: actual | |
| Hecho por: Mynor González | | | |
| Operador | Tiempo Min. | Máquina laminadora LMN10 | Tiempo Min. |
| Empalme de bobina | 0,81 | Empalme de bobina | 0,81 |
| Revisión de tensión de material, cantidad de adhesivo, revisión de bobinado, centrado de material. | 62,94 | Laminación | 62,94 |
| | | | |
| Inspección de adhesión de materiales | 1,08 | | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.4.2. Tiempos productivos e improductivos

Por medio del Diagrama Hombre-Máquina se realiza un resumen de los resultados en la tabla VII.

Tabla VII. **Resumen Diagrama Hombre-Máquina Área de Laminación**

| Método: actual | | Hombre | Máquina | |
|----------------|-----------------|--------|-------------|-------|
| Ciclo | Tiempo de ciclo | Acción | Utilización | Ocio |
| 1 | 80,27 | 80,27 | 70,18 | 10,09 |
| 2 en adelante | 72,20 | 72,20 | 66,14 | 6,06 |

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de tiempo improductivo de máquina de los ciclos se calculó de la siguiente manera:

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina= (tiempo de ocio/tiempo de ciclo)*100

- Ciclo 1

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 1= $10,09/80,27$)*100

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 1= 12,57 %

- Ciclo 2 en adelante

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 2 en adelante=
$$6,06/72,20)*100$$

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 2 en adelante =
8,39 %

2.1.3.4.3. Ciclos del proceso

La medición de cada ciclo en el Área de Laminación está tomada en cuenta desde la descarga de la bobina laminada hasta la inspección de adhesión de materiales. El ciclo uno consiste en la preparación de la máquina y la laminación de la primera bobina. El ciclo dos en adelante, corresponde a la laminación de las bobinas restantes del pedido.

2.1.3.4.4. Preparación de máquina

Este proceso es importante para empezar un nuevo pedido en la laminación, el cual consiste en:

- Preparación de las mezclas de adhesivos de parte del operario según el tipo de material que se lamina, para que los materiales se adhieran de forma óptima y cumplan con sus funciones como producto final.
- El operario rellena la bandeja de adhesivos según la medida en la máquina para bombear a los rodillos en el proceso de laminación. Luego se calibran los rodillos verificando que las tensiones sean las adecuadas para el movimiento del material.

- La preparación de la máquina consiste en realizar el desmontaje de bobina laminada, pesar la bobina, corte de buje de cartón, empalmar bobina, preparar adhesivos, agregarlos, realizar ajustes de tensión y calibración. La sumatoria de los tiempos de estas operaciones es de 16,22 minutos.

2.1.3.4.5. Productividad

Para el cálculo de productividad en el Área de Laminación se presenta en la tabla VIII los datos de la estructura del material.

Tabla VIII. **Estructura de materiales medidos Área de Laminación**

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Material 1 | PET blanco 1,5 mils |
| Material 2 | BOPP transparente de 30 micras |
| Gramaje de material | 58,8 g/m ² |
| Peso | 91,13 kg |
| Ancho de bobina de laminación | 37 cm |
| Tiempo de operación | 63,03 minutos |

Fuente: elaboración propia.

Se empezó haciendo la conversión del gramaje de material dado en g/m² para pasarlo a kilogramos por metro cuadrado.

$$\text{El gramaje en kilogramos } \frac{58,8 \text{ g}}{\text{m}^2} * \frac{\text{kg}}{1000 \text{ g}} = 0,0588 \text{ kg/m}^2$$

Luego se calculó el Área Laminada de la siguiente manera:

$$A = \frac{91,13 \text{ kg}}{0,0588 \text{ kg/m}^2}$$

$$A = 1\,549,96 \text{ m}^2$$

Los metros laminados se calcularon despejando la altura de la fórmula del área:

$$A = b * h$$

$$A = \text{área}$$

$$b = \text{base}$$

$$h = \text{altura}$$

$$h = b/A$$

$$h = \frac{1\,549,96 \text{ m}^2}{0,37 \text{ m}}$$

$$h = 4\,189,08 \text{ m}$$

La productividad se calculó de la siguiente manera:

$$v = d/t$$

$$v = \text{velocidad}$$

$$d = \text{distancia}$$

$$t = \text{tiempo}$$

$$\frac{4\,189,08 \text{ m}}{63,03 \text{ min}} = 66,5 \text{ m/min}$$

La productividad de laminación es de 66,5 metros por minuto.

2.1.3.4.6. Evaluación de métodos

Analizando el Diagrama Hombre-Máquina se observa que los tiempos improductivos de máquina no son tan significativos, los porcentajes son de 12,57 por ciento en el ciclo uno y de 8,39 por ciento en el ciclo dos en adelante. Esto quiere decir que, los tiempos de utilización de la máquina comparada con el tiempo de utilización del operario están siendo aprovechados. El tiempo de preparación de la máquina que contiene la preparación e instalación de los adhesivos es lo que genera el tiempo de ocio en el ciclo uno. El ciclo y los restantes del pedido presentan un porcentaje bajo de tiempos improductivos de máquina. El resumen del Diagrama Hombre-Máquina indica el porcentaje de utilización del operario, no tiene tiempos libres que generen pérdidas de tiempo en el proceso.

2.1.3.5. Recurso humano

Como se mira en el Diagrama Hombre-Máquina, el proceso de laminación cuenta con un solo operario para la realización de todas las operaciones en este proceso. En ocasiones, cuando el operario de la otra máquina de laminación no tiene actividad, ayuda con la preparación de máquina y en la calibración de los rodillos.

2.1.3.6. Calidad

El proceso de laminación requiere de inspecciones de calidad cuando el material está en movimiento, porque el material de laminación debe ir con la tensión adecuada para que no se estire. Si el material se va estirando de un

extremo se realizan calibraciones en la máquina para llegar a un movimiento correcto. La inspección de calidad después de la laminación, la hace el operario de la máquina, verifica que los dos materiales estén con las características de adherencia correcta; en ocasiones el supervisor hace la prueba de adherencia de materiales.

2.1.3.7. Condiciones de trabajo

Marcan una variación para el cálculo de los tiempos estándar, según observaciones en el proceso se logró analizar que el ruido era bastante alto en el Área de Laminación.

El operario en ocasiones utilizaba malas posturas a la hora de montar y desmontar bobinas y pesarlas. Se practican actos inseguros a la hora de realizar los cortes lo de bujes de cartón, al empalmar las bobinas y al realizar los ajustes de tensión y calibración.

Se detectaron olores fuertes en las operaciones que involucran a los adhesivos en la preparación y agregación, al igual que el contacto de adhesivos con partes del cuerpo del operario.

Existe poca ventilación y se pudo identificar que existen algunos riesgos a la hora de realizar las operaciones.

2.1.4. Corte

A continuación se describe el Departamento de Corte, se representa un Diagrama Causa-Efecto, se realiza un estudio de métodos y se evalúan los resultados obtenidos.

2.1.4.1. Descripción del área

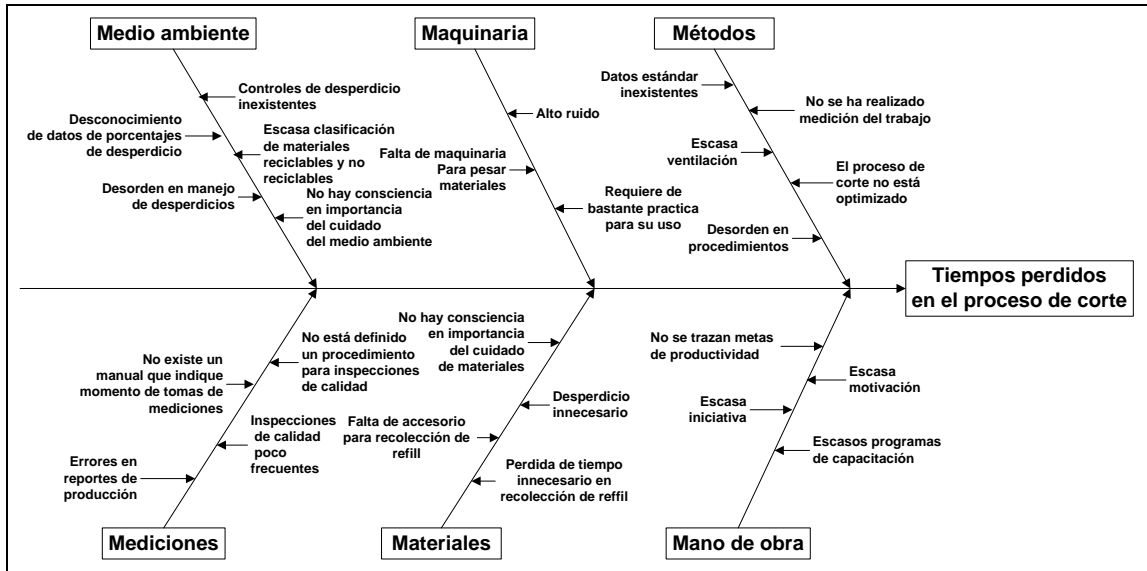
Cuenta con tres máquinas. Su función se presenta al inicio del proceso y a mediados. Las bobinas de polipropileno biorientado al salir de la bodega de materia prima tienen que pasar por corte, ya que la bobina debe llevar las dimensiones de bobina que el Área de Impresión requiera. Luego de que el material es laminado vuelve a pasar por corte para darle las dimensiones que requiere el pedido del cliente. Al terminar el segundo corte el material se dirige a balseo y empaque donde quedará listo para la entrega. El operario de corte debe ser muy preciso en sus movimientos, ya que de esta área depende que el ancho de cada bolsa esté en las medidas correctas.

Las máquinas de corte expulsan sus sobrantes por medio de una tubería, es por ello que se cuenta con canastas con estructura metálica cubiertas de maya con una ventana adaptada a cada máquina para la recolección de estos desperdicios. Las canastas cuentan con puertas en la parte trasera para que cuando el corte termine el operario logre extraer el refill.

2.1.4.2. Diagrama Causa-Efecto

A continuación se representa el Diagrama Causa-Efecto del Departamento de Corte:

Figura 14. Diagrama Causa-Efecto Área de Corte



Fuente: elaboración propia.

El problema generado en Corte, al igual que en Impresión y Laminación, es la mala gestión de operaciones en el área. El efecto es el tiempo que se está perdiendo a lo largo del proceso. Luego de clasificar las causas según los métodos, mano de obra, maquinaria, materiales, mediciones y medio ambiente; se llegó a la conclusión que la causa raíz del problema se encuentra en los métodos, el proceso de impresión no está optimizado. Un proceso no optimizado genera grandes pérdidas de tiempo y atrasos en los procesos de producción al planificarlos, ejecutarlos y controlarlos.

2.1.4.3. Estudio de tiempos

A continuación se realiza un estudio de tiempos en el Departamento de Corte.

2.1.4.3.1. Número de ciclos a estudiar

Para realizar estudio de tiempos es necesario concretar el número correcto de ciclos que se debe estudiar para luego cronometrarlos, se tomó en cuenta la el criterio de General Electric representado en la tabla XXIV del anexo 1. El tiempo de ciclo es mayor a 40 minutos, por lo tanto, según la tabla el número indicado de ciclos que se debe estudiar es de 3.

2.1.4.3.2. División de la operación en elementos

El proceso de corte se dividió en elementos para estudiar las características y el comportamiento de cada uno de ellos en el sistema de operaciones. Los elementos son los siguientes:

- Montaje de bobina: se instala en desbobinador de la máquina la bobina que se cortará.
- Empalme de bobina: unir por medio de cintas adhesivas la nueva bobina para adaptarla al movimiento del material que se cortaba anteriormente.
- Configurar guiador de banda: el operador sincroniza el guiador de banda electrónico para marcar la línea de corte.
- Medición de anchos de bobinas y preparación de cuchillas: el operario configura las cuchillas de la máquina según el ancho de bobina que se requiera en impresión, realización de la bolsa o de bobina si el pedido así lo solicita.
- Cortes de bujes de cartón: se cortan los bujes de cartón para bobinar material cortado.

- Limpieza de bobinador: al colocar bobinas en bobinador y después de terminar el corte permanecen residuos de cartón que deben ser removidos para volver a operar.
- Instalar bujes de cartón en bobinador: se instalan los bujes de cartón donde se bobinará el material cortado.
- Ajustar rodillos pisadores en bobinador: se colocan los rodillos pisadores o pisonos, para que el movimiento de bobinado de material sea más ajustado.
- Pruebas y ajustes de corte: se arranca la máquina verificando que se corta a las medidas requeridas.
- Corte: la máquina realiza el corte, el operador verifica que las medidas de bobina cortada sean las adecuadas, además identifica defectos de procesos anteriores: impresión y laminación.
- Remover bujes de carton: extraer de bobinador los bujes de cartón utilizados en el corte del pedido anterior.
- Descarga de bobina cortada: descargar la bobina cortada para pasarla al siguiente proceso.
- Pesar bobina: se pesa y se rotula la bobina en la báscula.

2.1.4.3.3. Formato para toma de tiempos

Contiene los mismos datos que el de impresión y laminación. El formato de estudio de tiempos para el Área de Corte es el que se describe en la figura 15.

Figura 15. Formato toma de tiempos Área de Corte

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|-----------------------------------|------|---|------------------|------------------------------------|------|----------|------------------|---|-----------------|---|------------------|----------|---------|
| Fecha de estudio: 7/5/2013 | | Hoja: 1/1 | | | | Envases y Sellos, S. A. | | | | | | | | | |
| No. de personas: 1 | | HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | Método: actual | | | | | | | | | |
| Departamento: Producción | | Hora: 8:00 AM | | | | Analista: Mynor Alejandro González | | | | | | | | | |
| Operación: CORTE | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operario: Nery Sicay | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de máquina: CRT15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | | | 2 | | | 3 | | | PROMEDIO | | | | |
| | ELEMENTOS | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | Segundos | Minutos |
| 1 | Montaje de bobina | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Empalme de bobina | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Configurar guiador de banda | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Medición de anchos de bobinas y preparación de cuchillas | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Cortes de bujes de cartón | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Limpieza de embobinador | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Instalar bujes de cartón en bobinador | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Ajustar rodillos pisadores en bobinador | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Pruebas y ajustes de corte | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Corte | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Remover bujes de cartón | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Descarga de bobina cortada | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Pesar bobina cortada | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | TOTAL | | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3.4. Tiempos cronometrados

Se realizó la toma de tiempos con el uso de un cronometro y por medio del método continuo de lectura de reloj. El resultado de los tiempos cronometrados actuales se representa en la hoja de estudio de tiempos, que se muestra en la figura 16.

Figura 16. **Tiempos cronometrados Área de Corte**

| | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | PROMEDIO | |
|--------------|--|---|------|-------|-----------|---|------|-------|-----------|---|------|-------|-----------|--------------|---------|
| ELEMENTOS | | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | Segundos | Minutos |
| 1 | Montaje de bobina | 0 | 2 | 6,86 | 126,86 | 0 | 2 | 43,87 | 163,87 | 0 | 1 | 45,56 | 105,56 | 132,10 | 2,20 |
| 2 | Empalme de bobina | 0 | 0 | 28,71 | 28,71 | 0 | 0 | 32,51 | 32,51 | 0 | 0 | 47,11 | 47,11 | 36,11 | 0,60 |
| 3 | Configurar guiador de banda | 0 | 0 | 42,02 | 42,02 | 0 | 0 | 56,28 | 56,28 | 0 | 1 | 15,87 | 75,87 | 58,06 | 0,97 |
| 4 | Medición de anchos de bobinas y preparación de cuchillas | 0 | 1 | 16,23 | 76,23 | 0 | 2 | 23,84 | 143,84 | 0 | 2 | 23,47 | 143,47 | 121,18 | 2,02 |
| 5 | Cortes de bujes de cartón | 0 | 2 | 20,56 | 140,56 | 0 | 3 | 12,52 | 192,52 | 0 | 3 | 56,43 | 236,43 | 189,84 | 3,16 |
| 6 | Limpieza de embobinador | 0 | 0 | 14,25 | 14,25 | 0 | 0 | 27,08 | 27,08 | 0 | 0 | 54,87 | 54,87 | 32,07 | 0,53 |
| 7 | Instalar bujes de cartón en bobinador | 0 | 1 | 22,48 | 82,48 | 0 | 2 | 16,21 | 136,21 | 0 | 3 | 43,21 | 223,21 | 147,30 | 2,46 |
| 8 | Ajustar rodillos pisadores en bobinador | 0 | 3 | 22,84 | 202,84 | 0 | 4 | 54,61 | 294,61 | 0 | 2 | 38,17 | 158,17 | 218,54 | 3,64 |
| 9 | Pruebas y ajustes de corte | 0 | 0 | 56,52 | 56,52 | 0 | 2 | 13,12 | 133,12 | 0 | 1 | 36,32 | 96,32 | 95,32 | 1,59 |
| 10 | Corte | 0 | 42 | 29,86 | 2549,86 | 0 | 42 | 26,43 | 2546,43 | 0 | 45 | 43,98 | 2743,98 | 2613,42 | 43,56 |
| 11 | Remover bujes de cartón | 0 | 2 | 18,24 | 138,24 | 0 | 3 | 23,61 | 203,61 | 0 | 2 | 34,61 | 154,61 | 165,49 | 2,76 |
| 12 | Descarga de bobina cortada | 0 | 0 | 45,73 | 45,73 | 0 | 0 | 33,16 | 33,16 | 0 | 1 | 15,64 | 75,64 | 51,51 | 0,86 |
| 13 | Pesar bobina cortada | 0 | 2 | 38,51 | 158,51 | 0 | 1 | 54,56 | 114,56 | 0 | 3 | 14,14 | 194,14 | 155,74 | 2,60 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | 66,94 | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3.5. Factor de calificación

El procedimiento de evaluar el factor de calificación fue el mismo al de impresión y laminación. Los resultados de la evaluación del Área de Laminación se compararon con la tabla comparativa del criterio Westin House ubicada en el anexo 2. El resultado representa en la tabla IX.

Tabla IX. **Factor de calificación Área de Corte**

| | | |
|---------------------|-------|--------|
| Habilidad | C | +0,05 |
| Consistencia | A | +0,15 |
| Esfuerzo | D | -0,015 |
| Condiciones | B | 0,00 |
| | TOTAL | 0,185 |
| | FC | 1,185 |

Fuente: elaboración propia.

El factor de calificación es 1,185

Con el factor de calificación se procede a calcular el tiempo normal, representado como "TN". Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{TN} = \text{tiempo cronometrado} * \text{factor de calificación}$$

$$\text{TN} = (66,94) (1,185) = 79,32$$

2.1.4.3.6. Determinación de suplementos

Para determinar el valor de los suplementos se tomó en cuenta la tabla: "Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales", del anexo 3. Se asignaron los valores según inspecciones en la planta mientras se realiza el proceso.

Los resultados se representan en la tabla X.

Tabla X. **Suplementos Área de Corte**

| SUPLEMENTOS | % |
|--|-----------|
| 1. Suplementos constantes | |
| Suplementos por necesidades personales | 5 |
| Suplementos base por fatiga | 4 |
| 2. Suplementos variables | |
| A. Suplemento por trabajar de pie | 2 |
| B. Suplemento por postura anormal | |
| Ligeramente incómoda | 0 |
| F. Concentración intensa | |
| Trabajos de gran precisión | 5 |
| G. Ruido | |
| Intermitente y fuerte | 2 |
| H. Tensión mental | |
| Proceso bastante complejo | 1 |
| I. Monotonía | |
| Trabajo algo monótono | 0 |
| TOTAL | |
| Suplementos constantes | 9 |
| Suplementos variables | 10 |
| Total suplementos | 19 |

Fuente: elaboración propia.

El total de suplementos en el Área de Corte es de 19 por ciento. Los suplementos y el tiempo normal serán de gran utilidad para calcular el tiempo estándar.

2.1.4.3.7. Tiempo estándar

Se calculó con base en los ciclos que serán descritos en los ciclos del proceso en el estudio de métodos.

La fórmula utilizada para el cálculo del tiempo estándar es la siguiente:

$$TE = TN (1 + \text{suplementos})$$

Siendo:

TE= tiempo estándar

TN= tiempo normal

Tomando en cuenta la fórmula y con los datos calculados anteriormente, se calculó el tiempo estándar del ciclo 1.

$$TE = 79,32 (1 + \text{suplementos})$$

$$TE = 79,32 (1,19)$$

$$TE = 94,39 \text{ minutos}$$

El tiempo estándar del ciclo 1 de corte es de 94,39 minutos.

2.1.4.4. Estudio de métodos

Este estudio pretende analizar cada elemento del proceso relacionado con la máquina utilizada, para obtener los tiempos productivos e improductivos de la máquina y del operario. Además es importante tomar en cuenta que para en el proceso de empaques flexibles, la diferencia entre el ciclo uno y los demás ciclos.

2.1.4.4.1. Diagrama Hombre-Máquina

El Diagrama Hombre-Máquina representa los tiempos productivos e improductivos de la máquina y el tiempo de acción del operario. El Diagrama del Área de Corte es el siguiente:

Figura 17. Diagrama Hombre-Máquina actual Área de Corte

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Corte

Página número: 1

de: 4

Código máquina: CRT15

Fecha: 2 de junio de 2013

Departamento: Producción

Método: actual

Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Máquina cortadora CRT15 | Tiempo Min. |
|---|-------------|---|-------------|
| Descargar bobina | 0,86 | Descargar bobina | 0,86 |
| Remover bujes de cartón | 2,76 | Remover bujes de cartón | 2,76 |
| Montar bobina | 2,2 | Montar bobina | 2,2 |
| Empalme de bobina | 0,6 | Empalme de bobina | 0,6 |
| Configurar guiador de banda | 0,97 | Configurar guiador de banda | 0,97 |
| Medición de anchos de bobina para corte | 2,02 | Medición de anchos de bobina para corte | 2,02 |
| Corte de bujes de cartón | 3,16 | | |
| Limpieza de bobinador | 0,53 | | |
| Instalar bujes de cartón en bobinador | 2,46 | Instalar bujes de cartón en bobinador | 2,46 |
| Ajustar rodillos pisadores en bobinador | 3,64 | Ajustar rodillos pisadores en bobinador | 3,64 |
| Pruebas y ajustes | 1,59 | Pruebas y ajustes | 1,59 |
| Revisión de impresión, laminación, medidas requeridas por el cliente, registro, empalmes registrados. | 43,55 | Corte | 43,55 |

Continuación de la figura 17.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Corte
 Código máquina: CRT15
 Departamento: Producción

Página número: 2 de: 4
 Fecha: 2 de junio de 2013
 Método: actual
 Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Máquina cortadora CRT15 | Tiempo Min. |
|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | | |
| Pesar bobina | 2,6 | | |
| Descargar bobina | 0,86 | Descargar bobina | 0,86 |
| Remover bujes de cartón | 2,76 | Remover bujes de cartón | 2,76 |
| Montar bobina | 2,2 | Montar bobina | 2,2 |

Continuación de la figura 17.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Corte
Código máquina: CRT15
Departamento: Producción

Página número: 3 de: 4
Fecha: 2 de junio de 2013
Método: actual
Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Máquina cortadora CRT15 | Tiempo Min. |
|---|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| Empalme de bobina | 0,6 | Empalme de bobina | 0,6 |
| Revisión de impresión, laminación, medidas requeridas por el cliente, registro, empalmes registrados. | 43,55 | Corte | 43,55 |

Continuación de la figura 17.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Corte

Página número: 4

de: 4

Código máquina: CRT15

Fecha: 2 de junio de 2013

Departamento: Producción

Método: actual

Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Máquina cortadora CRT15 | Tiempo Min. |
|-----------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | | |
| Pesar bobina | 2,6 | | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.4.2. Tiempos productivos e improductivos

Por medio del Diagrama Hombre-Máquina se realiza un resumen de los resultados en la tabla XI.

Tabla XI. **Tiempos productivos e improductivos Área de Corte**

| Método: actual | | Hombre | Máquina | |
|----------------|-----------------|--------|-------------|------|
| Ciclo | Tiempo de ciclo | Acción | Utilización | Ocio |
| 1 | 66,94 | 66,94 | 60,65 | 6,29 |
| 2 en adelante | 52,57 | 52,57 | 49,97 | 2,60 |

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de tiempo improductivo de máquina de los ciclos se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina} = (\text{tiempo de ocio} / \text{tiempo de ciclo}) * 100$$

- Ciclo 1

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 1} = (6,29 / 66,94) * 100$$

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 1} = 9,40 \%$$

- Ciclo 2 en adelante

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 2 en adelante} = (2,60 / 52,57) * 100$$

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 2 en adelante} = 4,95 \%$$

2.1.4.4.3. Ciclos del proceso

La medición de cada ciclo en el Área de Corte está tomada en cuenta desde la descarga de la bobina cortada hasta pesar la bobina. El ciclo uno consiste en la preparación de la máquina y el corte de la primera bobina. El ciclo dos en adelante consiste en corte de las bobinas restantes del pedido.

2.1.4.4.4. Preparación de máquina

La preparación de la máquina de corte, aparte de realizar los empalmes de bobina consiste en la precisión que tiene que tener el operador para la medición de anchos de bobina, preparar las cuchillas para realizar el corte y configurar el guiador de banda. Configurar el guiador de banda con precisión hará que el corte se realice en el lugar indicado en una misma línea en toda la bobina, la medición correcta de los anchos debe ir de la mano con el corte de los bujes de cartón, ya que de estas dos operaciones se generarán bobinas cortadas con la medida requerida ya sea para la realización de la bolsa o para imprimir una bobina.

Se le da a la máquina limpieza en el Área de Desbobinadores debido a que después de realizado el corte quedan pedazos de cartón que se generan en el giro de los desbobinadores. La máquina se arranca a una velocidad mínima para verificar que el movimiento de la bobina sea óptima y que la medida del corte se está cumpliendo; después de realizada la prueba se procede a aumentar la velocidad.

La preparación de la máquina consiste en realizar el desmontaje de bobina cortada, remover bujes de cartón, montar una nueva bobina, configurar guiador de banda, medir los anchos de bobina para corte, corte de buje de cartón, limpieza de bobinador, instalar los bujes de cartón en bobinador, ajustar rodillos pisadores en bobinador y realizar las pruebas y ajustes. La sumatoria de los tiempos de estas operaciones es de 2,19 minutos.

2.1.4.4.5. Productividad

Para el cálculo de productividad en el Área de de Corte se presentará una tabla con los datos de la estructura del materia, esta se detalla en la tabla XII.

Tabla XII. **Estructura de materiales medidos Área de Corte**

| Material | BOPP transparente de 30 micras |
|--------------------------|--------------------------------|
| Gramaje de material | 27,3 g/m ² |
| Peso | 46,5 kg |
| Ancho de bobina de corte | 97,5 cm |
| Tiempo de operación | 43,55 minutos |

Fuente: elaboración propia.

Se empezó haciendo la conversión del gramaje de material dado en g/m² para pasarlo a kilogramos por metro cuadrado.

$$\text{El gramaje en kilogramos } \frac{27,3 \text{ g}}{\text{m}^2} * \frac{\text{kg}}{1\,000 \text{ g}} = 0,0273 \text{ kg/m}^2$$

Luego se calculó el área laminada de la siguiente manera:

$$A = \frac{48 \text{ kg}}{0,0273 \text{ kg/m}^2}$$

$$A = 1\,703,29 \text{ m}^2$$

Los metros laminados se calcularon despejando la altura de la fórmula del área:

$$A = b * h$$

$$A = \text{área}$$

$$b = \text{base}$$

$$h = \text{Altura}$$

$$h = b/A$$

$$h = \frac{1\,703,29 \text{ m}^2}{0,975 \text{ m}}$$

$$h = 1\,746,97 \text{ m}$$

La productividad se calculó de la siguiente manera:

$$v = d/t$$

$$v = \text{velocidad}$$

$$d = \text{distancia}$$

$$t = \text{tiempo}$$

$$\frac{1\,746,97\text{ m}}{43,55\text{ min}} = 40,11\text{ m/min}$$

La productividad de corte es de 40,11 metros por minuto.

2.1.4.4.6. Evaluación de métodos

Los tiempos de preparación generan ocio en la máquina, en el ciclo uno el tiempo improductivo de máquina es de 9,40 por ciento, es el tiempo en el que la máquina pasa detenida en el ciclo uno y no representa un porcentaje tan alto al igual que en el ciclo dos, que es de un 4,95 por ciento debido a que la máquina solo se detiene para hacer el cambio de una nueva bobina. Los tiempos son bien aprovechados por parte del operario y la máquina, el operario no pasa tiempos libres ya pasa al pendiente del proceso en todo momento.

2.1.4.5. Recurso humano

El proceso de corte lo hace un solo operario. Es el encargado de preparar, trabajar la máquina y pesar las bobinas cortadas como se mira en el Diagrama Hombre-Máquina.

2.1.4.6. Calidad

El proceso de corte requiere de gran atención a la hora de verificar la calidad de los productos, debido a que es el proceso anterior para el bolseo y empaque. El operario de corte no le pierde de vista el movimiento de bobinado al material, ya que verifica si no hay errores de impresión, laminación o cualquier otro defecto que pueda contener la bobina. Si el operario encuentra

algún defecto corta la parte defectuosa y realiza un empalme registrado para que se siga cortando.

2.1.4.7. Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo marcan una variación para el cálculo de los tiempos estándar, según observaciones en los recorridos del proceso se logró analizar que el ruido era bastante alto en el Área de Corte.

El operario en ocasiones utilizaba malas posturas a la hora de montar, desmontar y pesar las bobinas. Se practican actos inseguros en el empalme de bobinas, cortes e instalación de bujes de cartón, limpieza de bobinador, medición de anchos de bobina y en el ajuste de los rodillos pisadores.

Existe poca ventilación en el Área de Corte y se pudo identificar que existen algunos riesgos a la hora de realizar las operaciones.

2.1.5. Departamento de Bolseo-empaque

A continuación se describe el Departamento de Bolseo-Empaque, se representa un Diagrama Causa-Efecto, se realiza un estudio de métodos y se evalúan los resultados obtenidos.

2.1.5.1. Descripción del área

El área de Bolseo-Empaque representa el toque final del proceso; las bobinas impresas, laminadas y cortadas se transportan a esta estación para generar las bolsas y luego son empacadas. Este tipo de máquina posee un

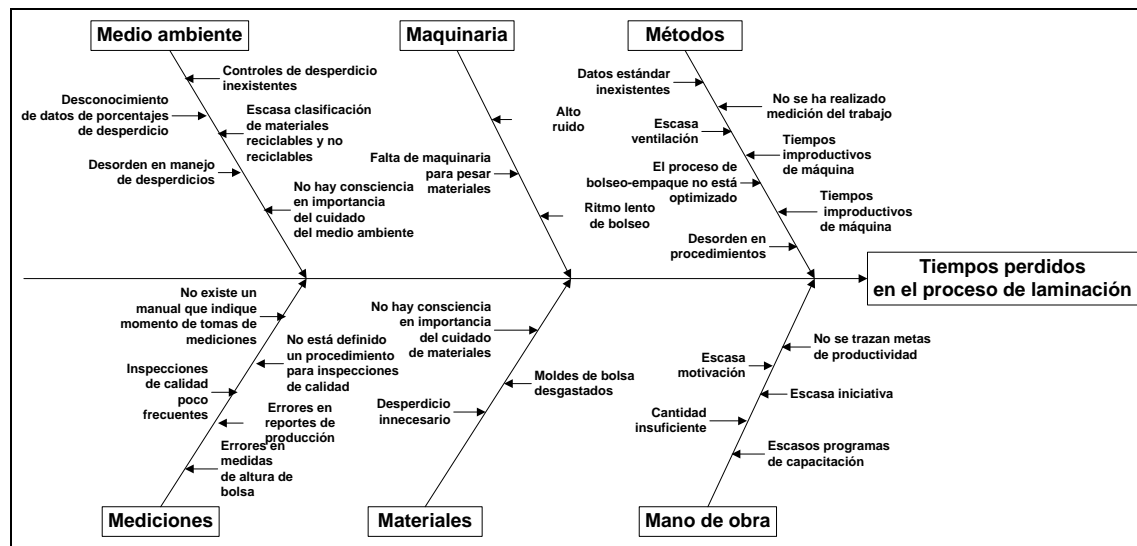
contador que indica el número de bolsas que se han producido, el operario está atento para reunir la cantidad necesaria y empacar sin parar la máquina.

Al igual que en impresión, la preparación de la máquina necesita de gran dedicación, debido a que al realizar los ajustes la bolsa debe cumplir con las dimensiones del pedido no excediéndose de las tolerancias.

2.1.5.2. Diagrama Causa-Efecto

A continuación se representa el Diagrama Causa-Efecto del Departamento de Bolseo-Empaque.

Figura 18. Diagrama Causa-Efecto de bolseo-empaque



Fuente: elaboración propia.

El problema generado en Bolseo-Empaque, al igual que en impresión, laminación y corte es la mala gestión de operaciones en el área. El efecto es el tiempo que se está perdiendo a lo largo del proceso. Luego de clasificar las

causas según los métodos, mano de obra, maquinaria, materiales, mediciones y medio ambiente se llegó a la conclusión que la causa raíz del problema se encuentra en los métodos, el proceso de impresión no está optimizado. Un proceso no optimizado genera grandes pérdidas de tiempo y atrasos en los procesos de producción al planificarlos, ejecutarlos y controlarlos.

2.1.5.3. Estudio de tiempos

A continuación se realiza un estudio de tiempos en el Departamento de Bolseo-Empaque.

2.1.5.3.1. Número de ciclos a estudiar

Para realizar estudio de tiempos es necesario concretar el número correcto de ciclos que se debe estudiar para luego cronometrarlos, se tomó en cuenta la el criterio de General Electric que representa el anexo 1. El tiempo de ciclo es mayor a 40 minutos, por lo tanto, según la tabla el número indicado de ciclos que se debe estudiar es de 3.

2.1.5.3.2. División de la operación en elementos

El proceso de Bolseo-Empaque se dividió en elementos para estudiar las características y el comportamiento de cada uno de ellos en el sistema de operaciones. Los elementos son los siguientes:

- Descargar buje de cartón: remover de la máquina el buje de cartón desbobinado del pedido anterior.
- Montar bobina: montar bobina para producir una nueva bolsa.
- Empalmar bobina: unir por medio de cintas adhesivas la nueva bobina para adaptarla al movimiento del material que se cortaba anteriormente.
- Remover molde de bolsa de la máquina: extraer de la máquina el molde de bolsa que se estaba utilizando para la bolsa del pedido anterior.
- Preparar nuevo molde de bolsa: se prepara en una mesa de trabajo por aparte el molde para la bolsa del pedido nuevo.
- Instalar molde de bolsa en la máquina: el operario instala en la máquina el nuevo molde de bolsa previamente preparado.
- Configuración de rodillos de transporte: Se configuran los rodillos que hacen que el material se transporte en la dirección correcta.
- Configurar paletas: el operario configura las paletas que son la parte de la máquina que le da el sentido a la bobina para formar los dobleces de material y formar la bolsa.
- Ajustar sello y longitud de bolsa: se ajusta el sello en la máquina, además se le asigna la longitud de cada sello para formar las bolsas.
- Registrar la fotocelda: sincronizar la fotocelda que viene impresa en el material con la máquina para marcar el punto de cada sello.
- Pruebas y ajustes de bolsa: el operario realiza ajustes de tensión y del sello para que el proceso no tenga retrasos innecesarios.
- Bolseo: la máquina realiza el bolseo.
- Empaque: mientras la máquina realiza el bolseo, el operario está verificando que las longitudes de bolsa no excedan de las tolerancias, revisa que los sellos sean correctos, además empaca el material cada 100 o cada 200 unidades dependiendo del pedido.

2.1.5.3.3. Formato para toma de tiempo

Contiene los mismos datos que el de impresión, laminación y corte. El formato de estudio de tiempos para el Área de Corte es el siguiente:

Figura 19. Formato de estudio de tiempos de Bolseo-Empaque

| Fecha de estudio: 12/4/2013 | | | | Hoja: 1/1 | | | | Envases y Sellos, S. A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|------|-----------------------------------|-----------|---|------|------------------------------------|-----------|---|------|---|-----------|----------|---------|--|--|---|--|--|--|---|--|--|--|----------|--|-----------|--|---|------|---|-----------|---|------|---|-----------|---|------|---|-----------|----------|---------|---|----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| No. de personas: 1 | | | | HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | Método: actual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Departamento: Producción | | | | Hora: 11:00 AM | | | | Analista: Mynor Alejandro González | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación: <u>BOLSEO-EMPAQUE</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: Marvin Ispanco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de máquina: BLS20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">1</th> <th colspan="4">2</th> <th colspan="4">3</th> <th colspan="2">PROMEDIO</th> </tr> <tr> <th colspan="2">ELEMENTOS</th> <th>H</th> <th>Min.</th> <th>s</th> <th>TOTAL (s)</th> <th>H</th> <th>Min.</th> <th>s</th> <th>TOTAL (s)</th> <th>H</th> <th>Min.</th> <th>s</th> <th>TOTAL (s)</th> <th>Segundos</th> <th>Minutos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Descarga de buje de cartón</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Montar bobina</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Empalme de bobina</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Remover molde de bolsa de la máquina</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Preparar nuevo molde de bolsa</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>Instalar molde de bolsa en la máquina</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Configuración de rodillos de transporte</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>Configurar paletas</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Ajustar sello y longitud de bolsa</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Registrar la fotocelda</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Pruebas y ajustes de bolsa</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Bolseo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="14" style="text-align: right;">TOTAL</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | PROMEDIO | | ELEMENTOS | | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | Segundos | Minutos | 1 | Descarga de buje de cartón | | | | | | | | | | | | | | | 2 | Montar bobina | | | | | | | | | | | | | | | 3 | Empalme de bobina | | | | | | | | | | | | | | | 4 | Remover molde de bolsa de la máquina | | | | | | | | | | | | | | | 5 | Preparar nuevo molde de bolsa | | | | | | | | | | | | | | | 6 | Instalar molde de bolsa en la máquina | | | | | | | | | | | | | | | 7 | Configuración de rodillos de transporte | | | | | | | | | | | | | | | 8 | Configurar paletas | | | | | | | | | | | | | | | 9 | Ajustar sello y longitud de bolsa | | | | | | | | | | | | | | | 10 | Registrar la fotocelda | | | | | | | | | | | | | | | 11 | Pruebas y ajustes de bolsa | | | | | | | | | | | | | | | 12 | Bolseo | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | PROMEDIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELEMENTOS | | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | Segundos | Minutos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Descarga de buje de cartón | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Montar bobina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Empalme de bobina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Remover molde de bolsa de la máquina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Preparar nuevo molde de bolsa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Instalar molde de bolsa en la máquina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Configuración de rodillos de transporte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Configurar paletas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Ajustar sello y longitud de bolsa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Registrar la fotocelda | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Pruebas y ajustes de bolsa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Bolseo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.3.4. Tiempos cronometrados

Se realizó la toma de tiempos con el uso de un cronómetro y por medio del método continuo de lectura de reloj. El resultado de los tiempos cronometrados actuales se representa en la hoja de estudio de tiempos que se describe en la figura 20.

Figura 20. Tiempos cronometrados de Bolseo-Empaque

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|----------|------|-----------------------------------|------------------|----------|------|------------------------------------|------------------|----------|------|-------|------------------|-----------------|---------|---------------|
| Fecha de estudio: 12/4/2013 | | | | Hoja: 1/1 | | | | Envases y Sellos, S. A. | | | | | | | | |
| No. de personas: 1 | | | | HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | Método: actual | | | | | | | | |
| Departamento: Producción | | | | Hora: 11:00 AM | | | | Analista: Mynor Alejandro González | | | | | | | | |
| Operación: BOLSEO-EMPAQUE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: Marvin Ispanco | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de máquina: BLS20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | PROMEDIO | | |
| | ELEMENTOS | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | H | Min. | s | TOTAL (s) | Segundos | Minutos | |
| 1 | Descarga de buje de cartón | 0 | 0 | 51,62 | 51,62 | 0 | 0 | 57,68 | 57,68 | 0 | 0 | 48,65 | 48,65 | 52,65 | 0,88 | |
| 2 | Montar bobina | 0 | 2 | 33,12 | 153,12 | 0 | 2 | 45,38 | 165,38 | 0 | 2 | 33,18 | 153,18 | 157,23 | 2,62 | |
| 3 | Empalme de bobina | 0 | 0 | 45 | 45 | 0 | 0 | 31,85 | 31,85 | 0 | 0 | 57,55 | 57,55 | 44,8 | 0,75 | |
| 4 | Remover molde de bolsa de la máquina | 0 | 1 | 19,81 | 79,81 | 0 | 1 | 15,34 | 75,34 | 0 | 1 | 43,76 | 103,76 | 86,303 | 1,44 | |
| 5 | Preparar nuevo molde de bolsa | 0 | 13 | 9,65 | 789,65 | 0 | 10 | 19,79 | 619,79 | 0 | 12 | 21,64 | 741,64 | 717,03 | 11,95 | |
| 6 | Instalar molde de bolsa en la máquina | 0 | 2 | 13,86 | 133,86 | 0 | 2 | 9,57 | 129,57 | 0 | 2 | 45,11 | 165,11 | 142,85 | 2,38 | |
| 7 | Configuración de rodillos de transporte | 0 | 6 | 57,63 | 417,63 | 0 | 5 | 45,66 | 345,66 | 0 | 8 | 25,15 | 505,15 | 422,81 | 7,05 | |
| 8 | Configurar paletas | 0 | 3 | 36,61 | 216,61 | 0 | 2 | 51,61 | 171,61 | 0 | 1 | 48 | 108 | 165,41 | 2,76 | |
| 9 | Ajustar sello y longitud de bolsa | 0 | 2 | 43,87 | 163,87 | 0 | 3 | 15 | 195 | 0 | 3 | 19,87 | 199,87 | 186,25 | 3,10 | |
| 10 | Registrar la fotocelda | 0 | 0 | 51,62 | 51,62 | 0 | 0 | 36 | 36 | 0 | 0 | 24,6 | 24,6 | 37,407 | 0,62 | |
| 11 | Pruebas y ajustes de bolsa | 0 | 5 | 27,64 | 327,64 | 0 | 6 | 25,25 | 385,25 | 0 | 5 | 33,25 | 333,25 | 348,71 | 5,81 | |
| 12 | Bolseo | 4 | 25 | 12 | 15912 | 4 | 23 | 15,34 | 15795,34 | 4 | 24 | 39,62 | 15879,62 | 15862 | 264,37 | |
| | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | | 303,73 |

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.3.5. Factor de calificación

El procedimiento de evaluar el factor de calificación fue el mismo al de impresión, laminación y de corte. Los resultados de la evaluación del Área de Laminación se compararon con la tabla comparativa del criterio Westin House ubicada en el anexo 2. El resultado se representa en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Factor de calificación de Bolseo-Empaque**

| | | |
|---------------------|-------|-------|
| Habilidad | C | +0,05 |
| Consistencia | B | 0,00 |
| Esfuerzo | C | +0,05 |
| Condiciones | A | +0,05 |
| | TOTAL | 0,15 |
| | FC | 1,15 |

Fuente: elaboración propia.

El factor de calificación es 1,15

Con el factor de calificación se procede a calcular el tiempo normal, representado como "TN". Se calcula con la siguiente fórmula:

$$TN = \text{tiempo cronometrado} * \text{factor de calificación}$$

$$TN = (303,73) (1,15) = 349,28$$

2.1.5.3.6. Determinación de suplementos

Para determinar el valor de los suplementos se tomó en cuenta la tabla "Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de tiempos normales", del anexo 3. Se asignaron los valores según inspecciones en la planta mientras se realiza el proceso. Los resultados se representan en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Suplementos área de Bolseo-Empaque**

| SUPLEMENTOS | % |
|--|-----------|
| 1. Suplementos constantes | |
| Suplementos por necesidades personales | 5 |
| Suplementos base por fatiga | 4 |
| 2. Suplementos variables | |
| B. Suplemento por postura anormal | |
| Ligeramente incómoda | 0 |
| F. Concentración intensa | |
| Trabajos de gran precisión | 5 |
| G. Ruido | |
| Intermitente y fuerte | 2 |
| H. Tensión mental | |
| Dividida entre muchos objetos | 4 |
| I. Monotonía | |
| Bastante monótono | 1 |
| TOTAL | |
| Suplementos constantes | 9 |
| Suplementos variables | 12 |
| Total suplementos | 21 |

Fuente: elaboración propia.

El total de suplementos en el Área de Impresión es de 21 por ciento. Los suplementos y el tiempo normal serán de gran utilidad para calcular el tiempo estándar.

2.1.5.3.7. Tiempo estándar

Se calculó con base a los ciclos que serán descritos en los ciclos del proceso en el estudio de métodos.

La fórmula utilizada para el cálculo del tiempo estándar es la siguiente:

$$TE = TN (1 + \text{suplementos})$$

Siendo:

TE= tiempo estándar

TN= tiempo normal

Tomando en cuenta la fórmula y con los datos calculados anteriormente se calculó el tiempo estándar del ciclo 1.

$$TE = 34,28 (1 + \text{suplementos})$$

$$TE = 349,28 (1,21)$$

$$TE = 422,64 \text{ minutos}$$

El tiempo estándar del ciclo 1 de Bolseo-Empaque es de 423,64 minutos.

2.1.5.4. Estudio de métodos

Este estudio pretende analizar cada elemento del proceso relacionado con la máquina utilizada para obtener los tiempos productivos e improductivos de la máquina y del operario. Además es importante tomar en cuenta que para el proceso de empaques flexibles, la diferencia entre el ciclo uno y los demás ciclos.

2.1.5.4.1. Diagrama Hombre-Máquina

El Diagrama Hombre-Máquina representa los tiempos productivos e improductivos de la máquina y el tiempo de acción del operario. El diagrama del Área de Bolseo-Empaque es el siguiente:

Figura 21. **Diagrama Hombre-Máquina actual área de Bolseo-Empaque**

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Bolseo-Empaque
 Código máquina: BLS20
 Departamento: Producción

Página número: 1 de: 2
 Fecha: 29 de mayo de 2013
 Método: actual
 Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Selladora BLS20 | Tiempo Min. |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| Descargar buje de cartón | 0,88 | Descargar buje de cartón | 0,88 |
| Cargar bobina | 2,62 | Cargar bobina | 2,62 |
| Empalme de bobina | 0,75 | Empalme de bobina | 0,75 |
| Remover molde de bolsa de la máquina | 1,44 | Remover molde de bolsa de la máquina | 1,44 |
| Preparar nuevo molde de bolsa | 11,95 | | |
| Instalar molde de bolsa en la máquina | 2,38 | Instalar molde de bolsa en la máquina | 2,38 |
| Configurar rodillos de transporte | 7,05 | Configurar rodillos de transporte | 7,05 |
| Configurar paletas | 2,76 | Configurar paletas | 2,76 |
| Ajustar sello y longitud de bolsa | 3,1 | Arranque de máquina | 9,53 |
| Registrar la fotocelda | 0,62 | | |
| Pruebas y ajustes | 5,81 | | |

Continuación de la figura 21.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Bolseo-Empaque

Página número: 2

de: 2

Código máquina: BLS20

Fecha: 29 de mayo de 2013

Departamento: Producción

Método: actual

Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Selladora BLS20 | Tiempo Min. |
|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | | |
| Empaque | 264,37 | Bolseo | 264,37 |
| ----- | | | |
| Descargar buje de cartón | 0,88 | Descargar buje de cartón | 0,88 |
| Carga bobina | 2,62 | Cargar bobina | 2,62 |
| Empalme de bobina | 0,75 | Empalme de bobina | 0,75 |
| Empaque | 264,37 | Bolseo | 264,37 |
| ----- | | | |

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.4.2. Tiempos productivos e improductivos

Por medio del Diagrama Hombre-Máquina se realiza un resumen de los resultados en la tabla XV.

Tabla XV. **Tiempos productivos e improductivos de Bolseo-Empaque**

| Método: actual | | Hombre | Máquina | |
|----------------|-----------------|--------|-------------|-------|
| Ciclo | Tiempo de ciclo | Acción | Utilización | Ocio |
| 1 | 303,73 | 303,73 | 291,78 | 11,95 |
| 2 en adelante | 268,62 | 268,62 | 268,62 | 0 |

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de tiempo improductivo de máquina de los ciclos se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina} = (\text{tiempo de ocio} / \text{tiempo de ciclo}) * 100$$

- Ciclo 1

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 1} = 11,95 / 303,73 * 100$$

$$\text{Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 1} = 3,93 \%$$

- Ciclo 2 en adelante

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 2 en adelante=
 $0/268,68) * 100$

Porcentaje de tiempo improductivo de máquina ciclo 2 en adelante= 0 %

2.1.5.4.3. Ciclos del proceso

La medición de cada ciclo en el área de Bolseo-Empaque está tomada en cuenta desde la descarga del buje de cartón del pedido anterior hasta finalizar el bolseo de la bobina. El ciclo uno es la preparación de la máquina y el Bolseo-Empaque de la primera bobina. El ciclo dos en adelante consiste en el Bolseo-Empaque de las bobinas restantes del pedido.

2.1.5.4.4. Preparación de máquina

La preparación de la máquina de bolseo consiste en la descarga del molde de bolsa que se utilizó en el pedido anterior, luego se prepara el molde de la nueva bolsa debido a que la bolsa lo más probable es que sea de distintas dimensiones y requiere de otro molde. Además, se debe preparar el tipo de sello y se realizan con el arranque de máquina a velocidad mínima verificando que las bolsas están resultando con las medidas y sellos correctos. La suma de operaciones de la preparación de la máquina en bolseo y empaque es de 39,37 minutos, según Diagrama Hombre-Máquina.

2.1.5.4.5. Productividad

Para el cálculo de productividad en el área de Bolseo-Empaque se presentará con los datos de la estructura del material, en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Estructura de Materiales medición área de Bolseo-Empaque**

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Material 1 | BOPP 25 micras |
| Material 2 | BOPP 25 micras |
| Gramaje de material | 45,6 g/m ² |
| Peso | 40 kg |
| Ancho de bobina | 385 mm |
| Tiempo de operación de bolseo | 264,37 minutos |

Fuente: elaboración propia.

Los datos de la bolsa son:

Base de la bolsa= 18,2 cm, altura de la bolsa= 27,5 cm

Se realiza la conversión del gramaje de material dado en g/m² para pasarlo a kilogramos por metro cuadrado.

$$\text{El gramaje en kilogramos} \quad \frac{45,6 \text{ g}}{\text{m}^2} * \frac{\text{kg}}{1\,000 \text{ g}} = 0,0456 \text{ kg/m}^2$$

Luego se calculó el área bolseada de la siguiente manera:

$$A = \frac{40 \text{ kg}}{0,456 \text{ kg/m}^2}$$

$$A = 877,19 \text{ m}^2$$

Los metros balseados se calcularon así:

$$A = b \cdot h$$

A= área

b= base

h= altura

$$h = b/A$$

$$h = \frac{877,19 \text{ m}^2}{0,385 \text{ m}}$$

$$h = 2\,278,415 \text{ m}$$

La productividad se calculó de la siguiente manera:

- Número de bolsas

Número de bolsas= número de metros/altura de cada bolsa

$$\text{Número de bolsas} = 2\,278,415 \text{ m} / 0,275 \text{ m}$$

$$\text{Número de bolsas} = 8\,285,14 \text{ bolsas}$$

- Balseo

Bolsas por minuto= número de bolsas/tiempo de operación de balseo

$$\text{Bolsas por minuto} = 8\,285,14 \text{ bolsas} / 264,37 \text{ minutos}$$

$$\text{Bolsas por minuto} = 31,3 \text{ bolsas/min}$$

Convirtiendo a metros por minuto

$$31,3 \text{ bolsas/min} * 0,275 \text{ m/bolsa} = 8,61 \text{ metros/min}$$

2.1.5.4.6. Evaluación de métodos

Los tiempos de preparación generan ocio en la máquina, en el ciclo uno el tiempo improductivo de máquina es de 3,93 por ciento, es el tiempo en el que la máquina se mantiene detenida, aparentemente es poco, pero los ciclos de Bolseo-Empaque son bastante extensos debido a que la productividad es de 8,61 metros/minuto, es baja, por lo que sería ideal reducir el tiempo improductivo de la máquina para que el proceso de Bolseo-Empaque genere las menores pérdidas de tiempo posibles.

2.1.5.5. Recurso humano

El Bolseo-Empaque lo trabaja un solo operario, es el encargado de preparar la máquina, trabajarla, realizar las pruebas y de empacar las bolsas.

2.1.5.6. Calidad

La calidad de las bolsas las verifica el operario en el momento en que están siendo cortadas y al final del proceso. Cada cierto tiempo es extraída una bolsa y se le realizan mediciones, se comprueba la calidad del sello para verificar que las bolsas están cumpliendo con las características que debe poseer el producto final.

2.1.5.7. Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo marcan una variación para el cálculo de los tiempos estándar, según observaciones en los recorridos del proceso se logró analizar que el ruido era bastante alto en el Área de Bolseo-Empaque.

El operario en ocasiones utilizaba malas posturas a la hora de montar y desmontar bobinas. Se practican actos inseguros en el empalme de bobina, preparación e instalación de nuevo molde de bolsa y en la configuración de rodillos de transporte de la máquina.

Existe poca ventilación debido a que se sienten los olores de otras áreas y se siente un ambiente encerrado, además se pudo identificar que existen algunos riesgos a la hora de realizar las operaciones.

2.2. Optimización del proceso de conversión del empaque flexible polipropileno biorientado

A continuación se muestra la manera de optimizar el proceso de conversión del empaque flexible de polipropileno biorientado.

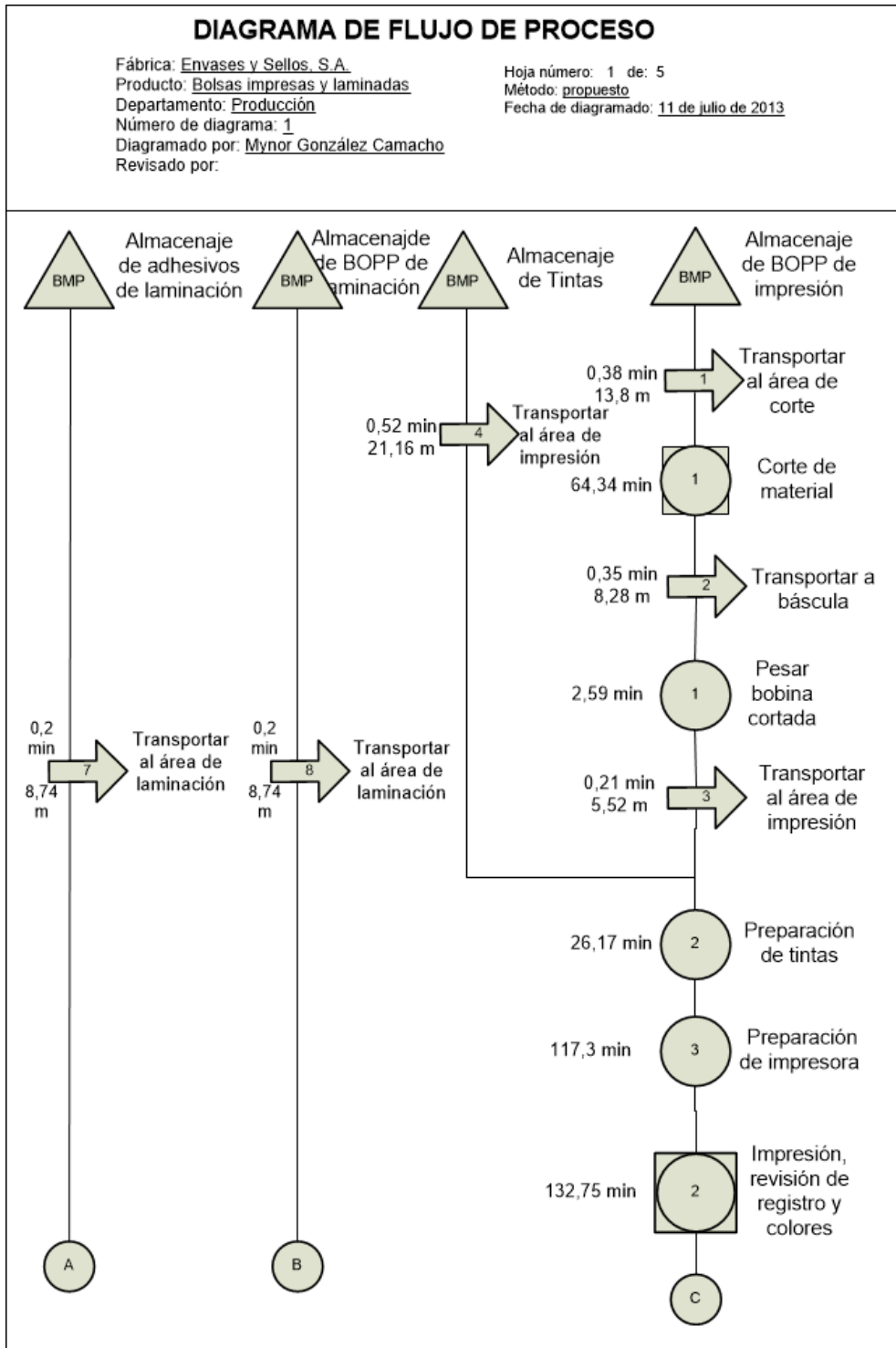
2.2.1. Diagrama de Flujo

El propuesto consiste en la implementación de un cambio en el recorrido del producto terminado, luego de que las bolsas ya están empacadas el producto se traslada a pesarse en una trayectoria corta y de una manera directa. No se redujo la cantidad de transportes, ya que presenta 14, sin embargo, la cantidad de metros que el producto recorre luego de realizadas las

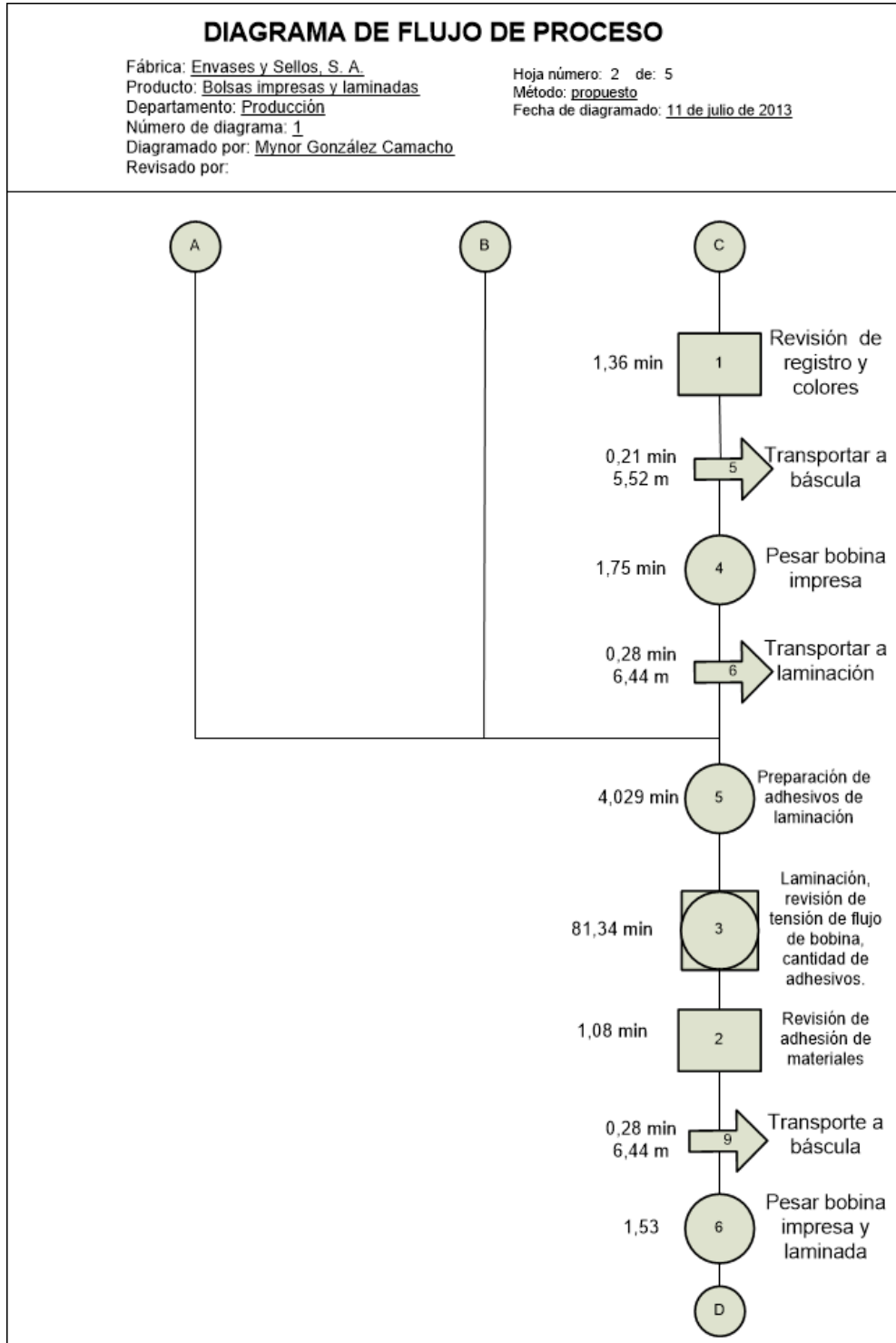
bolsas son mas cortas, por lo tanto el tiempo y distancia son los valores cuantitativos que se optimizan.

El Diagrama de Flujo que se propone es mostrado en la figura 22.

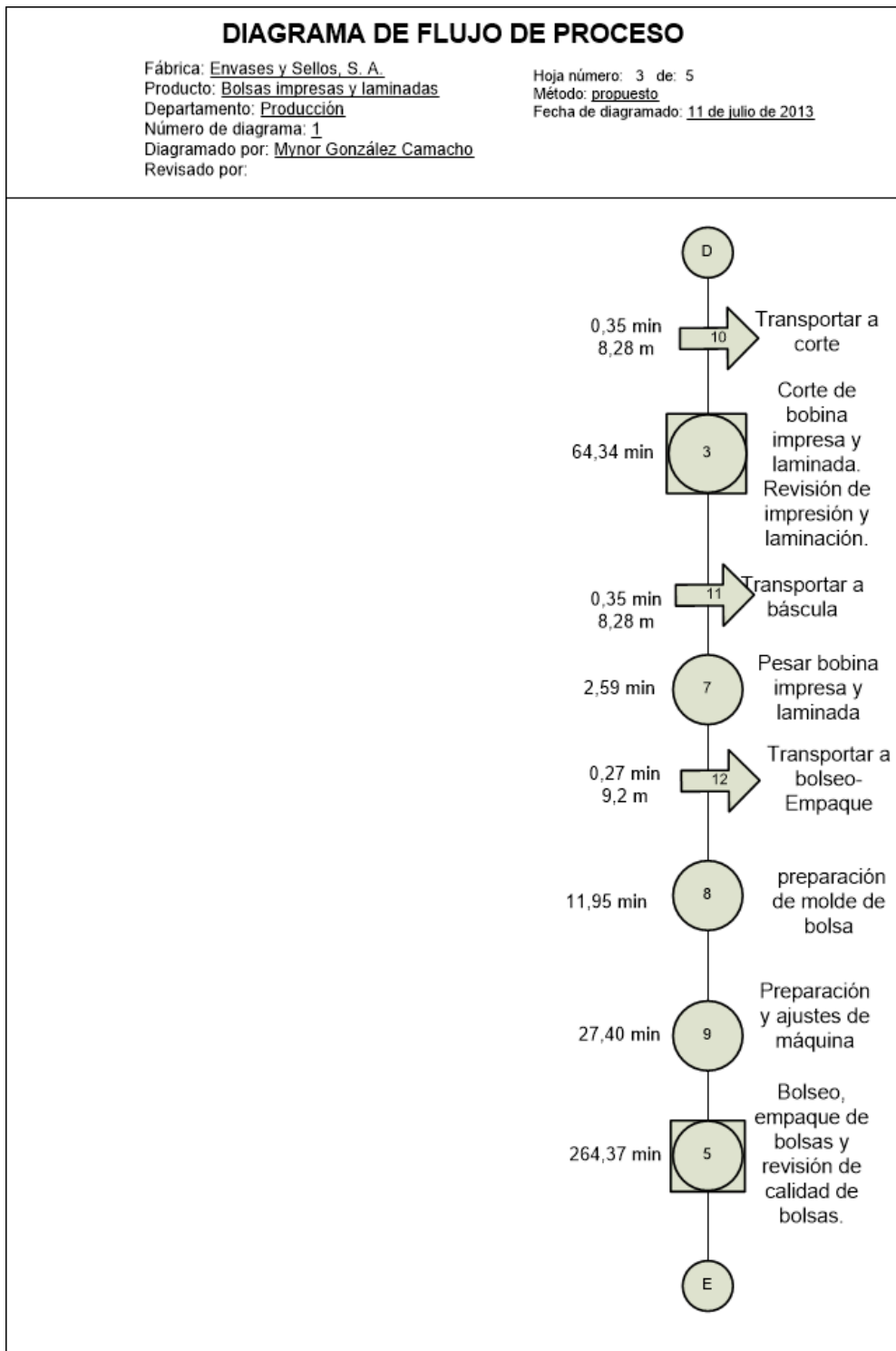
Figura 22. Diagrama de Flujo propuesto



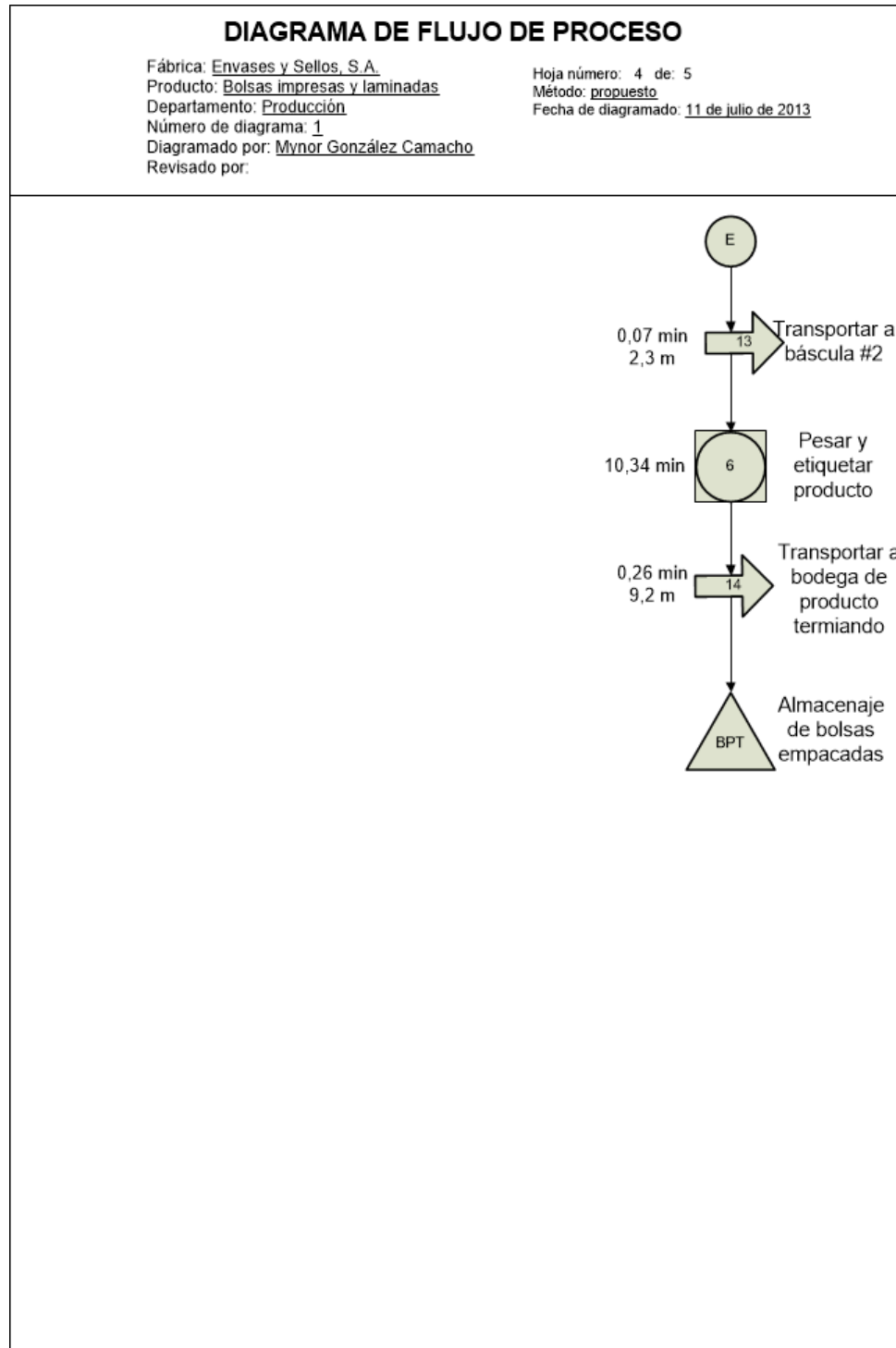
Continuación de la figura 22.









Continuación de la figura 22.



Continuación de la figura 22.



Continuación de la figura 22.

| DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO | | | | |
|---|---------------------|---|---------------------|----------------------|
| Fábrica: <u>Envases y Sellos, S. A.</u> | | Hoja número: 5 de: 5 | | |
| Producto: <u>Bolsas impresas y laminadas</u> | | Método: <u>propuesto</u> | | |
| Departamento: <u>Producción</u> | | Fecha de diagramado: <u>11 de julio de 2013</u> | | |
| Número de diagrama: <u>1</u> | | | | |
| Diagramado por: <u>Mynor González Camacho</u> | | | | |
| Revisado por: | | | | |
| CUADRO RESUMEN | | | | |
| Símbolo | Descripción | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
|  | Operación | 9 | 195,31 | 0 |
|  | Inspección | 2 | 2,44 | 0 |
|  | Operación combinada | 6 | 617,48 | 0 |
|  | Transporte | 14 | 3,93 | 121,91 |
|  | Demora | 0 | 0 | 0 |
|  | Bodega | 5 | 0 | 0 |
| TOTAL | | 36 | 819,16 | 121,91 |

Fuente: elaboración propia.

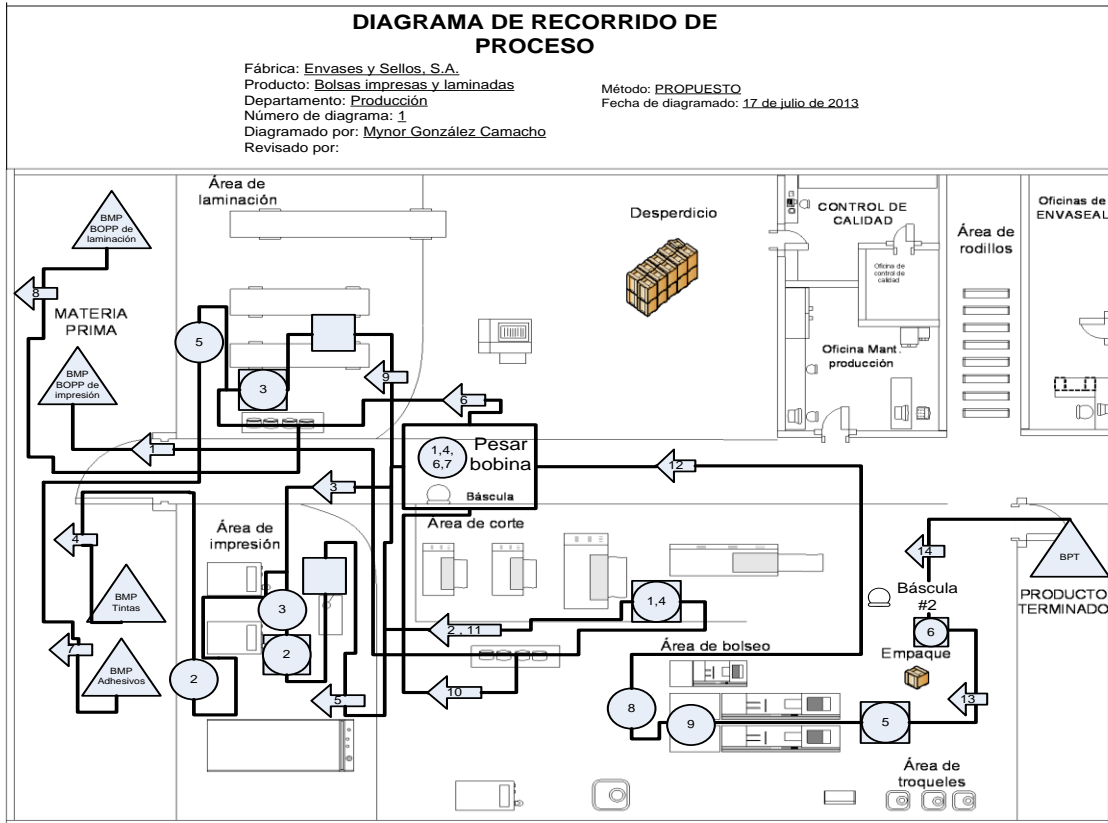
2.2.2. Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido propuesto se representa la implementación de un nuevo elemento, es el uso de una báscula industrial ubicado en el área de Bolseo-Empaque. Este aparato que determina la masa de los cuerpos y de una manera muy práctica es usado luego de cada operación a lo largo del proceso. Después del corte, impresión, laminación y el bolseo.

La báscula se mantiene bastante saturada, por lo tanto una nueva báscula ubicada en cerca del empaque mejora el flujo de las operaciones de corte, impresión y laminación debido a que el producto empaquetado no interrumpirá el proceso de pesar producto al igual que el empaquetado no tendrá que transportarse hasta las demás áreas para poderse clasificar y volver a llevarlo a largas distancias para colocarlo en la bodega de producto terminado.

El diagrama de recorrido que se propone es el siguiente:

Figura 23. Diagrama de recorrido propuesto



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Visio.

Tanto el Diagrama de Flujo, como el de recorrido tienen como objetivo mejorar el transporte del material, ya no debe ir hasta la báscula #1 a pesarse. Se debe mencionar que el material empacado es bastante pesado, ya que contiene una cantidad grande de bolsas. Si el material es pesado, en la báscula #1 es probable que genere saturación atrasando a los materiales que se pesan provenientes de las áreas de impresión, laminación y corte debido a que pesar el material empacado requiere de mayor tiempo porque es más pesado.

Para ello se propone la adquisición una báscula industrial como se mira en el Diagrama de Recorrido propuesto como báscula Núm. 2. En el lugar donde se ubica la báscula Núm. 2 se tendrá un flujo del proceso más directo, el transporte del material empacado será más corto, requerirá de menos esfuerzo por parte del operario, se reducirá el tiempo y además eliminará la probabilidad de que se provoquen saturaciones en la báscula uno.

2.3. Proceso de impresión

A continuación se realiza una descripción del proceso de impresión enfocado en un nuevo método propuesto de utilización de máquina en relación al operario, se representa en un Diagrama Hombre-Máquina y se evalúan los resultados.

2.3.1. Descripción del proceso

El diagrama propuesto pretende minimizar los tiempos improductivos de la máquina que se representa en el Diagrama Hombre-Máquina actual del Área de Impresión. En la preparación de la máquina para un nuevo pedido que consiste en operaciones como la preparación de tintas y de portaclichés se puede ver que el operador de la impresora al terminar el pedido anterior tiene que detener la máquina. El proceso de preparación necesita una inversión alta de tiempo por parte del operario debido a la precisión y exactitud con la que se debe hacer, mientras tanto la máquina y el proceso se mantienen detenidos.

2.3.1.1. Métodos

El Diagrama Hombre-Máquina representa los tiempos productivos e improductivos de la máquina y el tiempo de acción del operario con método propuesto.

2.3.1.1.1. Diagrama Hombre-Máquina

El diagrama propuesto del Área de Impresión se describe en la figura 24.

Figura 24. Diagrama Hombre máquina propuesto Área de Impresión

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Impresión

Página número: 1

de: 5

Código máquina: IMP04

Fecha: 12 de mayo de 2013

Departamento: Producción

Hecho por: Mynor González

Método: Propuesto

| Operador 1 | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. | Operador auxiliar | Tiempo Min. |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| Descarga de bobina | 1,47 | Descargar bobina | 1,47 | | |
| Pesar bobina | 1,76 | | | | |
| Limpiar bandejas de tinta | 2,67 | Limpiar bandejas de tinta | 2,67 | | |
| Limpieza de rodillos | 3,16 | Limpieza de rodillos | 3,16 | | |
| Desmontar portaclichés | 3,56 | Desmontar portaclichés | 3,56 | | |
| Montar Portaclichés | 2,47 | Montar Portaclichés | 2,47 | | |
| Agregar tintas | 4,26 | Agregar tintas | 4,26 | | |
| Ordenar estación de trabajo | 2,95 | | | | |
| Ajustar rodillos | 6,46 | Arranque de máquina | 6,46 | | |
| Pruebas y ajustes de registro y color | 26,045 | Impresión de prueba | 26,045 | | |

Continuación de la figura 24.

| ENVASEAL | | | | | |
|--|-------------|---------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| Diagrama Hombre-Máquina | | | | | |
| Operación: Impresión | | Pagina número: 2 | | de: 5 | |
| Código máquina: IMP04 | | Fecha: 12 de mayo de 2013 | | | |
| Departamento: Producción | | Hecho por: Mynor González | | | |
| Método: Propuesto | | | | | |
| Operador | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. | Operador auxiliar | Tiempo Min. |
| | | | | | |
| Inspección de registro y color | 6,07 | | | | |
| Ajustes | 6,68 | Ajustes | 6,68 | | |
| Montar bobina | 1,18 | Montar bobina | 1,18 | | |
| Montar buje de cartón | 0,71 | Montar buje de cartón | 0,71 | | |
| Revisión de registro, colores y material | 131,26 | Impresión | 131,26 | | |

Continuación de la figura 24.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Impresión

Página número: 3

de: 5

Código máquina: IMP04

Fecha: 12 de mayo de 2013

Departamento: Producción

Hecho por: Mynor González

Método: Propuesto

| Operador | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. | Operador auxiliar | Tiempo Min. |
|----------|-------------|-----------------|-------------|---------------------------------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | Preparación de tintas | 26,16 |
| | | | | Instalar sellos en portaclichés | 44,26 |

Continuación de la figura 24.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Impresión
 Código máquina: IMP04
 Departamento: Producción
 Método: Propuesto

Página número: 4 de: 5
 Fecha: 12 de mayo de 2013
 Hecho por: Mynor González

| Operador | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. | Operador auxiliar | Tiempo Min. |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Inspección final | 1,36 | | | | |
| Descarga de bobina | 1,47 | Descarga de bobina | 1,47 | | |
| Pesar bobina | 1,75 | | | | |

Continuación de la figura 24.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Impresión

Página número: 5

de: 5

Código máquina: IMP04

Fecha: 12 de mayo de 2013

Departamento: Producción

Hecho por: Mynor González

Método: Propuesto

| Operador | Tiempo Min. | Impresora IMP04 | Tiempo Min. | Operador auxiliar | Tiempo Min. |
|---|-------------|---------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| | | | | | |
| Montaje de bobina | 1,17 | Montaje de bobina | 1,17 | | |
| Montaje de buje de cartón | 0,71 | Montaje de buje de cartón | 0,71 | | |
| Revisión de registro, colores y material | 131,26 | Impresión | 131,26 | | |
| <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> | | | | | |
| Inspección final | 1,36 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

2.3.1.1.2. Tiempos productivos e improductivos

Los tiempos del Diagrama Hombre-Máquina propuesto se resumen en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Tiempos productivos e improductivos método propuesto de impresión**

| Método: propuesto | | Operador 1 | Operador auxiliar | Máquina | |
|-------------------|-----------------|------------|-------------------|-----------------|-------|
| Ciclo | Tiempo de ciclo | Acción | Acción | Utiliza ción | Ocio |
| 1 | 202,07 | 202,07 | 70,42 | 189,93 | 12,14 |
| 2 en adelante | 137,76 | 137,76 | 0 | 134,65 | 3,11 |

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de tiempo improductivo de máquina del ciclo 1 se calculó así:

$$\text{Tiempo improductivo} = (\text{tiempo de ocio} / \text{tiempo de ciclo}) * 100$$

$$\text{Tiempo improductivo ciclo 1} = (12,14 / 202,07) * 100$$

$$\text{Tiempo improductivo ciclo 1} = 6,01 \%$$

Se calculó de igual manera para el ciclo 2 en adelante:

$$\text{Tiempo improductivo ciclo 2} = (3,11 / 137,76) * 100$$

$$\text{Tiempo improductivo ciclo 2} = 2,26 \%$$

El porcentaje de acción del operador auxiliar se calculó así:

$$\text{Tiempo improductivo operador auxiliar} = (\text{tiempo de acción operador auxiliar} / \text{tiempo de ciclo}) * 100$$

$$\text{Tiempo improductivo operador auxiliar} = (70,42 / 202,07) * 100$$

Tiempo improductivo operador auxiliar= 34,85 %

2.3.1.1.3. Ciclos del proceso

El método propuesto genera un cambio en el primer ciclo de impresión, debido a que se genera un porcentaje bastante alto de tiempo improductivo de máquina. Al reducir los tiempos improductivos en el ciclo uno acelera la preparación de la máquina, por lo tanto todo el proceso de impresión y los pedidos podrán trabajarse con mayor facilidad. El ciclo dos y los restantes del pedido mantienen el mismo método, ya que el porcentaje de tiempo improductivo no es tan alto.

2.3.1.1.4. Preparación de máquina

El método propuesto consiste en adelantar la preparación de la impresora en el momento que indica el Diagrama Hombre-Máquina. El momento de acción empieza en el pedido anterior, cuando este termine la máquina estará lista para trabajar el nuevo pedido y no perderá tanto tiempo en la preparación. El tiempo de preparación de máquina del método propuesto es de 69,36 minutos, según el Diagrama Hombre-Máquina.

2.3.1.1.5. Productividad

La productividad de la máquina del método propuesto se mantiene igual trabajando a 33,14 metros/minuto, sin embargo, debido a que el tiempo de preparación de máquina pretende reducir hasta 75,77 minutos, en ese tiempo la máquina ya estaría produciendo: $75,77 \text{ minutos} * 33,14 \text{ metros/minuto} = 4\ 809,60$ metros de material impreso en el primer ciclo de impresión.

2.3.2. Inspecciones de calidad

A continuación se describen los nuevos métodos de trabajo enfocados en la calidad y se propone el uso de un nuevo equipo.

2.3.2.1. Descripción

Las inspecciones de calidad en el nuevo método, propone que la realicen tres personas: el operario, el supervisor y el inspector de calidad. Al terminar el pedido el operario debe hacer un llamado al supervisor y al inspector para que esta inspección se realice. Elaborando el mismo procedimiento de extraer un pedazo de material impreso y colocarlo en la mesa, con la diferencia que las tres personas que lo realicen deben contar con la herramienta propuesta que es una lupa para inspeccionar colores y registro conocida como: cuenta hilos.

2.3.2.2. Equipo propuesto

La herramienta propuesta es una lupa para inspeccionar el tono de los colores y el registro de impresión llamada: cuenta hilos, de esta manera se tiene una visión clara para llegar a conclusiones más objetivas y tomar mejores decisiones.

Figura 25. **Lupa de inspección: cuenta hilos**



Fuente: <http://www.dicsa.es/tienda/images/01.07.02.gif>. Consulta: 7 de noviembre de 2013.

2.3.3. Recurso humano

El nuevo método es una reestructuración de personal, que consiste en la aplicación de un operario auxiliar que esté capacitado para realizar la preparación de la máquina, mientras el pedido anterior todavía este en proceso, de manera que cuando este pedido termine de imprimirse el siguiente ya esté listo para trabajarse. Las operaciones que el operador auxiliar debe realizar son: preparación de tintas y la instalación o montaje de los clichés.

El operario auxiliar puede realizar una rotación de otra área de trabajo, no necesariamente debe haber un operario solo dedicado a esta, pero debe de estar muy bien sincronizado y organizado para que se realice efectivamente.

El momento de la acción del operador auxiliar se indica en el Diagrama Hombre-Máquina propuesto en la tercera columna, se indica el momento aproximado dónde podría empezar a realizar esa tarea, de manera que los tiempos sean mejor aprovechados.

2.3.4. Condiciones de trabajo

Para implementar mejoras en los métodos es necesario tratar de mejorar las condiciones laborales que permitan que los operarios ejecuten sus tareas sin fatiga innecesaria.

2.3.4.1. Ventilación

El acceso de oxígeno al operario es importante, ya que si lo tienen aumentan la intensidad de trabajo, se renueva el aire de la planta y se eliminan polvos o gases. Por eso se debe aprovechar al máximo el acceso natural que

pueda haber. Debido a esto se realizaron cálculos para determinar el área de acceso de oxígeno que debe tener el Área de Impresión.

Para calcular el volumen se dividió el área total en 2 secciones; la primera contiene de 8,28 metros de largo y 4,6 metros de ancho. La segunda es de 5,98 metros de largo y 2,3 metros de ancho, tomando en cuenta que la altura de la planta es de 8,5 metros.

El volumen de la sección 1 se calculó así:

$$\text{Volumen} = \text{largo} * \text{ancho} * \text{altura}$$

$$V = (8,28)(4,6)(8,5)$$

$$V = 323,74 \text{ m}^3$$

El volumen de la sección 2 se calculó así:

$$\text{Volumen} = \text{largo} * \text{ancho} * \text{altura}$$

$$V = (5,98 \text{ m}) (2,3 \text{ m}) (8,5 \text{ m})$$

$$V = 116,90 \text{ m}^3$$

La cantidad de aire que se debe evacuar se calculó con la siguiente fórmula: $CA = V * No. R/hora$

Donde:

CA= caudal de aire necesario

V= volumen de aire que se desea renovar

No.R= número de renovaciones de aire por hora

El volumen de aire a renovar se calcula con base en los datos representados en el anexo 4. Se asigna 4 debido a que se coloca en la clasificación de talleres.

La cantidad de aire que se debe evacuar de la sección 1, se calculó con la siguiente fórmula:

$$CA= V_{\text{calculado}} \cdot 4$$

$$CA= (323,74) (4)$$

$$CA= 1294,96 \text{ m}^3/\text{h}$$

La cantidad de aire que se debe evacuar de la sección 2, se calculó con la siguiente fórmula:

$$CA= V_{\text{calculado}} \cdot 4$$

$$CA= (116,90)(4)$$

$$CA= 467,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para calcular el área de ventanas que Impresión necesita, se calcula igualando $Q= 1294,96$ y $Q= 467,6$ en la fórmula del caudal: $Q=CAV$. Donde:

C= coeficiente de entrada

A= área de paso de las ventanas en metro cuadrado

V= velocidad del aire

La velocidad del aire es de 2 kilómetros por hora, según medición realizada con anterioridad por parte del Departamento de Producción. Con el coeficiente de entrada se calcula según los datos mostrados en el anexo 4. Se asigna 0,25 debido a que la entrada de aire es en dirección longitudinal.

Sección 1:

$$1\ 294,96 = (0,25) A (2\ 000\ \text{m/h})$$

$$A = 2,58\ \text{m}^2$$

Sección 2:

$$467,6 = (0,25) A (2\ 000\ \text{m/h})$$

$$A = 0,93\ \text{m}^2$$

Suma de las 2 áreas

$$A = 2,58\ \text{m}^2 + 0,93\ \text{m}^2$$

$$A = 3,51\ \text{m}^2$$

El Departamento de Laminación necesita un área 3,51 m² de ventanas.

2.3.4.2. Ergonomía

Para los trabajos de carga de bobinas y de rodillos de la máquina se deben tomar en cuenta las siguientes acciones:

- Mantener la espalda recta y procurar doblar las rodillas al agacharse a levantar la bobina. El objeto debe levantarse cerca del cuerpo, de otro modo, los músculos de la espalda y los ligamentos están sometidos a tensión y aumenta la presión de los discos intervertebrales. Se debe usar las dos manos de forma simétrica al levantar, para evitar lesiones de manos y rodillas. Es necesario mantener siempre la vista en dirección paralela al movimiento de las manos.
- Deben tensarse los músculos del estómago y de la espalda, de manera que esta permanezca en la misma posición durante toda la operación de levantamiento.

- La persona que cargue la bobina debe acercarse al objeto lo más cercano que se pueda, ya que de esta manera lo hará con mayor seguridad. Se deben separar los pies, para mantener un buen equilibrio.
- Es de gran importancia tratar de agarrar firmemente el objeto, utilizando totalmente ambas manos, en ángulo recto con los hombros. Empleando solo los dedos no podrá ser posible agarrar el objeto con firmeza.

Para los trabajos de precisión como la inspección de registro y color, instalar y remover sellos en portaclichés, ajustar rodillos, preparación de tintas, agregar tintas

- Crear un área de trabajo acercándose lo más posible al lugar donde se realizan los trabajos de precisión en la preparación de los clichés, con todas las herramientas necesarias dentro del área de trabajo al alcance de las dos manos. Se debe utilizar de forma simétrica las dos manos aprovechándolas por igual haciendo uso de la gravedad.
- Es recomendable el uso de guantes cuando se tenga contacto con los clichés que tiene residuos de tinta, puede generar contaminaciones de otra tinta o manchas.
- Se necesita tener encendidas las lámparas de las mesas de trabajo de impresión a todo momento que se realicen las inspecciones de calidad, para no forzar la vista, manteniendo además, todas las herramientas dentro del área de trabajo al alcance de las dos manos como cuchillas, lupas, marcadores, entre otras.

- Al momento de instalar los clichés, la postura del operario debe ser firme, sin doblar rodillas, hombros y la espalda, debido a que se hace de pie se debe posicionar el rodillo a una altura de manera que los brazos no se doblen más de 15 grados, con el objetivo de evitar lesiones, teniendo además, mayor comodidad para realizar el trabajo, por lo tanto será más efectivo.
- Mantener la vista en dirección paralela a la posición de las manos, teniendo en cuenta que la muñeca no debe doblar más de 20 grados.

2.3.4.3. Ruido

En Impresión, la cantidad de decibeles es de 85. La determinación de este dato desempeña un papel importante a la hora de armar la matriz de riesgo y toma de decisiones en la mejora de la condición laboral en el Área de Impresión.

2.3.4.4. Riesgos

Se presenta un análisis de riesgos enfocado al operario, que plantea un punto de partida para la toma de decisiones y mejorar las condiciones de trabajo. Todo el sistema es beneficiado debido a que las condiciones incómodas causan fatiga y otros factores al operario haciendo que se pierdan tiempos.

Se analizó cada operación para detallar las posibles consecuencias que podrían causar daño al operario, es la columna 2 llamada: descripción de consecuencias. La columna 3 y 4 son severidad de daño y probabilidad de ocurrencia respectivamente; en estas columnas se asignan valores para

asignarle un valor cuantitativo a cada elemento de la operación haciendo uso de la tabla representada en la figura 26.

Figura 26. **Severidad y frecuencia para cálculo de riesgo**

| | | Severidad | | | | |
|------------|----------------|-----------|----------|-------|---------|----|
| | | leve | moderado | grave | crítico | |
| Frecuencia | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | Muy frecuente | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| | Frecuente | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| | Poco frecuente | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| | Rara vez | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |

Fuente: <http://javiermegias.com/blog/2009/07/gestion-de-riesgos-en-proyectos-ii/> Consulta: 30 de noviembre de 2013.

La columna 5 representa el resultado de la columna 3 y 4. El riesgo resultante que se asigna según los parámetros indicados en la tabla se hace con base en la figura 27.

Figura 27. **Parámetros de decisión de riesgo**

| | | | |
|----------|--------|--------|--------|
| Máximo | Alto | Medio | Bajo |
| 12 al 16 | 8 al 9 | 4 al 6 | 1 al 3 |

Fuente: elaboración propia.

Para asignar los valores cuantitativos a la probabilidad de ocurrencia, se realizaron preguntas a los operarios que laboran diariamente en la estación analizada. Para la asignación de valores de severidad y probabilidad en las consecuencias de daño por adhesivos y tintas se estudiaron las fichas técnicas y de seguridad industrial de los proveedores. Se realizó una matriz de riesgo por cada área de trabajo. Área de Impresión se muestra en la figura 28.

Figura 28. **Matriz de riesgo de impresión**

ENVASEAL

MATRIZ DE RIESGO

Departamento: Producción
 Área: Impresión
 Máquina: IMP04
 Puesto: operador
 Elaborado por: Mynor González

Fecha: 24 de junio de 2013
 Página 1 de 1

| Actividad | Descripción de consecuencias | Severidad | Probabilidad | Riesgo |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------|--------------|--------|
| Limpiar bandejas de tinta | Inhalación de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Absorción de partículas | 3 | 3 | 9 |
| Limpiar rodillos | Lesión en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Preparación de tintas | Inhalación de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Absorción de partículas | 3 | 3 | 9 |
| Agregar tintas | Inhalación de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Absorción de partículas | 3 | 3 | 9 |
| Desmontar portaclichés | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 2 | 3 | 6 |
| Remover sellos | Cortaduras en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Instalar sellos | Cortaduras en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Montar portaclichés | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 2 | 3 | 6 |
| Ajustar rodillos | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Pruebas y ajustes de registro y color | Inhalación de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Absorción de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| | Daños por ruido | 3 | 3 | 9 |
| Inspección de registro y color | Forzar la vista | 1 | 1 | 1 |
| Ajustes de registro y color | Inhalación de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Absorción de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Montar y desmontar bobina | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 2 | 3 | 6 |
| Montar buje de cartón | Lesiones en los dedos | 3 | 1 | 3 |
| Impresión | Daños por ruido | 3 | 3 | 9 |
| Inspección final | Forzar la vista | 1 | 1 | 1 |
| Pesar bobina | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 2 | 3 | 6 |

Fuente: elaboración propia.

2.3.4.5. Equipo propuesto

Tomando en cuenta los factores de severidad y probabilidad que determinan el riesgo de cada actividad, se puede evaluar las acciones del operario y proponer soluciones para reducir sus magnitudes de riesgo. Según los resultados de la matriz de riesgo del Área de Impresión se propone:

- Tapones de oídos: con el objetivo de tener protección auditiva para los operarios de impresión en toda la jornada de trabajo.
- Gafas industriales: para protección visual sobre todo en las actividades de los operarios donde se tenga contacto con las tintas.
- Batas de laboratorio: para la protección de cuerpo a lo largo de toda la jornada de trabajo, para disminuir el riesgo que se puede correr al tener contacto con las tintas.
- Hacer uso de guantes de látex: para protección de manos al momento de preparar y manipular tintas, debido al riesgo que corre la piel del operario al tener contacto con tintas.
- Uso de mascarilla: para protección respiratoria y disminuir el riesgo a la absorción de partículas.

2.4. Proceso de laminación

A continuación se describen las acciones que se deben tomar en cuenta para optimizar el proceso en esta área.

2.4.1. Condiciones de trabajo

Para implementar mejoras en los métodos es necesario tratar de mejorar las condiciones laborales que permitan que los operarios ejecuten sus tareas sin fatiga innecesaria.

2.4.1.1. Ventilación

Se realizaron cálculos para determinar el área de acceso de oxígeno que debe tener el Área de Laminación. Cuenta con 6,89 metros de largo y 7,82 metros de ancho, tomando en cuenta que la altura de la planta es de 8,5 metros.

$$\begin{aligned}\text{Volumen} &= \text{ancho} * \text{largo} * \text{altura} \\ V &= (7,82 \text{ m}) (6,89 \text{ m}) (8,5 \text{ m}) \\ V &= 458,64 \text{ m}^3\end{aligned}$$

La cantidad de aire que se debe evacuar se calculó con la siguiente fórmula: $CA= V * \text{No. R/hora}$

Donde: CA= caudal de aire necesario

V= volumen de aire que se desea renovar

No.R= número de renovaciones de aire por hora

El volumen de aire a renovar se calcula con base en los datos representados en el anexo 4. Se asigna 4 debido a que se coloca en la clasificación de talleres.

$$CA = V_{\text{calculado}} \cdot 4$$

$$CA = (458,64)(4)$$

$$CA = 1\,834,56$$

Para calcular el área de ventanas que Laminación necesita se calcula igualando $Q = 1\,834,56$ en la fórmula del caudal: $Q = CAV$.

Donde:

C= coeficiente de entrada

A= área de paso de las ventanas en metro cuadrado

V= velocidad del aire

La velocidad del aire es de 2 kilómetros por hora, según medición realizada con anterioridad por parte del Departamento de Producción. El coeficiente de entrada se calcula según los datos mostrados en el anexo 4. Se asigna 0,25 debido a que la entrada de aire es en dirección longitudinal.

$$1\,834,56 = (0,25) A (2\,000\text{m/h})$$

$$A = 3,66 \text{ m}^2$$

El Departamento de Laminación necesita un área $3,66 \text{ m}^2$ de ventanas.

2.4.1.2. Ergonomía

Para los trabajos de precisión, como preparar y agregar adhesivos, ajustes de calibración e inspección de adhesión de materiales, se deben tomar en cuenta las siguientes acciones:

- Poner toda la atención y cuidado al manejo de los adhesivos, crear el área de trabajo con las herramientas al alcance del operario, haciendo uso correcto del equipo de protección, ya que es significativo para la condición óptima del operario.
- Para los ajustes de tensión y calibración se debe tener cuidado en la atención que se le pone a las manos, debido a que el operario a la hora de calibrar los rodillos tiene la vista en otro lado, para hacer esto debe estar altamente calificado. Tomar en cuenta que las muñecas no deben doblarse más de 20 grados ni los brazos más de 15, grados para evitar lesiones.

2.4.1.3. Ruido

En Laminación la cantidad de decibeles es de 82. La determinación de este dato desempeña un papel importante a la hora de armar la matriz de riesgo y toma de decisiones en la mejora de la condición laboral en esta área.

2.4.1.4. Riesgos

La matriz de riesgo del Área de Laminación se describe en figura 29.

Figura 29. **Matriz de riesgo de Laminación**

ENVASEAL

MATRIZ DE RIESGO

Departamento: Producción
 Área: Laminación
 Máquina: LMN10
 Puesto: operador
 Elaborado por: Mynor González

Fecha: 24 de junio de 2013
 Página 1 de 1

| Actividades | Descripción de consecuencias | Severidad | Probabilidad | Riesgo |
|----------------------------------|------------------------------|-----------|--------------|--------|
| Cortes de bujes de cartón | Cortaduras en los dedos | 3 | 1 | 3 |
| Empalme de bobina | Cortaduras en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Preparar adhesivos | Inhalación de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Absorción de partículas | 3 | 3 | 9 |
| Agregar adhesivos | Inhalación de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Absorción de partículas | 3 | 3 | 9 |
| Ajustes de tensión y calibración | Lesiones en los dedos | 1 | 1 | 1 |
| | Daños por ruido | 3 | 3 | 9 |
| Laminación | Daños por ruido | 3 | 3 | 9 |
| | Inhalación de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Quemaduras por incendio | 4 | 2 | 6 |
| | Absorción de partículas | 3 | 3 | 9 |
| Limpieza de rodillos | Inhalación de partículas | 3 | 3 | 9 |
| | Absorción de partículas | 3 | 3 | 9 |
| Montar y desmontar bobina | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 2 | 3 | 6 |
| Pesar bobina | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 3 | 2 | 6 |

Fuente: elaboración propia.

2.4.1.5. Equipo propuesto

Tomando en cuenta los factores de severidad y probabilidad que determinan el riesgo de cada actividad, se puede evaluar las acciones del operario y proponer soluciones para reducir sus magnitudes de riesgo. Según los resultados de la matriz de riesgo del Área de Laminación se propone:

- Tapones de oídos: con el objetivo de tener protección auditiva para los operarios de laminación en toda la jornada de trabajo.
- Gafas industriales: para protección visual, sobre todo en las actividades que tengan relación con los adhesivos.
- Batas industriales: para la protección de cuerpo a lo largo de toda la jornada de trabajo, para disminuir el riesgo que se puede correr al tener contacto con los adhesivos.
- Hacer uso de guantes de látex: para protección de manos al momento de preparar y manipular adhesivos, debido al riesgo que corre la piel del operario al tener contacto con ellos.
- Uso de mascarilla: para protección respiratoria y disminuir el riesgo a la absorción de partículas.

2.5. Proceso de corte

A continuación se describen las acciones que se deben tomar en cuenta para optimizar el proceso en el Área de Laminación.

2.5.1. Recolección de residuos

Para recolectar por completo los residuos generados en el proceso de corte es necesario el diseño y la implementación de un nuevo accesorio que se adapte a la máquina.

2.5.1.1. Descripción

Por los distintos tipos de material puede ser que salgan del Área de la Canasta por su corta altura. Es por ello que se decidió realizar una propuesta en la que se pretende recolectar esos residuos de una manera más efectiva adaptándose totalmente a la máquina.

2.5.1.2. Accesorio para recolección de residuos

Para la realización de la propuesta se empezó por estudiar la importancia de las canastas: su manera de instalación, su forma de recoger los residuos, frecuencia con la que instala la máquina.

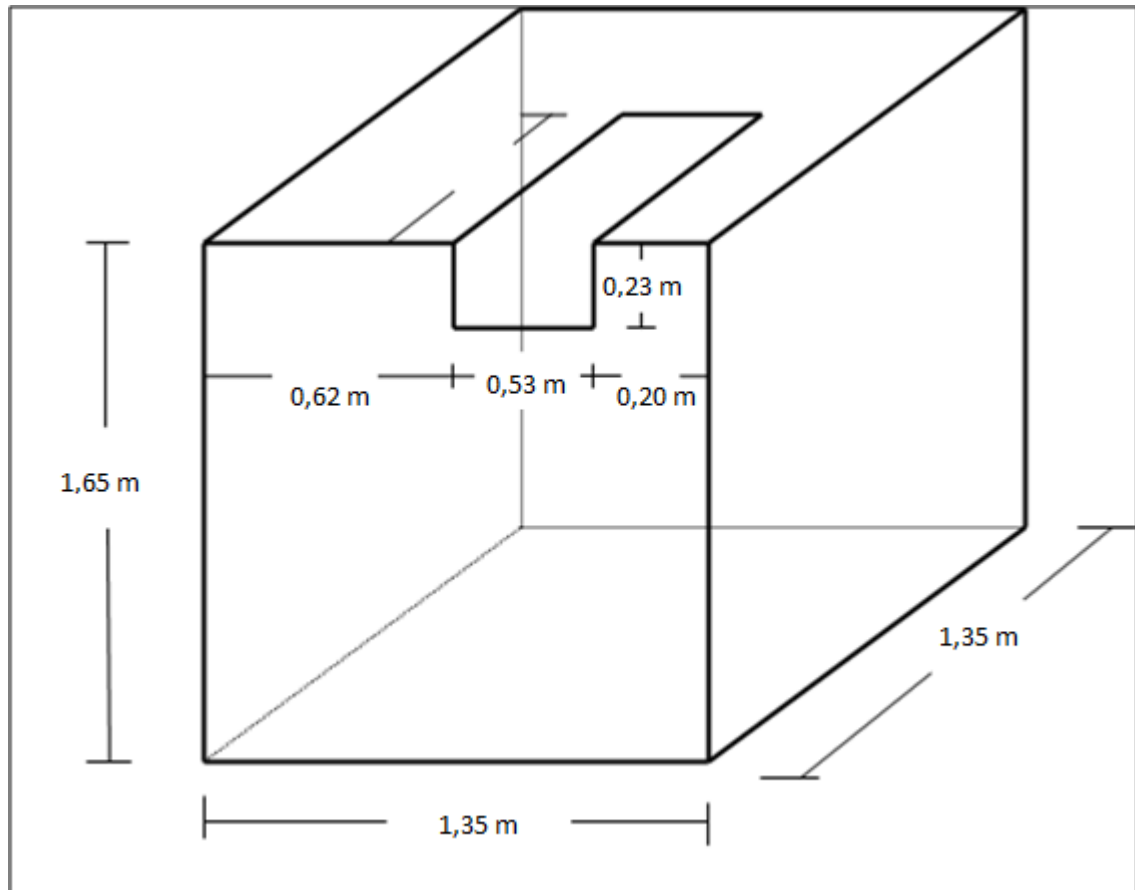
Su forma de uso al instalarla es arrastrándola hasta lograr adaptarla al tubo de salida de refill. No poseen ruedas que facilite el transporte de canastas, la frecuencia con la que se instalan en la máquina es baja, ya que poseen compuertas en la parte de atrás y hay una persona que abre esa compuerta para extraer los residuos. Solo son desinstaladas para la realización de limpieza de máquina o de las mismas canastas.

Luego de estudiar su funcionamiento se empezó con la lluvia de ideas; las primeras ideas describían la posibilidad de diseñar una canasta con la ventana arriba, sin embargo, era muy complicada e incómoda la instalación en la

máquina, ya que se tendría que inclinar para lograr conectarla con la tubería de salida del residuo; eso podría hacer que se lastimara la tubería, la máquina o el operario.

Con base en bosquejos y a las necesidades del proceso, nació la idea del diseño de una canasta, que consiste una estructura de tubos metálicos cubiertos con una maya. Para el acceso del refill a la canasta se planeó una ventana en la parte frontal y de arriba, simultáneamente en la canasta colocada en la esquina ofreciendo acceso horizontal y vertical; la idea de este diseño es que su instalación no sea complicada, debido a que será de arrastre sin necesidad de inclinarla. Además, recolecta el 100 por ciento de los residuos generados en el proceso de corte por su altura al nivel de la tubería de salida. El diseño con las medidas se describe en la figura 30.

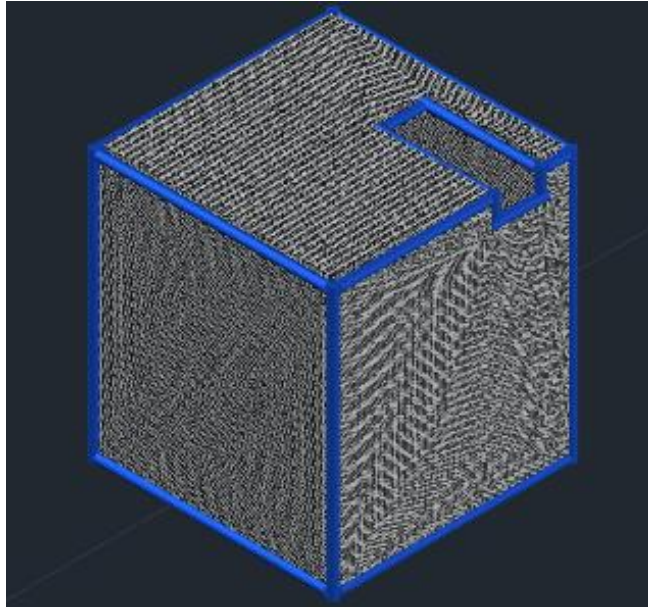
Figura 30. **Medidas de canasta de recolección de refill**



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Paint.

El diseño de la canasta consiste en la unión de de tubos de 1,5 pulgadas de diámetro. El total de tubos que se necesitan es de 13 para armar la estructura de la canasta. Se cubre de una malla metálica para retener el refill de la canasta y lo mantenga adentro hasta que finalice el proceso de corte para que puedan extraerse y colocarse en su destino de desperdicio. El diseño final se representa en la figura 31.

Figura 31. **Canasta de recolección de refill**



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD.

2.5.2. Condiciones de trabajo

Para implementar mejoras en los métodos es necesario tratar de arreglar las condiciones laborales que permitan a los operarios, ejecutar sus tareas sin fatiga innecesaria.

2.5.2.1. Ventilación

Se realizaron cálculos para determinar el área de acceso de oxígeno que debe tener el Área de Corte. Esta cuenta con 6,44 metros de largo y 4,6 metros de ancho, tomando en cuenta que la altura de la planta es de 8,5 metros.

Volumen= ancho * largo * altura

$$V= (4,6 \text{ m})(6,44 \text{ m})(8,5 \text{ m})$$

$$V= 251,8 \text{ m}^3$$

La cantidad de aire que se debe evacuar se calculó con la siguiente fórmula: $CA= V \cdot \text{No. R/hora}$

Donde: CA= caudal de aire necesario

V= volumen de aire que se desea renovar

No.R= número de renovaciones de aire por hora

El volumen de aire a renovar se calcula con base en los datos representados en el anexo 4. Se asigna 4 debido a que se coloca en la clasificación de talleres.

$$CA= V_{\text{calculado}} \cdot 4$$

$$CA= (251,8) (4)$$

$$CA= 1\ 007,21 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para calcular el área de ventanas que Corte necesita se iguala $Q=1\ 007,21$ en la fórmula del caudal: $Q=CAV$

Donde:

C= coeficiente de entrada

A= área de paso de las ventanas en metro cuadrado

V= velocidad del aire

La velocidad del aire es de 2 kilómetros por hora, según medición realizada con anterioridad por el Departamento de Producción. El coeficiente de

entrada se calcula según los datos mostrados en el anexo 4. Se Asigna 0,25 debido a que la entrada de aire es en dirección longitudinal.

$$1\ 007,21 = (0,25) A (2,000)$$
$$A = 2,014\ \text{m}^2$$

El Departamento de Corte necesita un área 2,014 m² de ventanas.

2.5.2.2. Ergonomía

Para el montaje de bobina y desmontaje de bobinas se recomiendan las siguientes acciones:

- Mantener la espalda recta y procurar doblar las rodillas al agacharse a levantar la bobina, El objeto debe levantarse cerca del cuerpo, de otro modo los músculos de la espalda y los ligamentos están sometidos a tensión, y aumenta la presión de los discos intervertebrales. Se debe usar las dos manos de forma simétrica al levantar para evitar lesiones de manos y rodillas. Es necesario mantener siempre la vista en dirección paralela al movimiento de las manos.
- Deben tensarse los músculos del estómago y de la espalda, de manera que esta permanezca en la misma posición durante toda la operación de levantamiento
- La persona que cargue la bobina debe acercarse al objeto lo mayor posible al objeto, con más seguridad lo levantará; separar los pies, para mantener un buen equilibrio.

- Es de gran importancia tratar de agarrar firmemente el objeto, utilizando totalmente ambas manos, en ángulo recto con los hombros. Empleando solo los dedos no podrá ser posible agarrar el objeto con firmeza.
Para los trabajos de precisión se recomiendan las siguientes acciones:
- Crear un área de trabajo acercándose lo más posible al lugar donde se realiza el empalme, con todas las herramientas necesarias dentro del área de trabajo, al alcance de las dos manos. Se debe utilizar de forma simétrica las dos manos, aprovechándolas por igual, haciendo uso de la gravedad.
- No utilizar ropa muy floja u objetos como pulseras que puedan atorarse entre la cinta adhesiva y la bobina u otros objetos de la máquina. Al igual que al momento de hacer las inspecciones, el material está girando constantemente, por lo que se debe evitar el contacto de objetos flojos que atoren el proceso, ya que puede atender contra el producto y contra la salud del operario.
- Es recomendable el uso de guantes cuando se tenga contacto con las cuchillas, debido a que es muy usual el rose de estos objetos con las manos del operador.
- El momento de empalmar la bobina, instalar y desinstalar los bujes de cartón y configurar el guiador de banda, es recomendable no girar la muñeca más de 20 grados debido a que este giro produce dolores y puede causar lesiones como la de túnel carpiano.

2.5.2.3. Ruido

En Corte, la cantidad de decibeles es de 80. La determinación de este dato desempeña un papel importante a la hora de armar la matriz de riesgo y toma de decisiones en la mejora de la condición laboral en el Área de Corte.

2.5.2.4. Riesgos

La matriz de riesgo del Área de Corte se detalla en la figura 32.

Figura 32. **Matriz de riesgo Área de Corte**

ENVASEAL

MATRIZ DE RIESGO

Departamento: Producción

Fecha: 24 de junio de 2013

Área: Corte

Página 1 de 1

Máquina: CRT15

Puesto: operador

Elaborado por: Mynor González

| Actividades | Descripción de consecuencias | Severidad | Probabilidad | Riesgo |
|--|------------------------------|-----------|--------------|--------|
| Montar y desmontar bobina | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 2 | 3 | 6 |
| Empalme de bobina | Cortaduras en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Cortes de buje de cartón | Cortaduras en los dedos | 4 | 1 | 4 |
| Limpieza de bobinador | Cortaduras en los dedos | 3 | 1 | 3 |
| Instalar bujes de cartón en bobinador | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Medición de ancho de bobinado y preparación de cuchillas | Cortaduras en los dedos | 3 | 3 | 9 |
| Ajustar rodillos pisadores | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Pruebas y ajustes | Daños por ruido | 3 | 3 | 9 |
| Corte | Daños por ruido | 3 | 3 | 9 |
| Remover bujes de cartón | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Pesar bobina | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 2 | 3 | 6 |
| Montar y desmontar bobina | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 2 | 3 | 6 |

Fuente: elaboración propia.

2.5.2.5. Equipo propuesto

Tomando en cuenta los factores de severidad y probabilidad, que determinan el riesgo de cada actividad, se puede evaluar las acciones del operario y proponer soluciones para reducir sus magnitudes de riesgo. Según los resultados de la matriz de riesgo del Área de Corte se propone:

- Tapones de oídos: con el objetivo de tener protección auditiva para los operarios de corte en toda la jornada de trabajo.
- Guantes industriales para protección de manos al momento de preparar y manipular las máquinas de corte, para evitar cortaduras en cualquier parte de las manos de los operarios.

2.6. Proceso de Bolseo-Empaque

A continuación se realiza una descripción del proceso de Bolseo-Empaque enfocado en un nuevo método propuesto de utilización de máquina en relación al operario, se representa en un Diagrama Hombre-Máquina y se evalúan los resultados.

2.6.1. Descripción del proceso

El diagrama propuesto pretende minimizar los tiempos improductivos de la máquina del área de Bolseo-Empaque. En la preparación de máquina para un nuevo pedido el cual consiste en preparar el molde de bolsa; la máquina se mantiene detenida y genera un retraso del proceso, el tiempo perdido no es tan significativo, pero la máquina no tiene una cantidad alta de productividad y es

por ello que sería ideal minimizar, lo mas que se pueda, los tiempos improductivos.

2.6.1.1. Métodos

A continuación se presenta el Diagrama Hombre-Máquina propuesto para Departamento de Bolseo-Empaque.

2.6.1.1.1. Diagrama Hombre-Máquina

Este representa los tiempos productivos e improductivos de la máquina y el tiempo de acción del operario con el nuevo método. El diagrama propuesto del área de Bolseo-Empaque se detalla en la figura 33.

Figura 33. **Diagrama Hombre máquina propuesto área de Bolseo-Empaque**

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Bolseo-Empaque
 Máquina: BLS20
 Departamento: Producción

Página número: 1 de 2
 Fecha: 29 de julio de 2013
 Método: Propuesto
 Hecho por: Mynor González

| Selladora BLS20 | Tiempo Min. | Operador | Tiempo Min. | Operador auxiliar | Tiempo Min. |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| Descargar buje de cartón | 0,88 | Descargar buje de cartón | 0,88 | | |
| Cargar bobina | 2,62 | Cargar bobina | 2,62 | | |
| Empalme de bobina | 0,75 | Empalme de bobina | 0,75 | | |
| Remover molde de bolsa de la máquina | 1,44 | Remover molde de bolsa de la máquina | 1,44 | | |
| Instalar molde de bolsa en la máquina | 2,38 | Instalar molde de bolsa en la máquina | 2,38 | | |
| Configurar rodillos de transporte | 7,05 | Configurar rodillos de transporte | 7,05 | | |
| Configurar paletas | 2,76 | Configurar paletas | 2,76 | | |
| Arranque de máquina | 9,53 | Ajustar sello y longitud de bolsa | 3,10 | | |
| | | Registrar la fotocelda | 0,62 | | |
| | | Pruebas y ajustes | 5,81 | | |
| Bolseo | 264,37 | Empaque | 264,37 | | |

Continuación de la figura 33.

ENVASEAL

Diagrama Hombre-Máquina

Operación: Bolseo-Empaque
 Máquina: BLS20
 Departamento: Producción

Página número: 2 de: 2
 Fecha: 29 de julio de 2013
 Método: Propuesto
 Hecho por: Mynor González

| Selladora BLS20 | Tiempo Min. | Operador | Tiempo Min. | Operador auxiliar | Tiempo Min. |
|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | Preparar nuevo molde de bolsa | 12 |
| Descargar buje de cartón | 0,87 | Descargar buje de cartón | 0,87 | | |
| Carga bobina | 2,62 | Cargar bobina | 2,62 | | |
| Empalme de bobina | 0,74 | Empalme de bobina | 0,74 | | |
| Bolseo | 264,4 | Empaque | 264,4 | | |

Fuente: elaboración propia.

2.6.1.1.2. Tiempos productivos e improductivos

Los tiempos del Diagrama Hombre-Máquina propuesto se resumen en la siguiente tabla:

Tabla XVIII. **Tiempos productivos e improductivos método propuesto área de Bolseo-Empaque**

| | Método: Propuesto | Hombre | Operario auxiliar | Máquina | |
|------------------|----------------------|--------|----------------------|-------------|------|
| Ciclo | Tiempo de ciclo | Acción | Acción | Utilización | Ocio |
| 1 | 291,78 | 291,78 | 11,95 | 291,78 | 0 |
| 2 en adelante | 268,60 | 268,60 | 0 | 268,60 | 0 |

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de tiempo improductivo puede ser hasta del 0 por ciento como se muestra en el diagrama. Con la ayuda del operario auxiliar se cubriría el único tiempo en que la máquina permanece ociosa.

2.6.1.1.3. Ciclos del proceso

El método propuesto genera un cambio en el ciclo uno de Bolseo-Empaque; al reducir los tiempos improductivos en el ciclo uno acelerará la preparación de la máquina, por lo tanto todo el proceso de Bolseo-Empaque y los pedidos podrán trabajarse con mayor facilidad. El ciclo dos y los restantes

del pedido mantienen el mismo método, ya que el porcentaje de tiempo improductivo es bajo.

2.6.1.1.4. Preparación de máquina

El método propuesto consiste en adelantar la preparación de la máquina de balseo en el momento que indica el Diagrama Hombre-Máquina, en el pedido anterior. De manera que cuando este termine la máquina esté lista para trabajar el nuevo pedido y no perder tanto tiempo en la preparación. El tiempo de preparación de máquina del método propuesto es de 27,36 minutos, según el Diagrama Hombre-Máquina.

2.6.1.1.5. Productividad

La velocidad de la máquina del método propuesto se mantiene igual trabajando a 8,58 metros/minuto. El tiempo de preparación de máquina pretende reducir hasta 11,95 minutos, en ese tiempo la máquina ya estaría produciendo: $11,95 \text{ minutos} * 8,58 \text{ metros/minuto} = 102,53 \text{ metros}$ de material balseado y empacado en el primer ciclo. En ese tiempo se estarían produciendo en cantidad de bolsas: $11,95 \text{ minutos} * 31,2 \text{ bolsas/minuto} = 373 \text{ bolsas}$, aproximadamente.

2.6.2. Recurso humano

El nuevo método consiste en una reestructuración de personal, que consiste en la aplicación de un operario auxiliar, que esté capacitado para realizar la preparación de la máquina mientras el pedido anterior todavía esté en proceso, de manera que cuando este pedido termine de imprimirse el

siguiente ya esté listo para trabajarse. La operación que el operador auxiliar debe realizar es la preparación del nuevo molde de bolsa.

El operario auxiliar puede realizar una rotación de otra área de trabajo, no necesariamente debe haber un operario solo dedicado a esta tarea, pero sí estar muy bien sincronizado y organizado para que se realice efectivamente. El momento de la acción del operador auxiliar se indica en el Diagrama Hombre-Máquina propuesto en la tercera columna, se indica el momento aproximado donde podría empezar a realizar esa tarea, de manera que los tiempos sean mejor aprovechados.

2.6.3. Condiciones de trabajo

Para implementar mejoras en los métodos es necesario tratar de mejorar las condiciones laborales que permitan a los operarios ejecutar sus tareas sin fatiga innecesaria.

2.6.3.1. Ventilación

Se realizaron cálculos para determinar el área de acceso de oxígeno que debe tener el área de Bolseo-Empaque. Cuenta con 5,98 metros de largo y 3,68 metros de ancho, tomando en cuenta que la altura de la planta es de 8,5 metros.

$$\text{Volumen} = \text{ancho} * \text{largo} * \text{altura}$$

$$V = (3,68 \text{ m})(5,98 \text{ m})(8,5 \text{ m})$$

$$V = 187,05 \text{ m}^3$$

La cantidad de aire que se debe evacuar se calculó con la siguiente fórmula: $CA= V \cdot \text{No. R/hora}$

Donde: CA= caudal de aire necesario
V= volumen de aire que se desea renovar
No.R= número de renovaciones de aire por hora

El volumen de aire a renovar se calcula con base en los datos representados en el anexo 4. Se asigna 4 debido a que se coloca en la clasificación de talleres.

$$CA= V_{\text{calculado}} \cdot 4$$

$$CA= (187,05) (4)$$

$$CA= 748,21 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para calcular el área de ventanas que Bolseo-Empaque necesita se iguala $Q=748,21$ en la fórmula del caudal: $Q=CA \cdot V$.

Donde:

C= coeficiente de entrada

A= área de paso de las ventanas en metro cuadrado

V= velocidad del aire

La velocidad del aire es de 2 kilómetros por hora, según medición realizada con anterioridad de parte del Departamento de Producción. el coeficiente de entrada se calcula según los datos mostrados en el anexo 4. Se asigna 0,25 debido a que la entrada de aire es en dirección longitudinal.

$$748,21 = (0,25) A (2,000 \text{ m/h})$$

$$A= 1,49 \text{ m}^2$$

El Departamento de Bolseo-Empaque necesita un área 1,49 m² de ventanas.

En la planta no es posible una instalación de ventanas, unicamente se tiene acceso al aire por medio de una puerta y una posible salida por el techo. Debido a la cantidad de área que requiere de renovación de aire los Departamentos de Impresión, Laminación, Corte y Bolseo-Empaque y al caudal, se propone una instalación de extractores de aire eólicos en la planta en general.

La planta cuenta con 63 metros de largo, 32 de ancho y 8,5 de altura. Para planificar la instalación es necesario calcular el caudal en m³/hora. Se calculó con la formula: $Q= V \cdot (\text{No. de renovaciones por hora})$

Donde:

Q= caudal

V= volumen

El volumen de aire a renovar se calcula con base en los datos representados en el anexo 4.

$$Q= (32) (63) (8,5) (4)$$

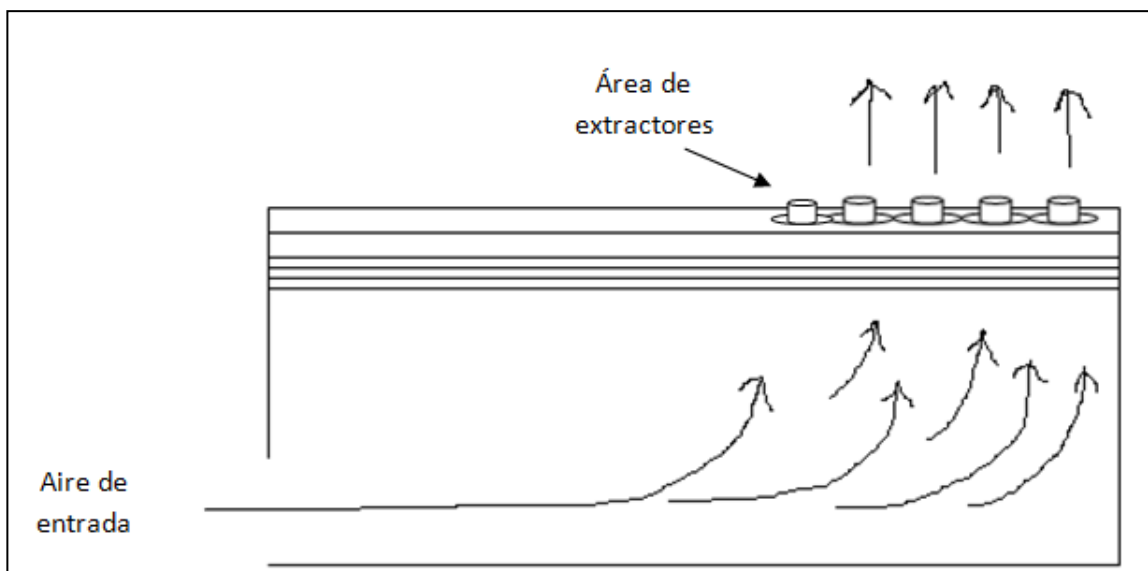
$$Q= 68\ 544 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Los extractores, aproximadamente tienen una capacidad de extraer 7 000 m³/hora, por lo tanto se necesitan: número de extractores= $68\ 544/7\ 000 = 9,792$.

Según datos calculados se concluye que se necesitan 10 extractores de aire.

Se realizó un bosquejo de la vista lateral de la planta que representa el flujo del aire y área donde deben colocarse los extractores. Se describe en la figura 34.

Figura 34. **Bosquejo instalación de extractores de aire vista lateral**



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Paint.

2.6.3.2. Ergonomía

Para los trabajos de pie y de precisión se proponen las siguientes acciones:

- Los trabajos de pie son al momento de preparar la máquina, para remover el molde del pedido anterior es importante tomar en cuenta la postura tratando de no doblar la espalda ni las muñecas a más de 20 grados. Para la preparación de un nuevo molde se debe hacer en una mesa de trabajo con suficiente iluminación y con las herramientas al alcance del área de trabajo con acceso de las dos manos que deben usarse de forma simétrica.

Para los trabajos en donde el operario está sentado:

- Es una posición de trabajo más cómoda, ya que se produce una reducción de la fatiga corporal, disminuye el gasto de energía y se incrementa la estabilidad, precisión y se reduce la tensión en la parte inferior de la espalda y en las piernas. Sin embargo, esta postura puede producir una sobrecarga de la zona lumbar, molestias cervicales, abdominales o compresión venosa y nerviosa, que debe permitirse a los trabajadores realizar diferentes tipos de labor, cambiando de estar sentados a estar de pie y a caminar, y así sucesivamente.

2.6.3.3. Ruido

En Bolseo-Empaque la cantidad de decibeles es de 82. La determinación de este dato desempeña un papel importante a la hora de armar la matriz de riesgo y toma de decisiones en la mejora de la condición laboral en el Área de Bolseo-Empaque.

2.6.3.4. Riesgos

La matriz de riesgo del área de laminación es la siguiente:

Figura 35. **Matriz de riesgo de Bolseo-Empaque**

MATRIZ DE RIESGO

Departamento: Producción

Fecha: 24 de junio de 2013

Área: Bolseo-Empaque

Página 1 de 1

Máquina: BLS20

Puesto: operador

Elaborado por: Mynor González

| Actividades | Descripción de consecuencias | Severidad | Probabilidad | Riesgo |
|---|------------------------------|-----------|--------------|--------|
| Montar y desmontar bobina | Lesiones en los pies | 3 | 1 | 3 |
| | Problemas lumbares | 2 | 3 | 6 |
| Empalme de bobina | Cortaduras en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Remover molde | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Preparar nuevo molde | Lesiones en los dedos | 1 | 1 | 1 |
| Instalar molde | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| | Cortaduras en los dedos | 3 | 1 | 3 |
| Configuración de rodillos de transporte | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Configurar paletas | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Ajustar sello y longitud de bolsa | Daños por ruido | 3 | 3 | 9 |
| | Lesiones en los dedos | 2 | 1 | 2 |
| Registrar fotocelda | Lesiones en los dedos | 1 | 1 | 1 |
| Pruebas y ajustes de bolsa | Daños por ruido | 3 | 3 | 9 |
| | Cortaduras en los dedos | 3 | 1 | 3 |
| Bolseo | Daños por ruido | 3 | 3 | 9 |
| | Lesiones en los dedos | 3 | 1 | 3 |
| Empaque | Cortaduras en los dedos | 1 | 1 | 1 |

Fuente: elaboración propia.

2.6.3.5. Equipo propuesto

Tomando en cuenta los factores de severidad y probabilidad que determinan el riesgo de cada actividad, se pueden evaluar las acciones del operario y proponer soluciones para reducir sus magnitudes de riesgo. Según los resultados de la matriz de riesgo del área de Bolseo-Empaque se propone:

Tapones de oídos con el objetivo de tener protección auditiva para los operarios de Bolseo-Empaque en toda la jornada de trabajo.

Hacer uso de guantes industriales para protección de manos al momento de preparar y manipular las máquinas de corte para evitar cortaduras en cualquier parte de las manos de los operarios.

2.7. Evaluación de resultados

La implementación de la báscula industrial se ve reflejada en el flujo del proceso en el momento en que el producto es bolseado y empacado para ser pesado y transportado a la bodega de producto terminado. Existe una disminución de tiempo, el esfuerzo del operario es menor y menor probabilidad de producto saturado en la báscula Núm. 1 si coincide el momento de pesar con las demás áreas de trabajo. La adquisición y aplicación de la báscula #2 en el lugar indicado en el diagrama de recorrido propuesto y en el momento de utilización representado en el diagrama de flujo propuesto se ve que se disminuye un total de 21,62 metros de recorrido y un mínimo de 0,49 minutos.

La recolección de refill en el Área de Corte será del 100 por ciento a lo largo de todo el procedimiento con el uso de la canasta de recolección de residuos. Los restos empaques flexibles cortados ensucian la planta, provocan

un esfuerzo extra por parte de los operarios para recolectarlo, pueden causar impedimentos de paso o causar algún tipo de accidente por medio de una caída. Es por ello que es de gran importancia la implementación de la herramienta propuesta.

El control de calidad mejora con el uso más frecuente de la lupa de inspección llevándose a cabo con la frecuencia indicada, los colores de impresión se apegan más a los requerimientos del cliente debido a la facilidad de revisión de colores que el instrumento proporciona. La calidad de las bolsas se controla mejor y se genera un menor porcentaje de errores y desperdicios.

La reestructuración de personal planteada en los Diagramas Hombre-Máquina propuestos de Impresión y Bolseo-Empaque generará un nuevo método que disminuye significativamente los tiempos improductivos de máquina aprovechando de una mejor manera el personal y la maquinaria del proceso de polipropileno biorientado. En impresión el método actual tiene un tiempo de preparación de 145,13 minutos, mientras que con el nuevo método por medio de la reestructuración de personal el tiempo es de 69,36; mejora en un 52,2 por ciento. En el área de Bolseo-Empaque el tiempo de preparación actual es de 39,37 minutos mientras que con el nuevo método el tiempo es de 27,41; el tiempo mejora en un 30,38 por ciento.

Se estudiaron las condiciones actuales en las que se realiza el proceso de polipropileno biorientado con la idea de proponer mejoras y técnicas para que el personal ejecute sus tareas de manera más eficiente, disminuyendo los riesgos y mejorando las condiciones de trabajo. La instalación de los extractores eólicos para mejorar la ventilación, el equipo propuesto de protección de seguridad industrial y las matrices de riesgo en cada área harán que operaciones se ejecuten de una manera mas eficiente.

2.8. Costos de la propuesta

A continuación se presentan los recursos necesarios para la implementación del nuevo método presentado en la fase de servicio técnico profesional.

Tabla XIX. **Costos de la propuesta fase de servicio técnico profesional**

| Descripción | Cantidad | Costo unitario | Total |
|---|----------|----------------|--------------------|
| Báscula industrial | 1 | Q. 2 250,00 | Q. 2 250,00 |
| Lupa inspección de colores "cuenta hilos" | 6 | Q. 640,00 | Q. 3 840,00 |
| Tapón de oídos | 100 | Q. 12,25 | Q. 1 225,00 |
| Gafas | 5 | Q. 4,50 | Q. 22,50 |
| Guante de latex | 100 | Q. 1,00 | Q. 100,00 |
| Mascarilla | 100 | Q. 1,50 | Q. 150,00 |
| Bata | 5 | Q 150,00 | Q. 750,00 |
| Operador auxiliar | 1 | Q. 3 000,00 | Q. 3 000,00 |
| Canasta de recolección de residuos | 1 | Q. 650,50 | Q. 650,50 |
| Extractor eólico | 10 | Q. 1 450,00 | Q. 14 500,00 |
| | | Total | Q 26 488,00 |

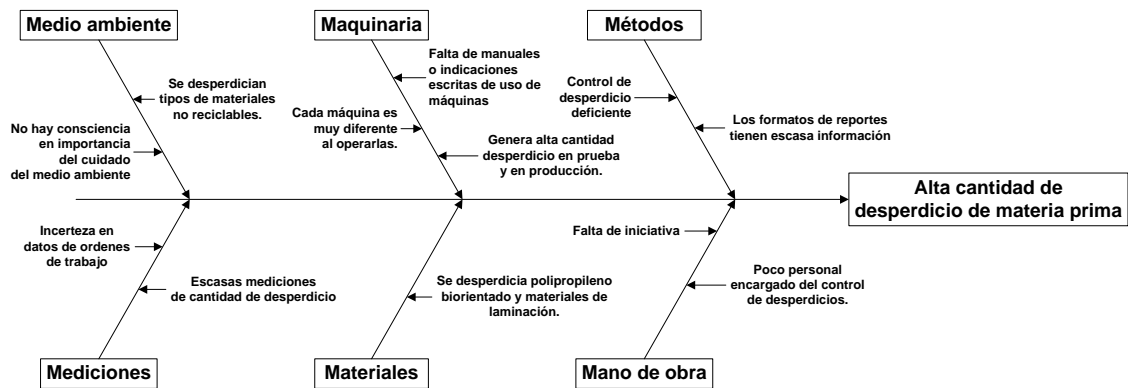
Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE MATERIALES DE PRODUCCIÓN

3.1. Diagnóstico de la situación actual

A continuación se representa un Diagrama Causa-Efecto para conocer la situación actual enfocado en la producción mas limpia.

Figura 36. Diagrama de Causa y Efecto diagnóstico fase de investigación



Fuente: elaboración propia.

El problema es la mala gestión de los controles de desperdicio en las distintas áreas del proceso de producción. El efecto es que se está generando una alta cantidad de desperdicio de materia prima. Luego de clasificar las causas según los métodos, mano de obra, maquinaria, materiales, mediciones y medio ambiente se llegó a la conclusión que la causa raíz del problema se

encuentra en los métodos, ya que los controles de desperdicio son deficientes. Las altas cantidades de desperdicio provocan incrementos en los costos de producción y generan daños al medio ambiente.

3.1.1. Empaques flexibles

Se realizó un análisis de la situación actual para investigar el control de materiales de producción que se está aplicando al proceso de empaques flexibles, de esa manera se conocen los métodos y se generan ideas para proponer nuevas técnicas que mejoren el control de desperdicios con el objetivo de minimizarlos.

Para conocer el control actual de materiales de producción es necesario estudiar el registro del consumo que se hace actualmente, los formatos de control del consumo de materiales y la manera en que se traslada la información resultante a los gerentes.

De esta manera se logra verificar si los datos que se están tomando son números certeros, si se clasifican de la manera adecuada y si están siendo transmitidos de una buena manera a las personas que toman las decisiones de acuerdo a los resultados.

3.1.1.1. Registro del consumo actual de materiales de producción

El primer factor para investigar el control de desperdicios actual es estudiar el registro actual del consumo de materiales de producción.

En la actualidad se hacen uso de órdenes de trabajo, estas órdenes cumplen un papel importante en el control del consumo de materiales ya que en la parte de atrás se encuentra dividido por áreas, en ellas se anotan los materiales que entran y salen, también cuenta con espacio para anotar el movimiento de material de la bodega de materia prima.

La bodega de materia prima cuenta con un sistema que lleva el inventario de materiales, cada vez que un material es extraído de la bodega se reporta en el sistema al igual que cuando entra.

El control de desperdicios se lleva a cabo mediante el inspector de calidad, es el encargado de reunir todas las bolsas que contienen materiales de forma ordenada en el lugar de la planta asignado, estos son sobrantes de todas las áreas del proceso.

El inspector pesa, contabiliza y anota la cantidad en kilogramos del desperdicio clasificado por cada pedido, además las clasifica según el destino de cada bolsa debido a que algunos materiales son reciclados.

3.1.1.2. Formato de control actual del consumo de materiales

El control de desperdicios se lleva a cabo mediante reportes no estandarizados por parte del inspector de calidad, se realiza en forma de apuntes y es por ello que no se cuenta con un formato. Se hace uso de las órdenes de trabajo como complemento para extraer información. Luego de reunir todas las bolsas de desperdicios de cada pedido se pesan y se suman para encontrar el total de kilogramos de desperdicio por cada pedido. Se procede a ingresar los datos a la computadora para presentar a los gerentes.

Los reportes no incluyen una relación de materiales que fueron utilizados con los desperdiciados, por lo tanto no se conocen los porcentajes de desperdicio, solo un total en kilogramos de desperdicio.

3.1.1.3. Costos

El control actual está basado en el uso de las órdenes de trabajo, en apuntes en la misma hoja y en el uso de las bolsas de polietileno donde se introduce el material desperdiciado que se utilizan mensualmente. A continuación se presentan en una tabla:

Tabla XX. **Costos diagnóstico fase de investigación**

| Material | Precio |
|-----------------------|-----------------|
| Ordenes de trabajo | Q. 9,00 |
| Bolsas de polietileno | Q. 88,20 |
| TOTAL | Q. 97,20 |

Fuente: elaboración propia.

3.2. Plan para la reducción del consumo de materiales de producción

- **Objetivos**
 - Contabilizar los porcentajes de desperdicio que se generan en Impresión, Laminación, Corte y Bolseo-Empaque en el proceso de conversión de empaques flexibles.
 - Crear reportes de manera ordenada sobre los resultados obtenidos en las mediciones de porcentajes de desperdicio.

- Estudiar las causas de generación de desperdicios en el proceso de conversión de empaques flexibles.
- Crear acciones para minimizar la cantidad de desperdicios que se genera en las 4 áreas del proceso de conversión de empaques flexibles.
- Responsables
 - Las personas encargadas del control de desperdicios son todos los operarios del Departamento de Producción, el inspector de calidad y el supervisor. Los operarios deben pesar las bolsas de desperdicios, rotularlas y colocar datos en las ordenes de trabajo.
 - El inspector de calidad es el encargado de reunir todas las órdenes de trabajo, apuntar en el formato de control los datos que requiere el plan, clasificar las bolsas según su destino. El supervisor de la planta debe verificar que todo el procedimiento se esté realizando.
- Acciones para la reducción de materiales de producción

El almacenamiento de materiales al recibirlos debe ser ordenado y colocado en la bodega de materia prima y de producto terminado según la clasificación de materiales, que contiene. De esta manera se tendrá en el sistema la localización de los materiales para que a la hora de necesitarlos se sepa exactamente la exactitud del lugar de los materiales para la extracción.

Para que el almacenamiento de materiales sea más ordenado se debe mejorar el control de calidad de las ordenes de trabajo debido a que a veces no

se anotan en su totalidad los datos de los movimientos de los materiales en las áreas y en las devoluciones a bodega de materia prima.

Los encargados de bodega de materia prima y de producto terminado deben recibir datos claros y precisos de los materiales que están entrando y reportando los que salen para que lo ingresen al sistema y se lleve un buen control.

Las órdenes de trabajo tienen que reportar cada entrada y salida de las bodegas de materia prima y de producto terminado. Los operarios de cada área hacen las anotaciones de los movimientos de materiales cuando el proceso está llevándose a cabo en su área de trabajo.

El supervisor e inspector de calidad deben verificar que las entradas, salidas y las devoluciones de materiales en las Áreas de Impresión, Laminación, Corte y Bolseo-Empaque se reporten de manera correcta en las órdenes de trabajo.

El supervisor debe hacer la revisión de las órdenes de trabajo después de realizados los procesos de corte e impresión para verificar que se esté reportando bien, debido a que en estas dos áreas es donde más se generan las devoluciones y es donde los reportes van perdiendo certeza. El inspector de calidad lo tendrá que hacer de igual manera la revisión de la orden de trabajo dos veces al día, luego de que el inspector de calidad y supervisor den visto bueno de los reportes de la orden de trabajo se le colocará un sello que confirma que los datos reportados están confirmados que pasaron la revisión.

Se diseñó una hoja que contiene los datos necesarios para calcular la cantidad de desperdicios, se presenta en la figura 37.

Figura 37. Formato control de desperdicios

| | | | | | | | |
|---|---|--------------|--|--|--|--|--|
|  | | | | | | | |
| HOJA DE CONTROL DE DESPERDICIOS | | | | | | | |
| Cliente: _____ Marca: _____ Producto: _____ | Fecha: _____ Orden #: _____ Código: _____ | | | | | | |
| Operaciones | | | | | | | |
| Corte <input type="checkbox"/> Impresión <input type="checkbox"/> | Laminación <input type="checkbox"/> Bolseo <input type="checkbox"/> | Otros: _____ | | | | | |
| Desperdicio | | | | | | | |
| Por corte Por impresión Por laminación Por bolseo Otros: | <table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table> | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL DESPERDICIO | <input style="width: 100%;" type="text"/> | | | | | | |
| Peso empacado | <input style="width: 100%;" type="text"/> | | | | | | |
| Cantidad de refill | <input style="width: 100%;" type="text"/> | | | | | | |
| | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

El primer paso para la implementación del plan es una reunión a los gerentes, presentando las funciones del plan de control, las ventajas de realizarlo, el costo, los resultados obtenidos en el mes de prueba, el personal involucrado y el funcionamiento de la hoja electrónica.

Luego de presentar en la reunión y aprobado el plan, tendrá que haber reunión con el supervisor y el gerente de la planta para ponerse de acuerdo con la disponibilidad del personal de acuerdo con los requerimientos.

El personal involucrado es el supervisor, inspector de calidad y todos los operarios que manejan las órdenes de trabajo. El supervisor es encargado de revisar las órdenes de trabajo junto con el inspector de calidad para verificar que los datos de estas y la hoja de control de desperdicios no se cometan errores en los datos. Estas dos personas deben portar un sello para que a la hora de verificar los datos los coloquen en las hojas, será seña que los datos ya fueron confirmados y no se hagan cálculos ficticios. Se debe señalar a los operarios, constantemente la importancia de la obtención de estos datos, para que no se cometan errores en la realización de las órdenes de trabajo y la hoja de control de desperdicios.

Para que los operarios y el inspector de calidad conozcan acerca del plan se propone una capacitación sobre el control de desperdicios, mencionada en el plan de capacitación, de esta manera sabrán la importancia de llevarse a cabo y la forma en que se realizará para evitar la resistencia al cambio y otros factores que pueden complicar el desenvolvimiento del plan.

La capacitación del uso de la hoja electrónica es recibida por el inspector de calidad y por el supervisor, ellos son los encargados de reportar los datos mensuales.

Los reportes se hacen cada mes para analizar las cantidades y los porcentajes de esta manera ya se podrá estudiar cualitativamente las causas que están generando los desperdicios para la creación de acciones que las eliminen.

- Frecuencia

La medición de porcentajes de desperdicio es realizada a todos los pedidos, la frecuencia con la que se generan reportes es mensual. Cada mes debe presentarse las gráficas que resumen los porcentajes de desperdicio que se genera según el área y según el pedido de conversión de empaques flexibles.

- Implementación del plan para la reducción de materiales de producción

El control del consumo de materiales se basa en las órdenes de trabajo y en la hoja de control de desperdicio antes mencionada. Con la generación de los dos reportes y los datos que se recopilan se podrán calcular las cantidades de materiales que se están consumiendo, los que se desperdician y la cantidad de refill.

Se realizó la prueba de control de desperdicios en el transcurso de un mes donde se puso en práctica la hoja de control de desperdicios. En el comienzo de los pedidos del mes se anotó el nombre del cliente, marca, tipo de producto, fecha de la orden, el número de la orden y el código. Se investigó en cada pedido las operaciones que iba a trabajar que puede ser: corte, impresión, laminación, bolseo o cualquier otro. Llenados estos datos, ya se tenía una hoja para cada pedido.

Al finalizar los pedidos se habló con el inspector de calidad para anotar los datos del peso de desperdicios por cada pedido, clasificado por impresión, por corte, por laminación o por bolseo y el peso del refill del proceso. Luego de anotar los pesos de los desperdicios y refill se hizo el recorrido para la bodega de producto terminado, donde se habló con la persona encargada para

investigar los pesos empacados apuntándolos de igual manera en la hoja de control de desperdicios. Luego de obtener estos datos ya es posible calcular los porcentajes de desperdicio que genera cada pedido en la planta.

Se tabularon los resultados del mes de manera ordenada que se representan en la figura 38

Figura 38. Control de desperdicios de junio

| Número de Orden | Cliente | Marca | Código | Producto | Fecha de pedido | Peso empacado (kg) | Refill (kg) | Desperdicio (kg) | % desperdicio | % de refill | |
|-----------------|----------|--|------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------|------------------|---------------|-------------|---------|
| 1 | 14750-06 | Industrias del campo | IDORTL02 | Bobina trilaminada sin impresión | 04/06/2013 | 322 | 16.3 | 10.4 | 2.983% | 4.675% | |
| 2 | 14764-06 | Tostaduría de café León, S.A. | L20RCL01 | Bobina impresa y laminada | 06/06/2013 | 100.3 | 29.1 | 29.2 | 18.411% | 18.348% | |
| 3 | 14821-06 | Alimentos nutricionales de Centroamérica | Joby fresa | NTORJUB01 | Bobinja impresa y laminada | 21/06/2013 | 261.3 | 15.3 | 12.2 | 4.224% | 5.298% |
| 4 | 14805-06 | Editorial mis pasitos | Chicharron BBQ | E50BCB01 | Bolsas impresa y laminada | 22/06/2013 | 180.8 | 11.4 | 15.2 | 7.329% | 5.497% |
| 5 | 14760-05 | Productos Gloria, S.A. | Bi club | BCORU01 | Bobina impresa y laminada | 05/06/2013 | 106.6 | 8.6 | 7.1 | 5.805% | 7.032% |
| 6 | 14755-06 | Corporación Agrilife, S.A. | | CPBLA01 | Bolsas trilaminadas impresas | 04/06/2013 | 159.1 | 37.5 | 14.7 | 6.957% | 17.747% |
| 7 | 14824-06 | Alimentos nutricionales de Centroamérica | Bienestarina vainilla | NTORBV01 | Bobina impresa y laminada | 25/05/2013 | 271.9 | 15 | 11.6 | 3.886% | 5.025% |
| 8 | 14768-06 | Alimentos nutricionales de Centroamérica | Gelatina Suli fresa | NTOR65501 | Bobina impresa y laminada | 05/06/2013 | 160.7 | 9 | 15.8 | 8.518% | 4.852% |
| 9 | 14727-05 | Envases, tapas y latas de México | Coffe kit descafeinado | LTOBCR01 | Bolsas impresa y laminada | 25/05/2013 | 60.5 | 20.16 | 23.03 | 22.210% | 19.443% |
| 10 | 14728-05 | Envases, tapas y latas de México | Coffe kit regular | LTOBCD02 | Bolsas impresa y laminada | 25/05/2013 | 144.2 | 8.64 | 9.87 | 6.066% | 5.310% |
| 11 | 14759-06 | Alimentos nutricionales de Centroamérica | Gelatina Suli uva | NTOR6502 | Bobina impresa y laminada | 05/06/2013 | 164.4 | 8.7 | 4.7 | 2.643% | 4.893% |
| 12 | 14835-06 | La surtidora productos Ey | Habas manias 1 onz. | EY0RHM03 | Bobina impresa y laminada | 26/06/2013 | 139.1 | 43.8 | 11.7 | 6.012% | 22.508% |

Fuente: elaboración propia.

Para una mejor presentación de los resultados se generó la tabla XXI donde se detalla el lugar donde se generaron los desperdicios y su porcentaje.

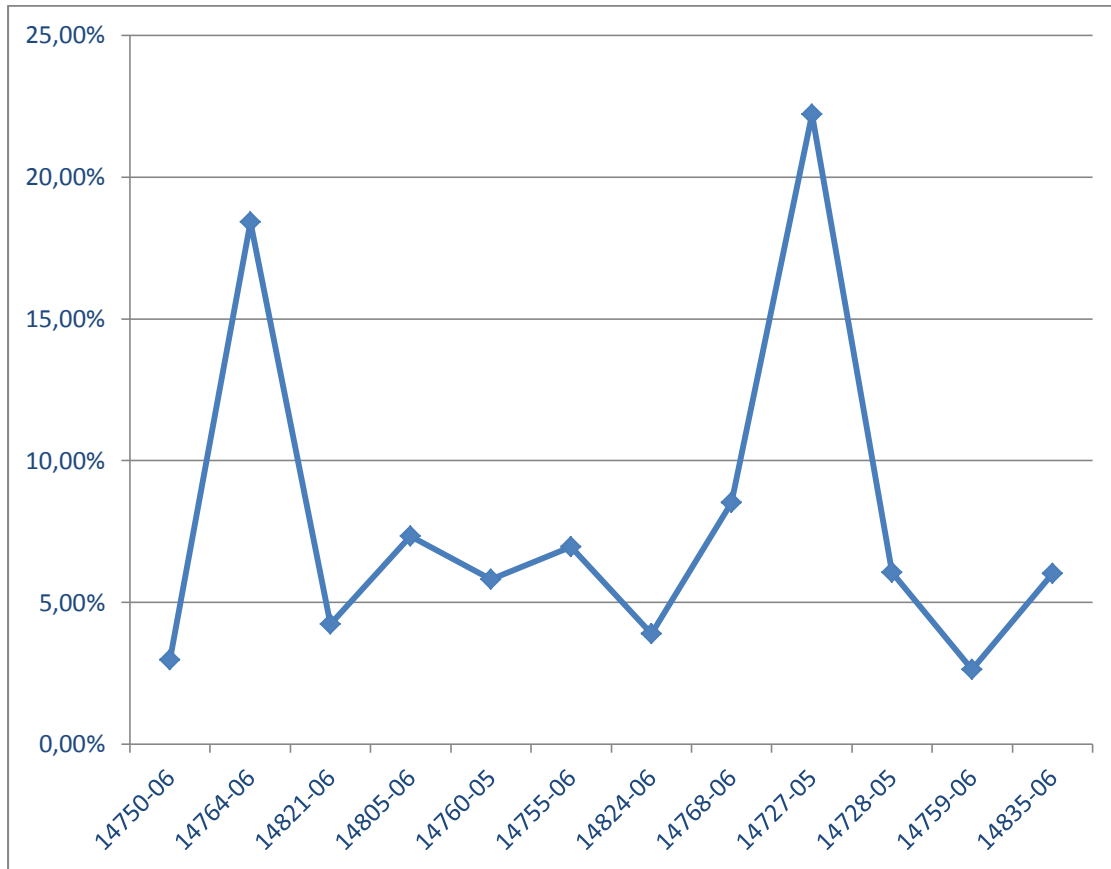
Tabla XXI. **Distribución de desperdicios**

| DISTRIBUCIÓN DE DESPERDICIOS | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|------------------|-----------|-------|---------------|----------|----------------|--------|------------|--------|
| | Número de orden | desperdicio (kg) | Por corte | | Por impresión | | Por laminación | | Por bolseo | |
| | | | Peso (kg) | % | Peso (kg) | % | Peso (kg) | % | Peso (kg) | % |
| 1 | 14750-06 | 10,4 | 2,2 | 0,212 | 0 | 0 | 8,2 | 0,7885 | 0 | 0 |
| 2 | 14764-06 | 29,2 | 2,2 | 0,075 | 25,7 | 0,880137 | 1,3 | 0,0445 | 0 | 0 |
| 3 | 14821-06 | 12,2 | 0,3 | 0,025 | 9,9 | 0,811475 | 2 | 0,1639 | 0 | 0 |
| 4 | 14805-06 | 15,2 | 1,3 | 0,086 | 4 | 0,263158 | 1,6 | 0,1053 | 8,3 | 0,5461 |
| 5 | 14760-05 | 7,1 | 0 | 0 | 2,4 | 0,338028 | 4,7 | 0,662 | 0 | 0 |
| 6 | 14755-06 | 14,7 | 0 | 0 | 1,4 | 0,095238 | 5,2 | 0,3537 | 8,1 | 0,551 |
| 7 | 14824-06 | 11,6 | 0,2 | 0,017 | 9,9 | 0,853448 | 1,5 | 0,1293 | 0 | 0 |
| 8 | 14768-06 | 15,8 | 0 | 0 | 13,6 | 0,860759 | 2,2 | 0,1392 | 0 | 0 |
| 9 | 14727-05 | 23,03 | 2,8 | 0,122 | 15,47 | 0,671733 | 4,76 | 0,2067 | 0 | 0 |
| 10 | 14728-05 | 9,87 | 1,2 | 0,122 | 6,63 | 0,671733 | 2,04 | 0,2067 | 0 | 0 |
| 11 | 14759-06 | 4,7 | 0 | 0 | 2,4 | 0,510638 | 2,3 | 0,4894 | 0 | 0 |
| 12 | 14835-06 | 11,7 | 0 | 0 | 9,7 | 0,82906 | 2 | 0,1709 | 0 | 0 |
| | TOTAL | 165,5 | 10,2 | | 101,1 | | 37,8 | | 16,4 | |

Fuente: elaboración propia.

Teniendo todos los datos en tablas se realizó una gráfica que representa la variación del porcentaje de desperdicios. Figura 39.

Figura 39. Gráfica de porcentajes de desperdicio por pedido

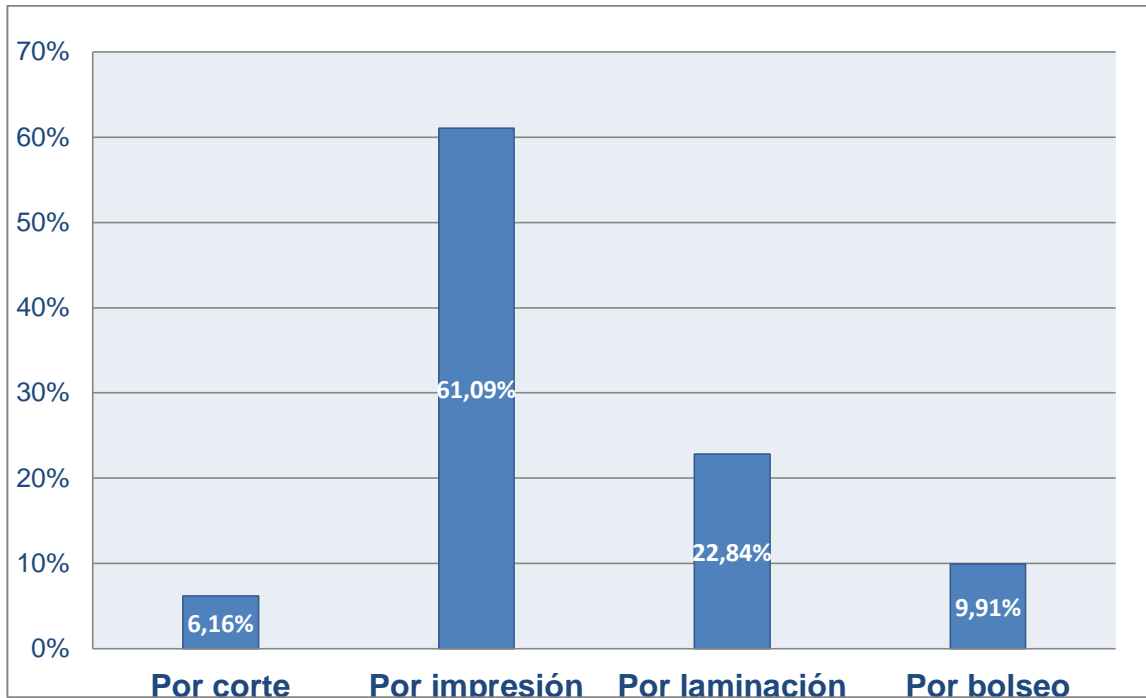


Fuente: elaboración propia.

El eje X muestra ordenadamente cada pedido según el número de orden de trabajo estudiada en el mes, el eje Y los porcentajes de desperdicio que pueda tener cada pedido.

Luego se realizó una gráfica muestra de donde se representa el área y se generan los desperdicios en el mes, distribuido en porcentajes, en la figura 40.

Figura 40. **Gráfica distribución de desperdicios**



Fuente: elaboración propia.

El eje X representa las distintas áreas del proceso. El eje Y representa el porcentaje de desperdicio que pueda tener cada área de trabajo.

Teniendo todos los datos en tablas y gráficas resultantes se procedió a crear una hoja electrónica con el objetivo de facilitar el ingreso de datos a la computadora por parte del inspector de calidad, para que al ingresar las cantidades el programa genere las gráficas y sean presentadas de manera que se puedan analizar conclusiones y así empezar a extraer las causas que están generando los desperdicios cuando estos resultan ser demasiado altos. De esta manera se puede empezar por actuar para una toma de decisiones que

busquen eliminar las causas del desperdicio y así minimizar los porcentajes lo mayor posible.

Para el uso de la hoja electrónica el usuario debe ingresar los siguientes datos: número de orden, fecha del pedido, tipo de producto, código del pedido, nombre del cliente, y las cantidades de desperdicio por Corte, Impresión, Laminación y Bolseo-Empaque, cantidad de refill y material empacado. Ya ingresados los datos el programa calcula y grafica automáticamente los porcentajes de desperdicio del mes al igual que la distribución de desperdicios. Luego de que se ingresan todos los datos del mes al programa se guarda y se puede presentar los resultados.

3.3. Evaluación de resultados

El plan de reducción del consumo de materiales de producción marca un punto de partida en las medidas a tomar en cuenta en el uso de materiales para la producción de los empaques flexibles de la empresa.

Por medio de a planificación y ejecución del plan de control de materiales de producción se especifica la manera en que se va a llevar a cabo un seguimiento de los materiales que se emplean en la producción de empaques flexibles. El plan genera resultados que se toman en cuenta para la toma de decisiones en la minimización de desperdicios, esto genera una ayuda al medio ambiente, se lleva un mejor control de calidad en los productos de la empresa y los costos se disminuyen.

Con los datos recolectados y mostrados en las gráficas se puede saber detalladamente la manera en el que los materiales están siendo consumidos, el plan de control propuesto generará las gráficas del consumo con frecuencia.

Teniendo las gráficas mensuales de los consumos de materiales, desperdicios y de refill se podrán estudiar estadísticamente las causas que generan los desperdicios, luego de esto se podrá proceder a la toma de decisiones para practicar nuevas acciones que las eliminen y reduzcan los materiales defectuosos y así minimizar los porcentajes de desperdicio.

Los porcentajes de desperdicio varían desde el 2 hasta un 22 por ciento, viéndolo por áreas se puede ver que el Departamento que mayor cantidad de desperdicio genera es el de Impresión, seguido de Laminación, Bolseo-Empaque y por último, el Departamento de Corte.

3.4. Costos de la propuesta

A continuación se presenta el equipo necesario y su costo para ser implementado el siguiente mes para llevar el control del consumo de materiales.

Tabla XXII. **Costos de la propuesta fase de investigación**

| Descripción | Cantidad | Costo unitario | Total |
|---------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| Orden de trabajo | 15 | Q 0,75 | Q 11,25 |
| Bolsa de polietileno | 15 | Q 7,35 | Q 110,25 |
| Disco programa de control | 2 | Q 2,50 | Q 5,00 |
| Hoja de control de desperdicios | 15 | Q 0,75 | Q 11,25 |
| | | Total | Q 137,75 |

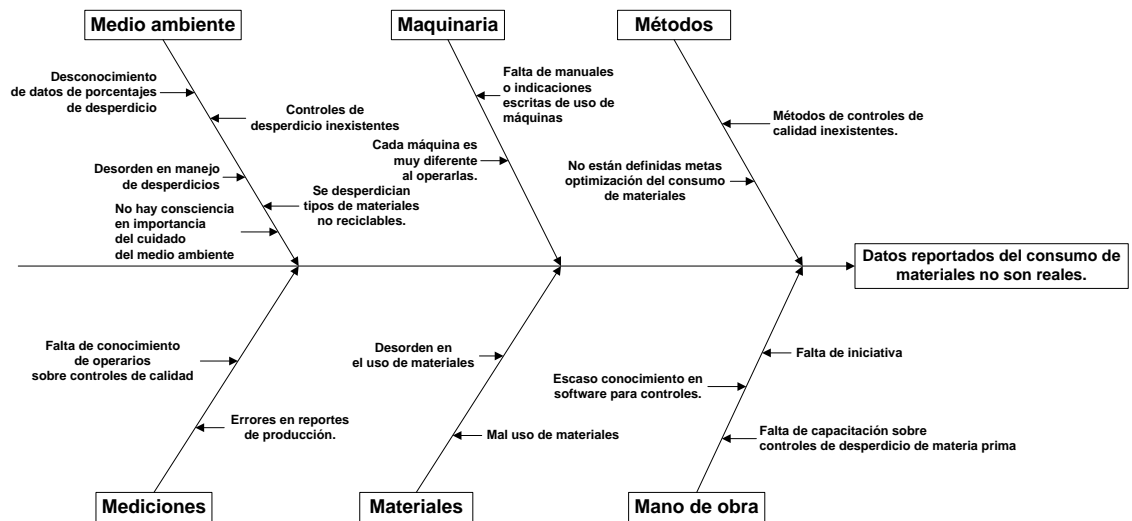
Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

A continuación se representa un Diagrama Causa-Efecto para conocer la situación actual, enfocado en las necesidades de capacitación.

Figura 41. Diagrama de Causa-Efecto, diagnóstico fase de docencia



Fuente: elaboración propia.

El problema es la mala organización del personal sobre el control de desperdicio en las distintas áreas del proceso de producción. El efecto es que se están reportando datos irreales del consumo de materiales de producción. Luego de clasificar las causas según los métodos, mano de obra, maquinaria, materiales, mediciones y medio ambiente se llegó a la conclusión que la causa

raíz del problema se encuentra en la mano de obra, ya que existe falta de capacitación por parte de los operarios sobre un control de desperdicio de materiales.

A través de entrevistas no estructuradas se preguntó al personal según su criterio, cuáles creían que eran las necesidades de capacitación en la planta para determinar los temas que se debían impartir en estas capacitaciones. Según los estudios de diagnóstico y plan de optimización de la fase técnico-profesional junto con una reunión con el supervisor de planta se llegó a la conclusión de los temas que el personal debe comprender de una forma más clara mediante la transmisión de conocimientos, desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para un buen desempeño de los trabajadores en sus actuales cargos y adaptarlos a las exigencias que requieren los cambios.

A continuación se describen los criterios que deben tomarse en cuenta para planificar e implementar las capacitaciones:

- Áreas de la empresa que tienen la necesidad de recibir capacitaciones.
- Personal que debe asistir a las capacitaciones
- Personas encargadas de cada capacitación
- Algunas opciones de los capacitadores.
- Lugar y fecha de las capacitaciones.
- Temas importantes que el personal debe aplicar para mejorar eficiencias en la planta.
- Errores comunes cometidos observados en las actividades laborales realizadas por el personal en sus obligaciones diarias.
- Temas de actitud que deben ser aplicados para mejorar los procesos.

- Temas importantes para evitar actos inseguros que generen accidentes en la planta y atenten contra la salud e higiene de la persona y del producto.
- Temas que ayuden a mejorar y controlar la calidad del producto y se mantenga en una mejora continua.
- Crear consciencia en el personal sobre los desperdicios, la forma en que impacta en el ambiente y en las pérdidas que genera.
- Manejo de hoja electrónica para controlar el desperdicio de la empresa y manera de realizar reportes.
- Tipo de evaluación sobre qué hacer y el momento que se debe realizar la capacitación.

4.2. Plan de capacitación

El plan de capacitación muestra una programación para realizar las capacitaciones sobre los temas identificados anteriormente en el diagnóstico.

Tabla XXIII. Programación de capacitación

| Tema | Fecha y hora | Personal que debe participar | Encargado | Capitador |
|--|--|--|------------------------|----------------|
| Implementación del control del consumo de materiales | 21, 22, 23, 28 y 27 de agosto 14:00-16:00 | Inspectores de calidad y operarios de máquina de impresión, laminación, corte y bolseo | Gerente de operaciones | Mynor González |

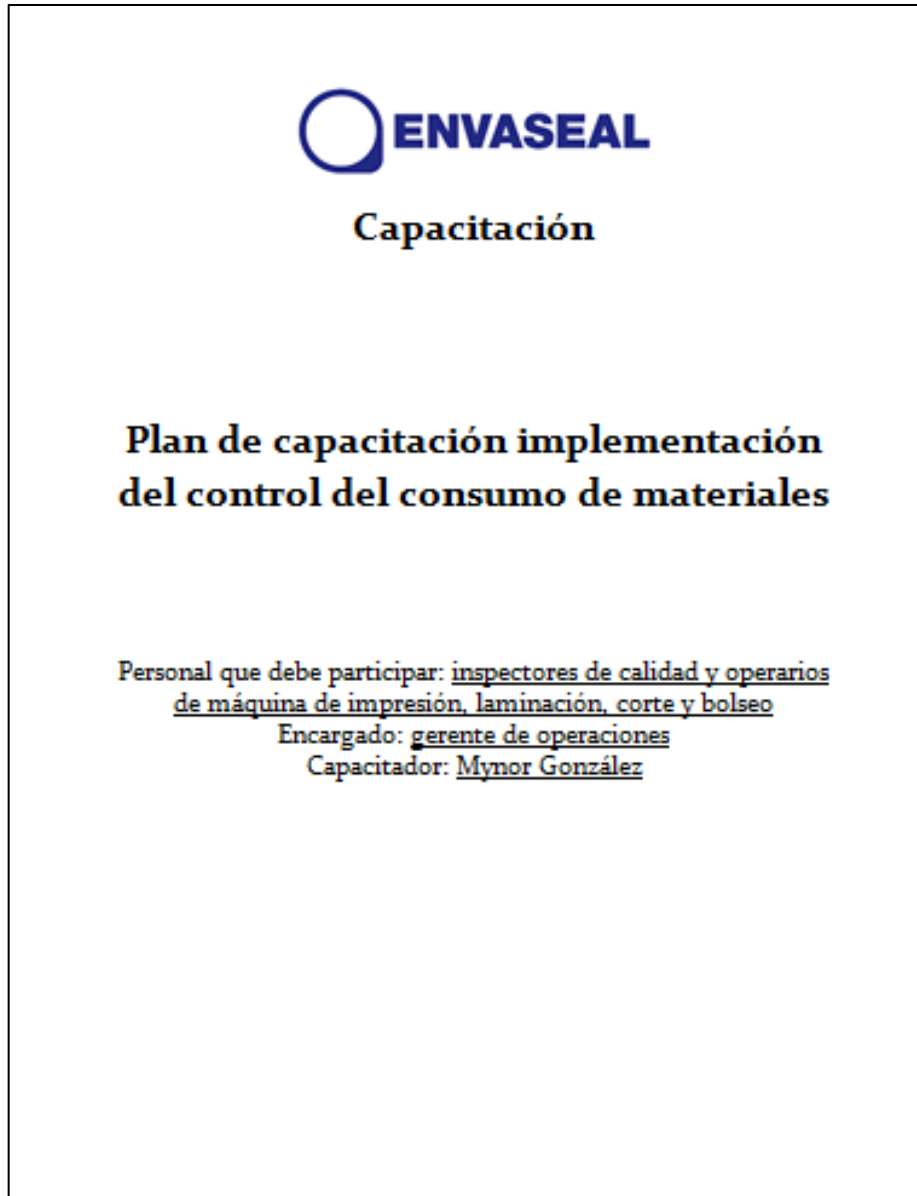
Fuente: elaboración propia.

El Plan de Capacitación “Implementación del Control del Consumo de Materiales” contiene:

- Objetivos del plan
- Cronograma de actividades.
- Material de apoyo de cada día de capacitación para el personal que la recibe.
- Ejercicios de práctica.

A continuación se presentan los documentados propuestos para llevarse a cabo la capacitación:

Figura 42. **Plan de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales**



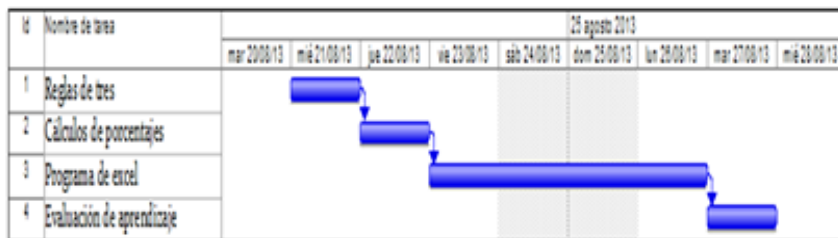
Continuación de la figura 42.

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales

Objetivos de la capacitación

- Conocer la importancia de la regla de tres en la solución de problemas de proporcionalidad.
- Aplicar el método de la regla de tres para el cálculo de porcentajes de desperdicio.
- Manejar y dominar las operaciones básicas de Excel para llevar el control de materiales.
- Evaluar el nivel de aprendizaje que se espera alcanzar en la capacitación.

Cronograma de actividades



Continuación de la figura 42.

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales

Día 1

Importancia de la aplicación de la regla de tres en la solución de problemas de proporcionalidad.

Actividades:

1. Material de lectura acerca de conceptos básicos y de la importancia de la regla de tres proporcionado a los inspectores de calidad.
2. Exposición sobre los temas brindados en el material de apoyo

Día 2

Aplicación de lo visto en reglas de tres para calcular porcentajes desde un punto de vista más apegado a la realidad.

Actividades:

1. Material de lectura con ejemplos simples sobre cálculos de porcentajes proporcionado a los inspectores de calidad.
2. Exposición sobre los temas brindados en el material de apoyo.

Día 3 y 4

Manejo de conceptos y operaciones básicas implementadas en Excel y de la hoja electrónica propuesta para controlar los desperdicios mensuales.

Actividades:

1. Material de lectura con ejemplos simples sobre cálculos básicos utilizados en el programa de control de Excel.
2. Exposición sobre los temas brindados en el material de apoyo.

Día 5

Medición del nivel de aprendizaje de los temas expuestos por medio de una evaluación escrita.

Actividades:

1. Realizar una prueba para medir el nivel de aprendizaje de los inspectores de calidad para comprobar que los temas se han comprendido.

Continuación de la figura 42.

**ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control
del Consumo de Materiales**

**DIA 1
MATERIAL DE LECTURA**

Importancia de la aplicación de la regla de tres en la solución de problemas de proporcionalidad.

La regla de tres es un instrumento muy sencillo y útil al mismo tiempo. Consiste en una sencilla operación que nos va a permitir encontrar el cuarto término de una proporción, de la que sólo conocemos tres términos.

Proporción: La proporcionalidad es una relación o razón entre magnitudes medibles.

La regla de tres simple

La relación entre ellas puede ser: directamente proporcional, si cuando una de ellas aumenta la otra también (a más tiempo trabajado, más dinero ganado); o inversamente proporcional, si cuando una aumenta la otra disminuye (más tiempo trabajado, menos tiempo de ocio).

Una de las formas de plantear la regla de tres es mediante el método tradicional. Si de "a" se tiene "b", entonces de "c" tendremos "d":

a → b
c → d

Si la relación entre las dos magnitudes es directamente proporcional, para resolver la regla de tres se multiplica "en cruz", es decir:

a b
 \ /
 / \
c d

"a" por "d" = "c" por "b"

Continuación de la figura 42.

**ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control
del Consumo de Materiales**

Si la relación es inversamente proporcional, se multiplica "por filas", es decir:

$$\begin{array}{l} a \text{ ————— } b \\ c \text{ ————— } d \end{array}$$

"a" por "b" = "c" por "d"

La regla de tres en la resolución de problemas

Existen muchas operaciones que diariamente se realizan y en las que son aplicadas las reglas de tres sin ser conscientes de que se están haciendo.

Los casos o situaciones en los cuales se aplican reglas de tres o porcentajes son muy diversos.

- Descuentos en los precios de artículos o incrementos.
- Cálculo del IVA de los productos.
- Cálculo de interés simple y compuesto.
- Cálculo del índice de precios al consumo.

Continuación de la figura 42.

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control
del Consumo de Materiales

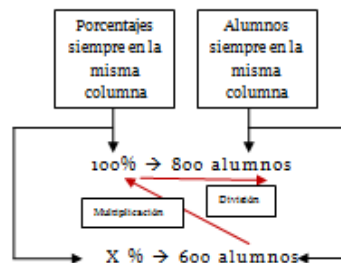
DIA 2
MATERIAL DE LECTURA

Aplicación de lo visto en reglas de tres para calcular porcentajes desde un punto de vista más apegado a la realidad.

EJEMPLOS DE PORCENTAJES

1. De los 800 alumnos de un colegio, han ido de viaje 600.
¿Qué porcentaje de alumnos ha ido de viaje?

Solución:



Operaciones

$$600 \text{ por } 100 = 60,000$$

$$60,000/800 = 75$$

Respuesta: el 75 % de los alumnos se ha ido de viaje.

Continuación de la figura 42.

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales

2. Al adquirir un vehículo cuyo precio es de Q. 8,800, nos hacen un descuento del 7.5 %. ¿Cuánto hay que pagar por el vehículo?

El diagrama muestra una proporción de fracciones con dos columnas. La columna izquierda contiene '100%' y '7.5 %'. La columna derecha contiene '8,800 Quetzales' y 'X Quetzales'. Una flecha roja apunta de '100%' a '8,800 Quetzales' con el label 'Multiplicación'. Otra flecha roja apunta de '7.5 %' a 'X Quetzales' con el label 'División'. Dos flechas negras indican que los valores de la misma columna pertenecen a la misma categoría: 'Porcentajes siempre en la misma columna' y 'Quetzales siempre en la misma columna'.

Operaciones

$7.5 \text{ por } 8,800 = 66,000$

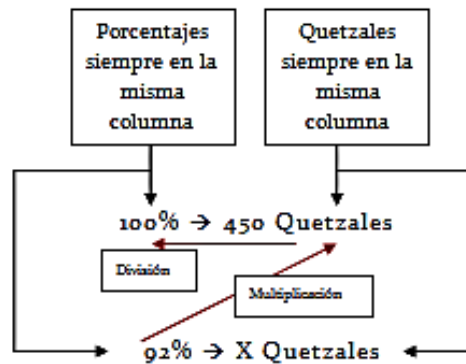
$66,000/100 = 660$

Respuesta: hay que pagar 660 quetzales por el vehículo.

Continuación de la figura 42.

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales

3. Al comprar un monitor que cuesta Q. 450 nos hacen un descuento del 8 %. ¿Cuánto tenemos que pagar?



Operaciones

$$92 \text{ por } 450 = \underline{41,400}$$

$$41,400/100 = \underline{414}$$

Respuesta: hay que pagar 414 quetzales para comprar el monitor.

Continuación de la figura 42.

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales

DIA 3 y 4
MATERIAL DE LECTURA

Manejo de conceptos y operaciones básicas implementadas en Excel y de la hoja electrónica propuesta para controlar los desperdicios mensuales.

Operaciones básicas

- Suma
- Resta
- Multiplicación
- División

SUMA

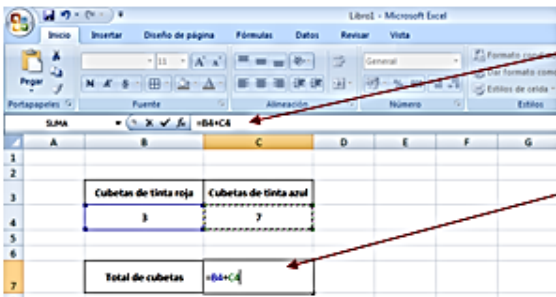
Para sumar 2 o más celdas se debe hacer lo siguiente:

1. Se selecciona la celda donde se desea que aparezca el resultado de la suma.
2. Se realiza la fórmula

Fórmula para sumar
Se empieza por escribir el signo igual "=", luego se selecciona la primera celda que se va a sumar, se coloca el signo más "+", se selecciona la segunda celda que se va a sumar y así sucesivamente

3. Se presiona "enter"

Ejemplo:



The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|-----------------------|-----------------------|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | Cubetas de tinta roja | Cubetas de tinta azul | | | | |
| 4 | | 3 | 7 | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | Total de cubetas | =B4+C4 | | | | |

Annotations in the image:

- A red arrow points from the text "Fórmula aplicada" to the formula bar showing "=B4+C4".
- A red arrow points from the text "Celda donde se ingresa la fórmula" to the cell C7 containing the formula "=B4+C4".

Continuación de la figura 42.

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales

RESTA

Para restar 2 o más celdas se debe hacer lo siguiente:

1. Se selecciona la celda donde se desea que aparezca el resultado de la resta.
2. Se realiza la fórmula

Fórmula para sumar

Se empieza por escribir el signo igual "=", luego se selecciona la primera celda a la que se le va a restar, se coloca el signo menos "-", se selecciona la segunda celda que se va a restar y así sucesivamente

3. Se presiona "enter"

Ejemplo:

The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The formula bar at the top displays the formula `=B4-C4-D4`. The spreadsheet below has the following data:

| | A | B | C | D | E | F |
|----|---|-------------------|---------------------------------------|---|---|---|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | Total de cubetas | Cubetas usadas por operario de tintas | cubetas usadas por operario de laminación | | |
| 4 | | 10 | 2 | 3 | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | Cubetas restantes | =B4-C4-D4 | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |

Annotations in the image:

- A box labeled "Fórmula aplicada" points to the formula bar showing `=B4-C4-D4`.
- A box labeled "Celda donde se ingresa la fórmula" points to cell C6, which contains the formula `=B4-C4-D4`.

Continuación de la figura 42.

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales

MULTIPLICACIÓN

Para restar 2 o más celdas se debe hacer lo siguiente:

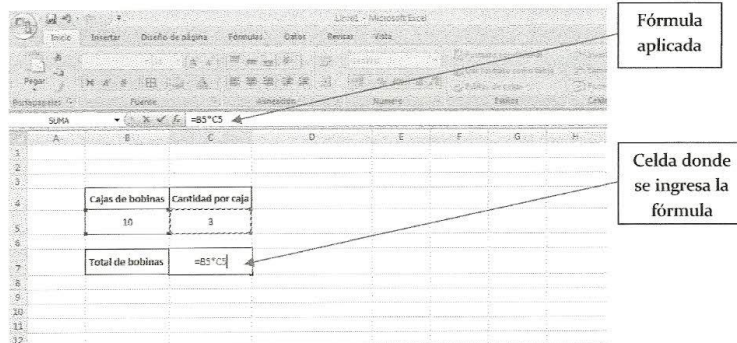
1. Se selecciona la celda donde se desea que aparezca el resultado de la multiplicación.
2. Se realiza la fórmula

Fórmula para sumar

Se empieza por escribir el signo igual "=", luego se selecciona la primera celda que se va a multiplicar, se coloca el signo por representado por un asterisco "*", se selecciona la segunda celda que se va a multiplicar y así sucesivamente con el total de números a multiplicar.

3. Se presiona "enter"

Ejemplo:



Continuación de la figura 42.

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales

DIVISIÓN

Para dividir 2 celdas se debe hacer lo siguiente:

1. Se selecciona la celda donde se desea que aparezca el resultado de la división.
2. Se realiza la fórmula

Fórmula para sumar

Se empieza por escribir el signo igual "=", luego se selecciona la primera celda que se va a dividirse, se coloca el signo por representado por "/" y se selecciona la segunda celda que se va a dividir.

3. Se presiona "enter"

Ejemplo:

Fórmula aplicada

Celda donde se ingresa la fórmula

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|--------------------------------|----------------------|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | Peso de caja | Total de montacargas | | | | |
| 5 | | 10 | 3 | | | | |
| 6 | | Transporte de cada montacargas | =B5/C3 | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

4.3. Análisis de resultados

Al finalizar cada tema del programa de capacitación, los empleados deberán:

- Demostrar que se han comprendido los temas de forma satisfactoria, realizándose una evaluación de conocimientos.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en las capacitaciones en sus actividades.
- Mejorar las actitudes en la elaboración de sus tareas diarias.
- Los documentos a utilizar son los siguientes:
- Evaluación escrita para medir conocimientos de capacitación.
- Evaluaciones periódicas.
- Gráficas de tendencias de resultados.

A continuación, en la figura 43 se presenta el documento de evaluación escrita para medir conocimientos de capacitación del plan propuesto: “Implementación del control del consumo de materiales”:

Figura 43. Evaluación de la capacitación

ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales

DIA 5
EVALUACIÓN
Medición del nivel de aprendizaje de los temas expuestos por medio de una evaluación escrita.

Nombre: _____

Puesto: _____

La evaluación consiste en dos series, lea y resuélvalas. Tiene un tiempo aproximado de 15 minutos para realizar la prueba.

SERIE I. Por favor lea detenidamente y conteste las siguientes preguntas según los temas expuestos en el plan de capacitación implementación del control del consumo de materiales.

1. ¿Qué es un regla de tres? 25%

2. Mencione 3 aplicaciones donde se aplique la regla de tres en la vida real 25%

a. _____

b. _____

c. _____

SERIE II. Resuelva los siguientes ejercicios:

1. ¿Qué operaciones debe realizar para encontrar el valor "D", si es una regla de tres directamente proporcional? 25%

A -----> B

C -----> D

Operaciones: _____

Continuación de la figura 43.

| ENVASEAL – Evaluación de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales | |
|--|-------------------------|
| 2. Ingrese la fórmula para sumar el total del número de operarios. 25% | |
| operarios en impresión | Operarios en laminación |
| 2 | 3 |
| | |
| Total operarios | |
| | |
| Resultados | |
| SERIE I | |
| Pregunta 1: _____ | |
| Pregunta 2: _____ | |
| SERIE II | |
| Pregunta 1: _____ | |
| Pregunta 2: _____ | |
| TOTAL: | |
| Firma de evaluador: _____ | |

Fuente: elaboración propia.

4.4. Costos del plan

El costo del plan de una capacitación antes representada como: Plan de Capacitación Implementación del Control del Consumo de Materiales, se representa en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Costos de la propuesta fase de capacitación**

| Descripción | Cantidad | Costo unitario (Q) | Total (Q) |
|--------------------|-----------------|---------------------------|------------------|
| Capacitador | 1 | - | - |
| Impresión | 14 | 1,00 | 14,00 |
| Papel bond | 14 | 0,14 | 1,96 |
| Fotocopia | 112 | 0,15 | 16,80 |
| | | Total | 32,76 |

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El diagnóstico se realizó utilizando la herramienta del Diagrama Causa-Efecto, donde se pudo detectar la causa raíz del problema: los procesos de impresión, laminación, corte y balseo-empaque no están optimizados. Eso genera tiempos perdidos en la ejecución de las actividades para la producción de empaques flexibles.
2. Se documentaron los métodos actuales por medio de estudio de tiempos que fueron expuestos en Diagramas Hombre-Máquina, conociendo la relación del operario con la maquinaria utilizada y los materiales, tomando en cuenta las condiciones de trabajo en las que se trabaja en la planta.
3. Para calcular los tiempos estándar que lleva cada una de las fases del proceso detallando la importancia, sobre qué es la preparación de las máquinas y la diferencia entre los ciclos, se cronometraron los procesos de conversión del empaque flexible polipropileno biorientado.
4. El diseño de nuevos métodos representados en un Diagrama Hombre-Máquina, consisten en una reestructuración de personal. De esta manera se reducen tiempos de ocio, las máquinas son mejor aprovechadas y se aumenta la productividad en el proceso de conversión de cualquier empaque flexible.

5. A través de la creación de propuestas se optimizaron las condiciones de trabajo; mejorando la ventilación, posturas y previniendo al operario sobre los posibles riesgos en cada operación que se realiza y de su magnitud proporcionando el equipo de protección adecuado en cada área de trabajo.
6. Con la propuesta de herramientas para el uso del operario generan mejoras en la ejecución de sus tareas y control de una mejor manera la calidad del producto.
7. Se realizó un plan de control de desperdicios de materiales de producción, indicando la manera de ejecución, las personas responsables de llevarlo a cabo y los resultados que se generarán mensualmente, para una toma de decisiones en la reducción y llevar un control cuantitativo frecuente del consumo de materiales, utilizando la implementación de un sistema electrónico como la principal idea.
8. Por medio de un diagnóstico de capacitación y según las necesidades y requerimientos del personal, se desarrolló un plan de capacitación dirigido a los operarios y supervisores sobre temas de motivación, calidad, productividad, seguridad e higiene industrial y sobre todo, para el uso y manejo del programa para controlar los desperdicios de materiales en el proceso de empaques flexibles.

RECOMENDACIONES

1. A la Gerencia de Producción medir los datos estándar de los demás productos que se realizan en la empresa, por medio de estudios de tiempos y Diagramas Hombre-Máquina.
2. Al jefe de Producción definir las causas del desperdicio mediante las gráficas mensuales generadas, para planificar acciones que reduzcan los porcentajes de desperdicio.
3. A la Gerencia General realizar capacitaciones frecuentes sobre actitudes positivas y sobre errores comunes en el desenvolvimiento en los puestos a los operarios.
4. A la Gerencia de Producción implementar el uso del equipo de seguridad industrial y mantener una mejora continua de las condiciones de trabajo para aumentar la productividad de mano de obra.
5. A la Gerencia de Producción considerar hacer un cambio en la visión y misión para que todo el personal de la empresa tenga claro, hacia donde se quiere llegar a largo plazo y qué acciones se están realizando para lograrlo.
6. A la Gerencia General volver a redactar la misión y la visión de la empresa para orientar a todo el personal y de esa manera definir mejores estrategias para alcanzar los objetivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. BENJAMIN, Enrique, FINCOWSKY, Franklin. *Organización de empresas*. 4a ed. México: McGraw Hill. 2014. 399 p.
2. DUNCAN ACHESON J. *Control de calidad y estadística industrial*. México: Alfa Omega, 1989. 1088 p.
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw Hill. 2005. 459 p.
4. GRIMALDI, Jhon V., SIMONDS, Rollin H. *La seguridad industrial: su administración*. 5a ed. México: Alfa Omega. 1996. 743 p.
5. MONDY, Wayne R., NOE, Robert M. *Administración de recursos humanos*. 11a ed. México: Pearson Educación, 2010. 495 p.
6. NIEBEL B. W., FREIVALDS A. *Ingeniería industrial, métodos estándares y diseño del trabajo*. México: Alfa Omega, 2004. 745 p.
7. Oficina de Lingüística. *Especificaciones para elaboración del proyecto de graduación*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1999. 33 p.

APÉNDICES

Figura 44. Evaluación factor de calificación impresión

EVALUACIÓN FACTOR DE CALIFICACIÓN

Fecha: 12 de junio de 2013

Operación: Impresión

Operario: _____


| Habilidad | | |
|-----------|------------|-------------------------------------|
| A | Habilísimo | <input type="checkbox"/> |
| B | Excelente | <input type="checkbox"/> |
| C | Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> |
| D | Medio | <input type="checkbox"/> |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> |

| Consistencia | | |
|--------------|-------|-------------------------------------|
| A | Buena | <input type="checkbox"/> |
| B | Media | <input checked="" type="checkbox"/> |
| C | Mala | <input type="checkbox"/> |

| Esfuerzo | | |
|----------|-----------|-------------------------------------|
| A | Excesivo | <input type="checkbox"/> |
| B | Excelente | <input type="checkbox"/> |
| C | Bueno | <input type="checkbox"/> |
| D | Medio | <input checked="" type="checkbox"/> |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> |

EVALUADOR

PUESTO DE TRABAJO: Supervisor

FIRMA: 

Fuente: elaboración propia

Figura 45. Evaluación de factor de calificación laminación

EVALUACIÓN FACTOR DE CALIFICACIÓN

Fecha: 12 de junio de 2013

Operación: Laminación

Operario: _____

| Habilidad | | |
|-----------|------------|-------------------------------------|
| A | Habilísimo | <input type="checkbox"/> |
| B | Excelente | <input type="checkbox"/> |
| C | Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> |
| D | Medio | <input type="checkbox"/> |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> |

| Consistencia | | |
|--------------|-------|-------------------------------------|
| A | Buena | <input checked="" type="checkbox"/> |
| B | Media | <input type="checkbox"/> |
| C | Mala | <input type="checkbox"/> |

| Esfuerzo | | |
|----------|-----------|-------------------------------------|
| A | Excesivo | <input type="checkbox"/> |
| B | Excelente | <input type="checkbox"/> |
| C | Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> |
| D | Medio | <input type="checkbox"/> |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> |

EVALUADOR

PUESTO DE TRABAJO: Supervisor

FIRMA: [Firma]

Fuente: elaboración propia.

Figura 46. Evaluación de factor de calificación corte

EVALUACIÓN FACTOR DE CALIFICACIÓN

Fecha: 12 de junio de 2013

Operación: Corte

Operario: _____


| Habilidad | | |
|-----------|------------|-------------------------------------|
| A | Habilísimo | <input type="checkbox"/> |
| B | Excelente | <input type="checkbox"/> |
| C | Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> |
| D | Medio | <input type="checkbox"/> |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> |

| Consistencia | | |
|--------------|-------|-------------------------------------|
| A | Buena | <input checked="" type="checkbox"/> |
| B | Media | <input type="checkbox"/> |
| C | Mala | <input type="checkbox"/> |

| Esfuerzo | | |
|----------|-----------|-------------------------------------|
| A | Excesivo | <input type="checkbox"/> |
| B | Excelente | <input type="checkbox"/> |
| C | Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> |
| D | Medio | <input type="checkbox"/> |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> |

EVALUADOR

PUESTO DE TRABAJO: Supervisor

FIRMA: 

Fuente: elaboración personal.

Figura 47. Evaluación factor de calificación Bolseo-Empaque.

EVALUACIÓN FACTOR DE CALIFICACIÓN

Fecha: 12 de junio de 2013

Operación: Bolseo - Empaque.

Operario: _____


| Habilidad | | |
|-----------|------------|-------------------------------------|
| A | Habilísimo | <input type="checkbox"/> |
| B | Excelente | <input type="checkbox"/> |
| C | Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> |
| D | Medio | <input type="checkbox"/> |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> |

| Consistencia | | |
|--------------|-------|-------------------------------------|
| A | Buena | <input type="checkbox"/> |
| B | Media | <input checked="" type="checkbox"/> |
| C | Mala | <input type="checkbox"/> |

| Esfuerzo | | |
|----------|-----------|-------------------------------------|
| A | Excesivo | <input type="checkbox"/> |
| B | Excelente | <input checked="" type="checkbox"/> |
| C | Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> |
| D | Medio | <input type="checkbox"/> |
| E | Regular | <input type="checkbox"/> |
| F | Malo | <input type="checkbox"/> |
| G | Torpe | <input type="checkbox"/> |

EVALUADOR

PUESTO DE TRABAJO: Supervisor

FIRMA: 

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

1. Cálculo del número de ciclos a estudiar para la toma de tiempos

Tabla XXV. **Criterio General Electric número de ciclos a estudiar.**

| Tiempo de ciclo (minutos) | Número de ciclos que cronometrar |
|--------------------------------------|---|
| 0,1 | 200 |
| 0,25 | 100 |
| 0,50 | 60 |
| 0,75 | 40 |
| 1 | 30 |
| 2 | 20 |
| De 4 a 5 | 15 |
| De 5 a 10 | 10 |
| De 10 a 20 | 8 |
| De 20 a 40 | 5 |
| Más de 40 | 3 |

Fuente: libro Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo.

2. Cálculo del factor de calificación para el estudio de tiempos

Figura 48. **Criterio Westin House para cálculo de factor de calificación.**

| HABILIDAD | | | ESFUERZO | | | |
|--------------------|------------|-------|---------------------|-----------|-------|---|
| A | Habilísimo | +0.15 | A | Excesivo | +0.15 | <i>Habilidad.</i> Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador. |
| B | Excelente | +0.10 | B | Excelente | +0.10 | |
| C | Bueno | +0.05 | C | Bueno | +0.05 | <i>Esfuerzo.</i> Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad. |
| D | Medio | 0.00 | D | Medio | 0.00 | |
| E | Regular | -0.05 | E | Regular | -0.05 | |
| F | Maló | -0.10 | F | Maló | -0.10 | <i>Condiciones.</i> Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan la operación. |
| G | Torpe | -0.15 | G | Torpe | -0.15 | |
| CONDICIONES | | | CONSISTENCIA | | | |
| A | Buena | +0.05 | A | Buena | +0.05 | <i>Consistencia.</i> Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante. |
| B | Media | 0.00 | B | Media | 0.00 | |
| C | Mala | -0.05 | C | Mala | -0.05 | |

Fuente: libro Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo.

3. Datos para determinar suplementos en estudio de tiempos.

Figura 49. **Datos para determinación de tolerancias**

| Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización" Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales | | | | | |
|---|---------|----------|---|-----|--|
| 1. Suplementos constantes | | | E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) | | |
| | Hombres | Mujeres | Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento | | |
| Suplementos por necesidades personales | 5 | 7 | | | |
| Suplementos por fatiga | 4 | 4 | Kata (minicalorías/cm ² /segundo) | | |
| 2. Suplementos variables | | | 16 | 0 | |
| | | | 14 | 0 | |
| | | | 12 | 0 | |
| | | | 10 | 3 | |
| A. Suplemento por trabajar de pie | | | 8 | 10 | |
| | | | 6 | 21 | |
| B. Suplemento por postura anormal | | | 5 | 31 | |
| ligeramente incómoda | | | 4 | 45 | |
| Incómoda (inclinado) | | | 3 | 64 | |
| Muy incómoda (echado, estirado) | | | 2 | 100 | |
| | | | 7 | 7 | |
| C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar) | | | F. Concentración intensa | | |
| | | | Hombres Mujeres | | |
| Trabajos de cierta precisión | | | 0 | 0 | |
| Trabajos de precisión o fatigosos | | | 2 | 2 | |
| Trabajos de gran precisión o muy fatigosos | | | 5 | 5 | |
| Peso levantado por kilogramo | | | G. Ruido | | |
| 2.5 | 0 | 1 | Continuo | | |
| 5 | 1 | 2 | Intermitente y fuerte | | |
| 7.5 | 2 | 3 | Intermitente y muy fuerte | | |
| 10 | 3 | 4 | Estridente y fuerte | | |
| 12.5 | 4 | 6 | H. Tensión mental | | |
| 15 | 5 | 8 | Proceso bastante complejo | | |
| 17.5 | 7 | 10 | Proceso complejo o atención | | |
| 20 | 9 | 13 | dividida entre muchos objetos | | |
| 22.5 | 11 | 16 | Muy compleja | | |
| 25 | 13 | 20 (máx) | 4 | 4 | |
| 30 | 17 | | 8 | 8 | |
| 33.5 | 22 | | I. Monotonía | | |
| | | | Trabajo algo monótono | | |
| | | | Trabajo bastante monótono | | |
| | | | Trabajo muy monótono | | |
| D. Mala iluminación | | | J. Tedio | | |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | | | Trabajo algo aburrido | | |
| Bastante por debajo | | | Trabajo aburrido | | |
| Absolutamente insuficiente | | | Trabajo muy aburrido | | |

Fuente: Ingeniería Industrial, Métodos Estándares y Diseño del Trabajo

4. Cálculos de ventilación

Figura 50. **Datos para cálculos de ventilación**

| VOLUMEN DE AIRE NECESARIO POR PERSONA/HORA/M³ | |
|---|-----|
| Hospitales, salas generales..... | 60 |
| Hospitales, salas de heridos..... | 100 |
| Hospitales, salas de enfermedades... | 150 |
| Talleres..... | 60 |
| Industrias insalubres..... | 100 |
| Teatros y salas de reunión..... | 50 |
| Escuela de niños..... | 15 |
| Escuela de adultos..... | 30 |
| Estancias ordinarias..... | 10 |

| RENOVACION DEL AIRE EN NUMERO DE VECES/HORA | |
|--|-------|
| Habitaciones ordinarias..... | 1 |
| Dormitorios..... | 2 |
| Hospitales, enfermedades comunes..... | 3 a 4 |
| Hospitales, enfermedades epidémicas..... | 5 a 6 |
| Talleres..... | 3 a 4 |
| Teatros..... | 3 a 4 |

Fuente: libro Ingeniería de plantas

Figura 51. **Cálculo de coeficiente de entrada de ventana**

| C | Características |
|-------------|---------------------------------|
| 0.25 – 0.35 | Cuando actúa longitudinalmente |
| 0.3 – 0.5 | Cuando actúa perpendicularmente |

Fuente: libro Ingeniería de plantas