

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS PARA REDUCIR
LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR DEVOLUCIONES
EN LA EMPRESA RUEDAMAX E. I. R. L.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

CESAR JUNIOR NORIEGA PEREZ

Chiclayo 13 de noviembre de 2018

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS PARA REDUCIR
LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR DEVOLUCIONES
EN LA EMPRESA RUEDAMAX E. I. R. L.**

POR:

CESAR JUNIOR NORIEGA PEREZ

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADO POR:

**Mgtr. Ing. Vanessa Lizet Castro Delgado
PRESIDENTE**

**Ing. Joselito Sánchez Pérez
SECRETARIO**

**Mgtr. Ing. Oscar Kelly Vásquez
Gervasi
ASESOR**

DEDICATORIA

A Dios.

Por permitirme llegar hasta este momento de mi vida y darme siempre las fuerzas necesarias para salir adelante ante cada obstáculo.

A mis Padres y Hermanos.

Por todo su soporte, consejos y apoyarme siempre en los momentos más difíciles.

A mis Abuelos.

Por guiarme y cuidarme siempre todos los días de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres por su constante motivación durante toda mi etapa universitaria, por darme seguridad y por sus enseñanzas que me han servido a lo largo de este proceso.

Al Sr. Julio Luzón, gerente general a empresa “RUEDAMAX E.I.R.L” por brindarme la facilidad al acceso a esta, y por el apoyo incondicional.

A mi asesor, el Mgtr. Ing. Oscar Vásquez Gervasi por toda la guía brindada.

RESUMEN

RUEDAMAX E.I.R.L. es una empresa ubicada en el departamento de Lambayeque, distrito de Chiclayo y está dedica a brindar el servicio de reencauche de neumáticos de transporte pesado. Sin embargo, el 54,20 % de los reencauche son devueltos y generan pérdidas económicas considerables (33,80 %). Todo ello es debido a que no hay parámetros establecidos y las etapas trabajan fuera de los límites internacionales, realizan métodos de trabajo inadecuados porque quedan daños sin reparar, hay malos cubrimientos de daños, aire atrapado en parches, exceso de colocación de parches, raspado ineficiente, cementado sin llegar a toda la superficie y mal corte de la banda de rodamiento. Para resolver este problema se propuso mejorar el proceso de reencauche de neumáticos para reducir las pérdidas económicas por devoluciones.

Esta se logró mediante la ejecución de un diagnóstico de la situación actual de la empresa, para determinar las causas de las devoluciones, también se determinó los métodos y herramientas de mejora para conocer la prioridad de estas, luego se ejecutaron todas las mejoras. Por último se halló el costo – beneficio de la propuesta.

El resultado de la investigación fue el siguiente: se logró reducir las pérdidas económicas por devoluciones en 100%, esto se evidenció ya que la eficiencia económica incrementó en 53,11%. Además con la propuesta se redujo el cuello de botella en 20,26%, el desperdicio de tiempo en 45,49%, se incrementó la producción en 15,38%, la productividad de mano de obra en 38,25% y la eficiencia de la línea en 59,04%. El costo beneficio de la propuesta nos dio 1,95 soles, por ende por cada sol que se invierte la empresa ganará 0,95 soles.

Palabras claves: *Mejora del proceso, Reencauche de neumáticos, pérdidas económicas, devoluciones.*

ABSTRACT

RUEDAMAX E.I.R.L. is a company located in the department of Lambayeque, district of Chiclayo and is dedicated to provide the service of retreading of heavy transport tires. However, 54,20% of the retreads are returned and considerable lightening (33,80%). All this is due to the fact that there are no assembly parameters and the work stages outside the international limits, inadequate work methods are carried out, since there is damage without repairing, there are bad coverings of damages, air trapped in the eyelids, excess of patching, inefficient scraping, cemented without reaching the entire surface and poor cutting of the tread. To solve this problem, it was proposed to improve the tire retreading process to reduce savings due to returns.

This was achieved by executing a diagnosis of the current situation of the company, to determine the causes of the losses, it was also determined the improvement methods and tools for the priority of these, then all the improvements were executed. Finally, the cost - benefit of the proposal was found.

The result of the investigation was the following: it can be reduced. The latest economies have been reduced to 100%, this shows that economic efficiency increased by 53,11%. In addition to the proposal, the bottleneck was reduced by 20,26%, time wastage by 45,49%, production increased by 15.38%, hand productivity by 38,25% and the efficiency of the line at 59,04%. The cost of creation gave us 1,95 soles, so each time you invest in the company you will earn 0,95 soles.

Keywords: *Improvement of the process, Retread of tires, economic losses, devolutions.*

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	19
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	19
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	23
2.2.1. Neumático.....	23
2.2.2. Reencauche de neumáticos.....	25
2.2.2.1.1. Tipos de reencauches: frío y caliente:.....	26
2.2.3. Norma Técnica.....	26
2.2.3.1.1. NTE 2582: Norma Técnica – Requisitos del reencauche de neumáticos.....	26
2.2.4. Devolución.....	27
2.2.5. Pérdida económica.....	27
2.2.6. Producción y Productividad.....	28
2.2.6.1.1. Proceso de producción.....	28
2.2.6.1.2. Productividad.....	28
2.2.6.1.3. Mano de obra.....	29
2.2.7. Herramientas y Metodologías para el análisis y mejora de proceso.....	30
2.2.7.1.1. Diagrama de flujo.....	30
2.2.7.1.2. Diagrama de operaciones.....	30
2.2.7.2.3. Histogramas.....	32
2.2.7.2.4. Matriz de priorización.....	32
2.2.7.2.5. Metodología 5W+H.....	33
2.2.7.2.6. Estudio de trabajo.....	33
2.2.7.2.7. Lean Manufacturing.....	37
III. RESULTADOS.....	38
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	38

3.1.1.	La empresa.....	38
3.1.2.	Productos	42
3.1.2.1.1.	Descripción del producto	42
3.1.2.2.	Desperdicio.....	43
3.1.2.3.	Desechos.....	43
3.1.3.	Materia prima e insumos	43
3.1.3.1.	Materia prima	43
3.1.3.2.	Insumos	44
3.1.4.	Herramientas y máquinas	47
3.1.4.1.	Herramientas / Equipos.....	47
3.1.4.2.	Máquinas	52
3.1.5.	Proceso de producción.....	55
3.1.6.	Sistema de producción.....	61
3.1.7.	Análisis para el proceso de producción	62
3.1.7.1.	Diagrama de flujo de procesos actual	62
3.1.7.2.	Diagrama de bloques	63
3.1.7.3.	Estudio de tiempos.....	64
3.1.7.4.	Diagrama de recorrido	66
3.1.7.4.	Diagrama de operaciones.....	69
3.1.7.5.	Diagrama de análisis del proceso	71
3.1.7.6.	Cursograma analítico del proceso de reencauche	74
3.1.8.	Indicadores actuales de producción y productividad.....	99
3.1.8.1.	Indicadores del proyecto	99
3.1.8.2.	Indicadores de producción	101
3.1.8.3.	Indicadores de tiempo.....	103
3.1.8.4.	Indicadores de productividad	103
3.1.8.5.	Indicadores de Capacidad	106
3.1.8.6.	Indicadores de Eficiencia.....	108
3.1.8.7.	Resumen de indicadores actuales.....	111
3.1.9.	Análisis de la información.....	111
3.1.10.	Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas 112	
3.1.10.1.	Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción.	121
3.2.	DETERMINACIÓN DE MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE MEJORA	122

3.3.	DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL PROCESO DE REENCAUCHE	125
3.3.1.	Propuestas de nuevos métodos de trabajo para reducir las pérdidas económicas por devoluciones	125
3.3.1.1.	Tiempo promedio de la propuesta.....	136
3.3.2.	Balance de líneas	136
3.3.3.	Procedimiento de las propuestas realizadas.....	157
3.3.4.	Capacitación sobre el procedimiento propuesto	165
3.3.5.	Fichas de control y verificación propuestas para hacer cumplir el nuevo método de trabajo	168
3.3.6.	Tiempo estándar	169
3.3.6.1.	Tiempo normal de la propuesta.....	169
3.3.6.2.	Tiempo estándar de la propuesta.....	170
3.3.7.	Nuevos indicadores de producción y productividad.....	172
3.3.7.1.	Nuevos indicadores del proyecto	172
3.3.7.2.	Nuevos indicadores de producción	172
3.3.7.3.	Nuevos indicadores de tiempo	173
3.3.7.4.	Nuevos indicadores de productividad	173
3.3.7.5.	Nuevos indicadores de capacidad	176
3.3.7.6.	Nuevos indicadores de eficiencia.....	180
3.3.8.	Cuadro comparativo de indicadores	182
3.4.	ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....	182
3.4.1.	Beneficio de la propuesta de mejora.....	182
3.4.2.	Egresos de la propuesta de mejora	185
3.4.2.1.	Inversión inicial	185
3.4.2.2.	Costos anuales	186
3.4.3.	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	187
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	189
4.1.	CONCLUSIONES.....	189
4.2.	RECOMENDACIONES	190
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	191
VI.	ANEXOS.....	193

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales indicadores de producción y productividad	29
Tabla 2. Símbolos utilizados en el D.O.P	30
Tabla 3. Símbolos utilizados en el D.A.P	31
Tabla 4. Principales sistemas de medición de tiempos.....	35
Tabla 5. Principales características de RUEDAMAX E.I.R.L	39
Tabla 6. Tipos de neumáticos recibidos para el servicio de reencauche	42
Tabla 7. Tipos de diseño de banda de rodamiento	43
Tabla 8. Especificaciones de la banda de rodamiento	44
Tabla 9. Mano de obra en la producción del reencauche	47
Tabla 10. Ficha técnica del mini taladro.....	48
Tabla 11. Especificaciones de la lezna	49
Tabla 12. Ficha técnica del extractor de rotación.....	49
Tabla 13. Especificaciones del martillo manual.....	50
Tabla 14. Especificaciones de la brocha.....	50
Tabla 15. Especificaciones de la pistola de inflado.....	51
Tabla 16. Especificaciones de la wincha	51
Tabla 17. Especificaciones de la pistola de manguera de extracción	52
Tabla 18. Ficha técnica de la máquina raspadora	53
Tabla 19. Ficha técnica de la máquina rodilladora.....	54
Tabla 20. Ficha técnica de la autoclave industrial.....	55
Tabla 21. Descripción del sistema de producción en RUEDAMAX E.I.R.L	61
Tabla 22. Número recomendado de ciclos de observación	64
Tabla 23. Muestra de ciclos observados del proceso de reencauche de neumáticos en RUEDAMAX E.I.R.L	65
Tabla 24. Frecuencia de la antigüedad de los neumáticos reencauchados durante Enero a Diciembre del 2017	75
Tabla 25. Frecuencia de la cantidad de reencauches que tienen los neumáticos durante Enero a Diciembre del 2017	76
Tabla 26. Frecuencia de la cantidad de picaduras de los reencauches durante Enero a Diciembre del 2017	78
Tabla 27. Frecuencia de los milímetros de desgaste de los reencauches durante Enero a Diciembre del 2017	80
Tabla 28. Frecuencia de devoluciones por etapa de Raspado durante Enero a Diciembre del 2017	83
Tabla 29. Frecuencia de devoluciones por etapa de Escareado durante Enero a Diciembre del 2017	85
Tabla 30. Frecuencia de devoluciones por etapa de Cementado durante Enero a Diciembre del 2017	87
Tabla 31. Frecuencia de devoluciones por etapa de Relleno durante Enero a Diciembre del 2017	88
Tabla 32. Frecuencia de devoluciones por etapa de Corte de bandas durante enero a diciembre del 2017	91
Tabla 33. Distancia en mm entre los parches	97
Tabla 34. Resumen de la pérdida en el método en el proceso de reencauche	98
Tabla 35. Porcentaje de devoluciones de enero a diciembre 2017	99
Tabla 36. Ingresos desde enero a diciembre del 2017 en	100

Tabla 37. Pérdidas económicas por devoluciones durante enero a diciembre 2017	101
Tabla 38. Análisis de proceso de reencauche	102
Tabla 39. Costo de Mano de obra.....	104
Tabla 40. Costo de materia prima.....	105
Tabla 41. Costos de materiales	106
Tabla 42. Costo de producción por unidad.....	106
Tabla 43. Cantidad de reencauches reales	107
Tabla 44. Costo de reproceso por unidad	109
Tabla 45. Tabla resumen de indicadores actuales de RUEDAMAX E.I.R.L.....	111
Tabla 46. Análisis actual de etapa de inspección inicial	112
Tabla 47. Análisis actual de etapa de raspado	113
Tabla 48. Análisis actual de etapa de Escareado	114
Tabla 49. Análisis actual de etapa de Cementado	114
Tabla 50. Análisis actual de etapa de Relleno	115
Tabla 51. Análisis actual de etapa de Corte de bandas.....	115
Tabla 52. Análisis actual de etapa de Inspección final.....	116
Tabla 53. Causas de las devoluciones de enero a diciembre del 2017 en RUEDAMAX E.I.R.L	117
Tabla 54. Síntesis del diagnóstico	120
Tabla 55. Identificación de causas y propuestas de solución al problema	121
Tabla 56. Escala de calificación	122
Tabla 57. Matriz de enfrentamiento	123
Tabla 58. Calificación obtenida en base al ranking de asignación	124
Tabla 59. Resultado de la priorización de metodologías de mejora	124
Tabla 60. Muestra de toma de tiempos del nuevo método	125
Tabla 61. Tiempo de observaciones de actividades propuestas: Contabilizar y señalar	126
Tabla 62. Especificaciones del rodillo metálico.....	127
Tabla 63. Tiempo de observaciones de actividad propuesta: Rodillar parches.....	128
Tabla 64. Tiempo de observaciones de actividad propuesta: Movimiento circular para cementar.....	128
Tabla 65. Tiempo de observaciones de actividad propuesta: Rellenar hasta sobrepasar la herida	129
Tabla 66. Tiempo de observación de actividad propuesta: Inflar neumático a 30 PSI	131
Tabla 67. Ficha técnica de la cortadora manual	133
Tabla 68. Especificaciones de cinturón porta herramientas	136
Tabla 69. Tiempos promedios del método de trabajo propuesto.....	136
Tabla 70. Nueva agrupación de actividades propuestas	137
Tabla 71. Resumen de la pérdida en el método con el proceso propuesto	151
Tabla 72. Especificaciones para la Inspección Inicial	158
Tabla 73. Especificaciones para el Raspado.....	159
Tabla 74. Especificaciones para el Escareado	160
Tabla 75. Especificaciones para el cementado y relleno	161
Tabla 76. Especificaciones para el Embandando	162
Tabla 77. Especificaciones para el Vulcanizado	164
Tabla 78. Especificaciones para Inspección final.....	165
Tabla 79. Plan de capacitación del nuevo método de trabajo.....	167
Tabla 80. Hoja de ruta del proceso de reencauche propuesta.....	168

Tabla 81. Factor de calificación de desempeño.....	169
Tabla 82. Tiempo normal de la propuesta	170
Tabla 83. Factor suplemento o tolerancia.....	171
Tabla 84. Tiempo estándar de la propuesta	171
Tabla 85. Nuevo Costo de Mano de obra	175
Tabla 86. Costo de materia prima.....	175
Tabla 87. Costos de materiales	176
Tabla 88. Nuevo Costo de producción por unidad	176
Tabla 89. Cantidad de reencauches para 2018	178
Tabla 90. Mejora de Indicadores	182
Tabla 91. Proyección de Reencauches y devoluciones	183
Tabla 92. Ingresos por venta de reencauches recuperados	184
Tabla 93. Ingresos por eliminación de devoluciones	184
Tabla 94. Beneficios de la propuesta.....	185
Tabla 95. Inversión para la propuesta de mejora.....	185
Tabla 96. Ingresos por nuevos costo de producción.....	186
Tabla 97. Flujo de caja de la propuesta	187
Tabla 98. Costo Beneficio de la propuesta	188
Tabla 99. Promedio del precio de venta del servicio de reencauche de neumáticos....	194
Tabla 100. Estudio de tiempo de Inspección inicial	197
Tabla 101. Estudio de tiempo de Raspado	198
Tabla 102. Estudio de tiempo de Escareado	199
Tabla 103. Estudio de Tiempos de Cementado	199
Tabla 104. Estudio de tiempo de Relleno.....	200
Tabla 105. Estudio de tiempo de Corte de Bandas.....	200
Tabla 106. Estudio de tiempo de Embandado	201
Tabla 107. Estudio de tiempo de Armado	202
Tabla 108. Estudio de tiempo de Vulcanizado	203
Tabla 109. Estudio de tiempo de Pintado	203
Tabla 110. Estudio de tiempo de Inspección final.....	204
Tabla 111. Resumen de las actividades actuales del proceso de reencauche.....	205
Tabla 112. Porcentaje de calificación de la actuación del Sistema Westinghouse.....	206
Tabla 113. Tolerancias de la organización internacional del trabajo	207
Tabla 114. Peso de los neumáticos que cargan los operarios	208
Tabla 115. Proforma de producción enero del 2017	209
Tabla 116. Proforma de producción febrero del 2017.....	210
Tabla 117. Proforma de producción marzo del 2017	211
Tabla 118. Proforma de producción abril del 2017	212
Tabla 119. Proforma de producción mayo del 2017	213
Tabla 120. Proforma de producción junio del 2017	214
Tabla 121. Proforma de producción julio del 2017	215
Tabla 122. Proforma de producción agosto del 2017.....	216
Tabla 123. Proforma de producción septiembre del 2017.....	217
Tabla 124. Proforma de producción octubre del 2017	218
Tabla 125. Proforma de producción noviembre del 2017	219
Tabla 126. Proforma de producción diciembre del 2017	220
Tabla 127. Cálculo del tiempo estándar de Inspección inicial	221
Tabla 128. Cálculo del tiempo estándar de Raspado.....	221

Tabla 129. Cálculo del tiempo estándar de Escareado	222
Tabla 130. Cálculo del tiempo estándar de Cementado y Relleno	222
Tabla 131. Cálculo del tiempo estándar de Corte de Bandas	223
Tabla 132. Cálculo del tiempo estándar de Embandado	223
Tabla 133. Cálculo del tiempo estándar de Armado	224
Tabla 134. Cálculo del tiempo estándar de Vulcanizado	224
Tabla 135. Cálculo del tiempo estándar de Inspección Final y Pintado.....	225
Tabla 136. Plan de acción para la mejora.....	229
Tabla 137. Proceso Propuesto	230

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de un neumático.....	23
Figura 2. Cotas medibles en un neumático.....	25
Figura 3. Reencauche de neumáticos	26
Figura 4. Tipos de devolución	27
Figura 5. Etapas de un estudio de trabajo.....	34
Figura 6. Estandarización de un método de trabajo.....	37
Figura 7. Ubicación del punto de venta de RUEDAMAX E.I.R.L.....	38
Figura 8. Punto de venta de RUEDAMAX E.I.R.L.....	39
Figura 9. Organigrama de RUEDAMAX E.I.R.L.....	40
Figura 10. Plano actual de RUEDAMAX E.I.R.L.....	41
Figura 11. Parche para reencauche	44
Figura 12. Cemento para reencauche	45
Figura 13. Cojín extruído para reencauche.....	45
Figura 14. Cojín laminado para reencauche	45
Figura 15. Envélope para el reencauche.....	46
Figura 16. Pintura para el reencauche	46
Figura 17. Sello del reencauche.....	46
Figura 18. Mini taladro para etapa de escareado	47
Figura 19. Reglas para etapa de raspado	48
Figura 20. Lezna para etapa de inspección inicial.....	48
Figura 21. Extrusor de rotación para la etapa de Relleno.....	49
Figura 22. Martillo manual para etapa de embandado	49
Figura 23. Brocha para etapa de cementado.....	50
Figura 24. Pistola de inflado en etapa de raspado	50
Figura 25. Wincha para etapa de corte de bandas	51
Figura 26. Cuchilla para etapa de corte de bandas	51
Figura 27. Manguera de extracción de aire para la etapa de armado	52
Figura 28. Máquina raspadora.....	52
Figura 29. Máquina rodilladora	53
Figura 30. Almacén de neumáticos recibidos.....	56
Figura 31. Almacén de neumáticos aceptados.....	56
Figura 32. Etapa de raspado	57
Figura 33. Etapa de escareado	57
Figura 34. Etapa de cementado.....	58
Figura 35. Etapa de relleno.....	58
Figura 36. Corte de bandas	58
Figura 37. Etapa de embandado	59
Figura 38. Etapa de armado.....	59
Figura 39. Etapa de vulcanizado.....	60
Figura 40. Etapa de inspección final	60
Figura 41. Diagrama de procesos de operaciones en RUEDAMAX E.I.R.L.....	62
Figura 42. Diagrama de bloques del proceso de reencauche en RUEDAMAX E.I.R.L.....	63
Figura 43. Diagrama de recorrido actual del proceso de reencauche de neumáticos en RUEDAMAX E.I.R.L.....	66
Figura 44. Diagrama de flujo de las devoluciones en RUEDAMAX E.I.R.L.....	68
Figura 45. Diagrama de operaciones del proceso de reencauche actual	69

Figura 46. Diagrama de análisis del proceso de reencauche de neumáticos actual.....	72
Figura 47. Cursograma analítico actual de la operación de Inspección inicial	74
Figura 48. Histograma de la antigüedad de los neumáticos reencauchados.....	76
Figura 49. Histograma de la cantidad de reencauches que tienen los neumáticos durante Enero a Diciembre del 2017	77
Figura 50. Histograma de la cantidad de picaduras de los reencauches durante Enero a Diciembre del 2017	79
Figura 51. Histograma de los milímetros de desgaste de los neumáticos durante Enero a Diciembre del 2017	81
Figura 52. Cursograma analítico actual de la operación de raspado	82
Figura 53. Devolución por raspado ineficiente	83
Figura 54. Cursograma analítico actual de la operación de Escareado	84
Figura 55. Aire atrapado en parches	85
Figura 56. Heridas y daños sin reparar	86
Figura 57. Cursograma analítico actual de la operación de Cementado	86
Figura 58. Movimiento del operario en etapa de Cementado.....	87
Figura 59. Cursograma analítico actual de la operación de relleno.....	88
Figura 60. Malos cubrimientos en de daños en etapa de relleno	89
Figura 61. Cursograma analítico actual de la operación de Corte de bandas	90
Figura 62. Mal corte en las bandas de rodamiento	91
Figura 63. Cursograma analítico actual de la operación de Embandado.....	92
Figura 64. Cursograma analítico actual de la operación de Armado.....	93
Figura 65. Cursograma analítico actual de la operación de Vulcanizado	94
Figura 66. Cursograma analítico actual de la operación de Pintado	95
Figura 67. Cursograma analítico actual de operaciones de la etapa de Inspección final	96
Figura 68. Histograma de la distancia entre parches de los reencauches durante enero a diciembre 2017	97
Figura 69. Razón de las devoluciones	116
Figura 70. Porcentaje de las causas de las devoluciones durante Enero - Diciembre del 2017	118
Figura 71. Diagrama Ishikawa de las causas de las pérdidas económicas por devoluciones	119
Figura 72. Señalización de heridas y daños a neumáticos.....	126
Figura 73. Rodillo Propuesto para etapa de Escareado	127
Figura 74. Simulación de método propuesto (movimiento circular).....	129
Figura 75. Relleno propuesto en la superficie del neumático.....	130
Figura 76. Cortadora Manual para etapa de Corte de Bandas	131
Figura 77. Propuesta de Cinturón porta herramientas	135
Figura 78. Takt Time del proceso actual	137
Figura 79. Takt Time del proceso balanceado.....	139
Figura 80. Plano propuesto para RUEDAMAX E.I.R.L. con nuevas estaciones.....	140
Figura 81. Diagrama de recorrido propuesto con nuevos números de estaciones y operadores.....	141
Figura 82. Cursograma analítico propuesto de la operación Inspección Inicial.....	142
Figura 83. Cursograma analítico propuesto de la operación Raspado	143
Figura 84. Cursograma analítico propuesto de la operación Escareado.....	144
Figura 85. Cursograma analítico propuesto de la etapa Cementado y Relleno	145
Figura 86. Cursograma analítico propuesto de la operación Corte de bandas	146

Figura 87. Cursograma analítico propuesto de la operación Embandado	147
Figura 88. Cursograma analítico propuesto del Armado.....	148
Figura 89. Cursograma analítico propuesto de la operación Vulcanizado	149
Figura 90. Cursograma analítico propuesto de la operación Inspección final y Pintado	150
Figura 91. Diagrama de bloques propuesto del proceso de reencauche de neumáticos	152
Figura 92. Diagrama de operaciones del proceso de reencauche de neumáticos propuesto	153
Figura 93. Diagrama de análisis del proceso del reencauche de neumático propuesto	156
Figura 94. Proyección de la producción real de reencauches.....	177
Figura 95. Proyección de la cantidad de reencauches devueltos	178
Figura 96. Hoja de ruta actual del proceso de reencauche en RUEDAMAX E.I.R.L..	193
Figura 97. Factura de materia prima e insumos en RUEDAMAX E.I.R.L.	193
Figura 98. Factura de electricidad en la planta.....	195
Figura 99. Costo del Gas utilizado en Autoclave Industrial.....	196
Figura 100. Cotización de máquina cortadora.....	226
Figura 101. Costo del Rodillo propuesto.....	227
Figura 102. Costo del Cinturón portaherramientas	228
Figura 103. Resumen de la norma Técnica Ecuatoriana: Requisitos del Reencauche de neumáticos.....	231

I. INTRODUCCIÓN

La creciente tendencia mundial sobre el cuidado de nuestro hábitat, los recursos naturales y la búsqueda continua de las empresas de transporte para disminuir sus costos, han fomentado el incremento de empresas dedicadas al reencauche de neumáticos a nivel mundial. La reconstrucción de neumáticos es una actividad que se ha extendido rápidamente en muchos países, tiene la función de suministrar una superficie nueva de rodamiento a los neumáticos desgastados por el uso. Con la aparición del reencauche se ha conseguido aumentar la vida útil de un neumático y así reducir los costos y evitar cierto grado de contaminación ambiental, producto del desecho de neumáticos usados.

A nivel global, la industria del reencauche de neumáticos fue establecida desde principios del siglo XX. Según el Instituto Ecuatoriano de normalización (INEN) existen aproximadamente 1 400 plantas de reencauche a lo largo de América del Sur. Estas plantas son de diversos tamaños, desde plantas de operaciones pequeñas que producen 20 neumáticos reencauchados de automóvil o de camión por día, a plantas muy grandes que procesan 2 000 o más reencauches por día. En un país como el Perú resulta factible emplear el reencauche de neumáticos en vez de comprar nuevas, debido a la gran diferencia de costos y a la cantidad de llantas que deben utilizar las empresas mineras y de transporte. Reencauchar un neumático es sinónimo de ahorro, ya que solamente se desgasta el 25% del producto, lo cual se deduce que al botar un neumático se desperdicia el 75% de la inversión.

Ante esa necesidad mundial, surge RUEDAMAX E.I.R.L., una empresa peruana ubicada en el departamento de Lambayeque, ciudad de Chiclayo, la cual está dedicada al reencauche de neumáticos mediante el sistema frío para vehículos de transporte pesado. La empresa viene trabajando desde el 2009, año tras año la demanda de neumáticos a reencauchar ha ido creciendo y también su servicio. Sin embargo, lo que también incrementó constantemente fueron las devoluciones de los reencauches que se realizan, ya que la nueva banda de rodamiento adherida se despega de la carcasa. La empresa reprocesa los reencauches devueltos y esta se ve afectada por los costos elevados de reproceso, ya que dejan pérdidas económicas elevadas. Durante el año del 2017 el porcentaje de devoluciones fue de 54,20 % y las pérdidas económicas ascendieron a S/ 184 999,76 siendo el 33,80% de pérdidas respecto a los ingresos.

La falta de cumplimiento de parámetros internacionales, procedimientos de trabajo, desperdicio de tiempo, trabajos y tiempos no estandarizados y malos métodos de trabajo se ven reflejados en el gran problema que presenta la empresa, ya que el desprendimiento de la nueva banda de rodamiento de la carcasa surge por problemas en las etapas del reencauche (Inspección inicial y final fuera de los límites, exceso de colocación de parches, daños y heridas sin reparar, aire atrapado en los parches, mal corte de la banda de rodamiento, mal cubrimientos de daños, ineficiente etapa de raspado y cemento sin llega a cubrir toda la superficie del neumático). Todo ello hace que la empresa no produzca neumáticos dentro de las especificaciones internacionales y por lo tanto se generen devoluciones.

Es por ello, que se genera la problemática ¿Cuáles son las mejoras a implementar en el proceso del reencauche de neumáticos para reducir las pérdidas económicas por devoluciones en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L.?

A raíz de lo expuesto, para la solución del problema se empleó como objetivo general reducir las pérdidas económicas por devoluciones en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L., para lograr dicho objetivo se realizaron 4 objetivos específicos. Se diagnosticó la situación actual de la empresa, empleando cursogramas analíticos, histogramas, diagramas de operaciones y procesos, diagrama de análisis del proceso de reencauche, diagrama de recorrido, análisis del proceso con metodología 5W+H, estudio de tiempos e indicadores de producción. Posteriormente, se determinó los métodos y herramientas de mejora. Como tercer objetivo, se desarrolló la propuesta de mejora en el proceso de reencauche de neumáticos. Finalmente, se elaboró del análisis costo – beneficio de la propuesta; conduciendo a resolver el problema de estudio. Con esta investigación se pretende que la empresa mejore, debido a que si desea posicionarse como una de las mejores de la región, tiene que reducir el porcentaje de devoluciones, para así satisfacer a sus clientes y elevar sus indicadores de eficiencia económica y productividad.

Los rechazos de producción se deben a defectos de calidad y la repetición de trabajos son pérdidas de calidad causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción (González 2006). Es por ello que resulta de suma importancia mejorar el proceso de producción de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L, para así disminuir las devoluciones de productos ya que estos generan pérdidas económicas, disminuyendo no solo las utilidades, sino también, satisfacción de clientes y la productividad de la empresa.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Alvelos y Bahmankhah (2012) en su investigación “Exploring the potential of quality tools in tire retreading industry” informs us that the general objective of this article was to describe the application of quality tools in a tire retreading. The methodology used combined tools of basic and new quality to identify, classify and analyze the main problems according to their priority. The company where the study was carried out was the Ken Tire industrial complex. The data was collected throughout the year 2009 based on the quality and production records. The main problems were classified according to the cost of the defects that occur during the production process and the use of appropriate quality improvement tools is proposed in order to minimize the impact of the causes of defects in final products and semi-products. The company employs 123 workers and produces more than 180,000 recalls annually. To reduce the quality problems faced by the company, it was decided to implement some appropriate quality tools in the organization. This document addressed the use of some quality tools in a tire retreading company. The quality tools applied to the company's data allowed us to establish a list of possible causes of the occurrence of tread separation defects caused by during the repair step. These causes must be analyzed to propose effective actions that will lead to the improvement of quality. The quality tools used: Pareto chart, fishbone diagram and matrix diagram suitable for the type of data and the study carried out. As future work, the quality improvement plan should be implemented based on the results obtained and evaluated and a similar study should be carried out for the second main problem identified: separation of layers. Please note that separation of layers and separation of the tread as a whole, are responsible for 76% of the cost of defects in Ken Tire Industrial Complex

Alvelos y Bahmankhah (2012) en su investigación “Explorando el potencial de herramientas de calidad en una industria de reencauche de neumáticos” nos informa que el objetivo general de este artículo fue describir la aplicación de herramientas de calidad en una reencauchadora de neumáticos. La metodología utilizó herramientas combinadas de calidad básica y nueva para identificar, clasificar y analizar la principal problemas de acuerdo con su prioridad. La compañía donde se llevó a cabo el estudio fue el complejo industrial Ken Tire. Los datos fueron recolectados durante todo el año 2009 a partir de la calidad y registros de producción. Los principales problemas se clasificaron según el costo de los defectos que ocurren durante el proceso de producción y el uso de herramientas de calidad de mejora apropiadas se propone con el fin de minimizar el impacto de las causas de defectos en productos finales y semi-productos. La compañía emplea a 123 trabajadores y produce más de 180 000 reencauches anualmente. Para reducir los problemas de calidad que enfrenta la compañía, se decidió implementar algunas herramientas de calidad apropiadas en la organización. Este documento abordó el uso de algunas herramientas de calidad en una empresa de recauchutado de neumáticos. Las herramientas de calidad aplicadas a los datos de la compañía permitieron establecer una lista de posibles causas de la ocurrencia de los defectos de separación de la banda de rodadura causado por durante el paso de reparación.

Esas causas deben analizarse para proponer acciones efectivas que conducirá a la mejora de la calidad.

Las herramientas de calidad utilizadas: Gráfico de Pareto, Diagrama de espina de pez y Diagrama de matriz adecuado para el tipo de datos y el estudio realizado. Como trabajo futuro, se debe implementar el plan de mejora de calidad basado en los resultados obtenidos y evaluados y se debe realizar un estudio similar para el segundo problema identificado principal: separación de capas. Tenga en cuenta que separación de capas y separación de la banda de rodadura en conjunto, son responsables del 76% del costo de los defectos en Ken Tire Industrial Complejo.

Lazcano (2012) en su investigación “Mejora en los procesos de producción de reencauche al frío en la empresa reencauchadora Europea Reneu S.A” Nos informan que se basó en un análisis de tiempos de producción con la finalidad de lograr una optimización de los procesos de reencauche al frío de neumáticos radiales, debido a que el 80% de la producción de la empresa se basa en este tipo de neumático. La investigación tuvo como objetivo, mejorar y estandarizar el proceso de reencauche y la calidad del producto. La mejora fue la implementación de la metodología 5s en el almacén de las carcasas por reencauchar generando un mejor ambiente de trabajo, la realización de plantillas de textura de raspado para que el trabajador tenga una mejor visión al realizar el proceso de raspado, la reducción de tiempo en la etapa de escareado haciendo que se realicen más neumáticos procesados, planillas de control para los diferentes procesos y hojas de verificación para que todos los trabajos estén realizados correctamente.

Los resultados de la implementación permitieron una reducción de tiempo en los procesos de reencauche, disminuyendo el tiempo promedio en un 50% para la producción de 129 neumáticos; además logro también aumentar la capacidad de proceso de 0,12 a 0,33 y mejoramiento del ambiente de trabajo a través de la aplicación de las 5S, conllevando a que la empresa tenga una optimación en su producción.

Pimenta de Moraes (2012) en su investigación “Aplicação do Lean Manufacturen em plantas de recapagem de PNEU”, Seu objetivo é a execução e eficiência na fabricação de pneus recauchutados, bem como a entrega da padronização dos processos de produção, a melhoria do seu desempenho, a redução de vazamentos, a perda de matérias-primas, o reprocessamento e outras formas de resíduos. Isso se baseia na situação atual de um pneu de franquia multinacional recauchutado para ônibus e caminhões, localizado em todo o Brasil, onde os problemas organizacionais foram diagnosticados, o que levou à queda da produtividade. Um dos principais problemas foi refazer ou reprocessar pneus recauchutados. No caso da retomada será uma pequena perda de material, mas uma grande perda de tempo de processo, horas de operação e custos de energia. Na perda de reprocessamento, os materiais e o tempo de produção serão muito mais longos, já que o pneu fará uma nova recauchtagem. Para isso, ele usou metodologias diferentes, como Kaizen, 5S, mapeamento de cadeia de valor e gerenciamento visual. Concluiu-se que, para a aplicação da filosofia Lean Manufacturing em uma fábrica de re-embalagem, a primeira ação a realizar é, precisamente, com a administração da empresa. É uma proposta de mudança de mentalidade, valores e disciplina voltada para a satisfação do cliente.

Pimenta de Moraes (2012) en su investigación “Aplicación de Lean Manufacturing en una planta reencauchadora de neumáticos”, tiene como objetivo la ejecución y eficiencia en la fabricación de reencauche de neumáticos, así como la entrega de la estandarización de procesos de producción, la mejora de su rendimiento, reducir las fugas, la pérdida de materias primas, reprocesos y otras formas de residuos. Esta se basa en la situación actual una franquicia multinacional reencauchadora de neumáticos para autobuses y camiones, ubicada en todo Brasil, donde fueron diagnosticados problemas de organización, lo cual los llevó a la caída de la productividad. Uno de los principales problemas fue volver a rehacer o reprocesamiento de neumáticos recauchados. En el caso de la reanudación será una pequeña pérdida de material, pero una gran pérdida de tiempo de proceso, las horas de los costos de operación y de la energía. En la pérdida de reprocesamiento los materiales y el tiempo de producción serán mucho mayor, ya que el neumático hará un nuevo reencauche. Para ello empleó distintas metodologías como Kaizen, 5S's, mapeo de la cadena de valor y gestión visual. Se llegó a la conclusión que para la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en una planta de reencauche, la primera acción a tomar es, precisamente, con la dirección de la empresa. Se trata de una propuesta de cambio de mentalidad, valores y disciplina dirigidas a la satisfacción del cliente.

Merino (2013) en su investigación “Method for retreading a tyre casing using a roller”, Retreading a tire involves removing the worn tread of the envelope and replaced it with a tread in good condition, generally new. It is known for this purpose to provide between the carcass and the tread, a hot melt binder layer providing the adhesion of the band to the carcass and which softens when heated to a predetermined temperature, thereby easily separated the tread to the carcass. Similarly, when the establishment of the new tread, the hot melt layer is heated while applying pressure on the tread, then allowed to cool the shell to obtain the adhesion of the band to the carcass.

For applying pressure to the bonding layer, it is known to perform the roulettage of the tread by means of a roller which follows the profile of the strip over its entire width. But the shape of the coil depends on the shape of the strip and sculptures it presents. It is therefore necessary to have a roller type of tire. In addition, this method compresses the tread and may cause its elongation.

Merino (2013) en su investigación “Método para reencauchar una carcasa de neumático con un rodillo”, sostiene que el método de reencauchar una carcasa de neumático por medio de un rodillo implica la eliminación de la banda de rodadura desgastada del sobre y lo reemplazó con una banda de rodadura en buenas condiciones, generalmente nuevo. Se conoce con este fin que entre la carcasa y la banda de rodadura, una capa aglutinante fundida en caliente que proporcione la adhesión de la banda a la carcasa y que se ablanda cuando se calienta a una temperatura predeterminada, separando así fácilmente la banda de rodadura a la carcasa. De manera similar, cuando se establece la nueva banda de rodadura, la capa de fusión en caliente se calienta mientras se aplica presión sobre la banda de rodadura, después se deja enfriar la envuelta para obtener la adhesión de la banda a la carcasa.

Para aplicar presión a la capa de unión, es conocido realizar el enrutado de la banda de rodadura por medio de un rodillo que sigue el perfil de la tira sobre toda su anchura. Pero la forma de la bobina depende de la forma de la tira y las esculturas que presenta.

Por lo tanto, es necesario tener un tipo de rodillo de neumático. Además, este método comprime la banda de rodadura y puede provocar su alargamiento. Un objeto de la invención es superar al menos algunas de estas desventajas. Para este propósito, la invención proporciona un método de reencauche de un neumático en el que una banda de rodadura de caucho curado dispuesta sobre la carcasa con una capa de material termofusible interpuesta entre la tira y la carcasa, realiza un enrutado de la banda de rodadura por lo menos Teniendo un rodillo una anchura inferior a la anchura de la banda de rodadura.

Colby (2016) en su investigación “Methods of tire retreading with abutting tread components”, is based on a tire retreading method, comprising the steps of: a) mixing a retreaded tire with a laminated cushion to form a cushion compound, the laminated tire retreading cushion comprises a first rubber layer, then a second rubber layer, and finally an intermediate rubber layer disposed between the first and second rubber layers in such a way that if the first and second rubber layers do not comply; the first rubber layer comprising a sulfur composition and substantially devoid of vulcanization accelerators; the second rubber layer comprising a vulcanization accelerator and substantially devoid of sulfur donors; the intermediate rubber layer is substantially devoid of sulfur donors or vulcanization accelerators; B) apply the cushion compound for a tire carcass; and C) apply a tread on the cushion compound.

It was concluded that the tire retreading process is improved since the main stage of the process is vulcanizing.

Colby (2016) en su investigación “Los métodos del reencauche de neumáticos con banda de rodadura en 3 componentes”, se basa en un método de reencauche de neumáticos, que comprende las etapas de: a) mezclar un neumático reencauchado con un cojín laminado para formar un compuesto amortiguador, el cojín laminado de reencauche de neumáticos comprende una primera capa de caucho, luego se realiza una segunda capa de caucho, y por último una capa de caucho intermedia dispuesta entre la primera y segunda capas de caucho de tal manera que si la primera y segunda capa de caucho no cumplen; la primera capa de caucho que comprende una composición de azufre y sustancialmente desprovista de aceleradores de la vulcanización; la segunda capa de caucho que comprende un acelerador de vulcanización y sustancialmente desprovista de donantes de azufre; la capa de caucho intermedia está sustancialmente desprovista de donantes de azufre o aceleradores de la vulcanización; B) aplicar el compuesto cojín para una carcasa de neumático; y C) aplicar una banda de rodadura en el compuesto del cojín.

Se llegó a la conclusión que se mejora el proceso de reencauche de neumáticos ya que la principal etapa del proceso es el vulcanizado.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Neumático

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización, afirma que un neumático es un “Dispositivo mecánico hecho de caucho, químicos, acero u otros materiales que cuando son montados en una rueda del automotor proveen la tracción y soporta la carga del automotor”.

En la figura 1, se muestra las todas las partes de un neumático, entre ellos también la zona donde se ubica la banda de rodamiento.

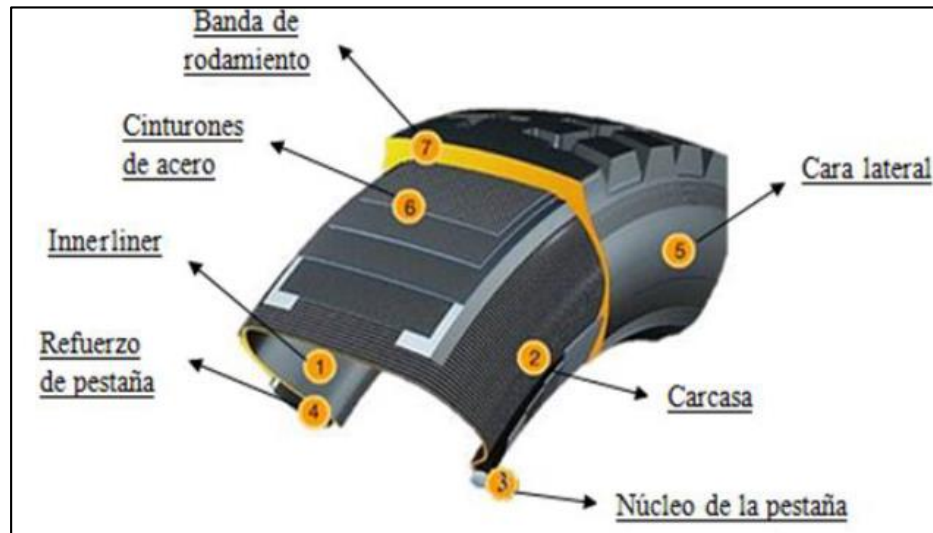


Figura 1. Partes de un neumático

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización 2012.

- **Carcasa:** Es una estructura flexible compuesta por hilos textiles de acero con goma, que forman arcos rectos acoplándose al aro del talón del neumático.
- **Cinturón:** Proporcionan resistencia al neumático, estabiliza banda de rodamiento, además protege al neumático ante la penetración de materiales extraños (clavos, piedras, objetos punzocortantes)
- **Banda de rodamiento:** Otorga las fuerzas al neumático y reduce el aumento de temperatura en área de banda, para incrementar resistencia al rodamiento.
- **Innerline:** Se encuentra en la parte interna del neumático. Mantiene el aire dentro del mismo.
- **Núcleo de pestaña:** Compuesta por alambres de acero de alta tenacidad. Proporciona robustez al cuerpo del neumático.
- **Refuerzo de pestaña:** Recubrimiento de caucho, que protege estructura interna de pestaña, para minimizar daños por mal uso.
- **Cara lateral:** Diseñada para resistir esfuerzos de flexión y soportar condiciones climatológicas ambientales.

A. Tipos de neumáticos:

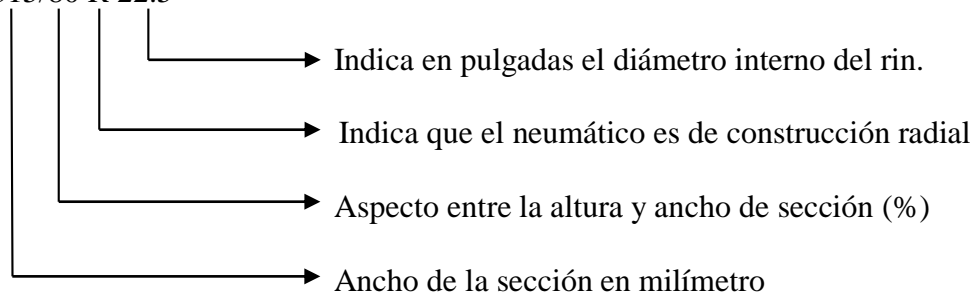
- ✓ **Neumáticos en camiones ligeros:** Neumáticos destinados para el transporte de mercancías de menos de 2 toneladas o para un máximo de 10 personas. Ej. Minivan, Van, Pick up, etc.
- ✓ **Neumáticos en camiones medianos:** Neumáticos destinados para el transporte de carga, con peso de 3,5 toneladas y menos de 15 toneladas, o carga máxima de 2 toneladas hasta menos de 13 toneladas.
- ✓ **Neumáticos en camión pesado de carga:** Neumáticos destinados para el transporte de mercancías o para aplicaciones de la industria de construcción, con peso bruto vehicular de más de 15 toneladas o carga máxima de 13 toneladas.

(Instituto Ecuatoriano de Normalización 2012)

B. Medidas del neumático:

Se observan las características de las dimensiones, el tipo de fabricación y medidas.

315/80 R 22.5



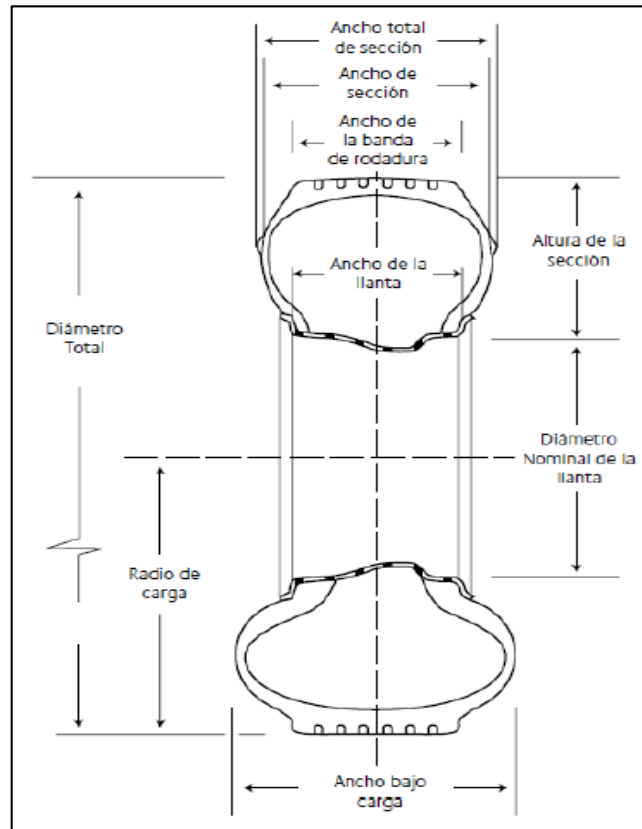


Figura 2. Cotas medibles en un neumático

C. Clasificación de un neum Fuente: Databook, 2016

- ✓ **Convencional:** Los neumáticos convencionales tienen una estructura base de nylon, tienen cuerdas a 45° con respecto a la banda, la corona es redonda, no permite cortes grandes y tiene poca duración.
- ✓ **Radial:** Los neumáticos radiales tienen una estructura de alambre, sus cuerdas están a 90° con respecto a la banda, la corona es plana, permite reparaciones mayores y tiene mayor durabilidad y reencauchabilidad.

2.2.2. Reencauche de neumáticos

El reencauche de neumáticos es un proceso en el cual intervienen varias etapas y cada una de ellas es de vital importancia para lograr que un neumático reencauchado cumpla con los estándares de calidad y seguridad que el cliente final requiere. El proceso de reencauche de un neumático tiene como objetivo, retirar la banda de rodadura antigua de una carcasa, para poder colocarle a ésta una nueva banda de rodadura, con la finalidad de devolverle a la carcasa usada una nueva vida útil. Con esto se obtienen beneficios tanto a nivel ambiental como económico, debido a que al reencauchar una carcasa usada se colabora con el medio ambiente porque las llantas desperdiciadas son uno de los mayores contaminantes, y desde el punto de vista económico un neumático reencauchado cuesta aproximadamente un 40% menos del costo total de una llanta nueva.

En la figura 3, se muestra el proceso de reencauche, en el cual se ve la nueva banda de rodamiento en el neumático.



Figura 3. Reencauche de neumáticos

Fuente: EUROMASTER 2017.

2.2.2.1.1. Tipos de reencauches: frío y caliente:

La principal diferencia entre los dos tipos de reencauche, es que el reencauche al frío se realiza colocando una banda de rodamiento precurada la cual esta previamente labrada, mientras que el reencauche al caliente se le aplica al neumático con una banda de rodamiento cruda y se le da labrado usando moldes.

Otra primordial diferencia, es que el reencauche al frío se realiza a un máximo de 80°C, mientras que el reencauche al caliente se realiza de 100°C hasta 150°C.

2.2.3. Norma Técnica

Según la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, la Norma Técnica es un documento que contienen definiciones, requisitos, especificaciones de calidad y métodos de ensayo. La elaboración de esta basada en resultados de la experiencia, ciencia y desarrollo tecnológico, de tal manera que se pueda estandarizar procesos, servicios y productos.

2.2.3.1.1. NTE 2582: Norma Técnica – Requisitos del reencauche de neumáticos

La norma técnica ecuatoriana 2582 “Requisitos del reencauche de neumáticos” ha sido elaborada por un conjunto de ingenieros que estudiaron distintas empresas de reencauche de neumáticos, tales como: ISOLLANTA, DURALLANTA S.A., RENOVALLANTA S.A, etc. Las cuales se basaron en los problemas de estas para dar los requisitos del reencauche que deben cumplirse.

Esta norma técnica ha sido aprobada por la INEN (Instituto Ecuatoriano de normalización), la cual es un organismo público ecuatoriano encargado de la normalización, validación y certificación, metrología y reglamentación técnica.

Dentro de la norma técnica se menciona “Hasta que exista la NTE 2582 INEN correspondiente, los requisitos deben cumplir con los establecido

en la norma en cualquiera de los niveles de normalización: internacional, regional, subregional, nacional, de asociación de empresas o de gremios.

2.2.4. Devolución

Son aquellos artículos o unidades que retornan al proveedor que suministró por motivos de desacuerdos, errores, fallas, etc. Y estos impactan en las utilidades. (Carvajal 2014)

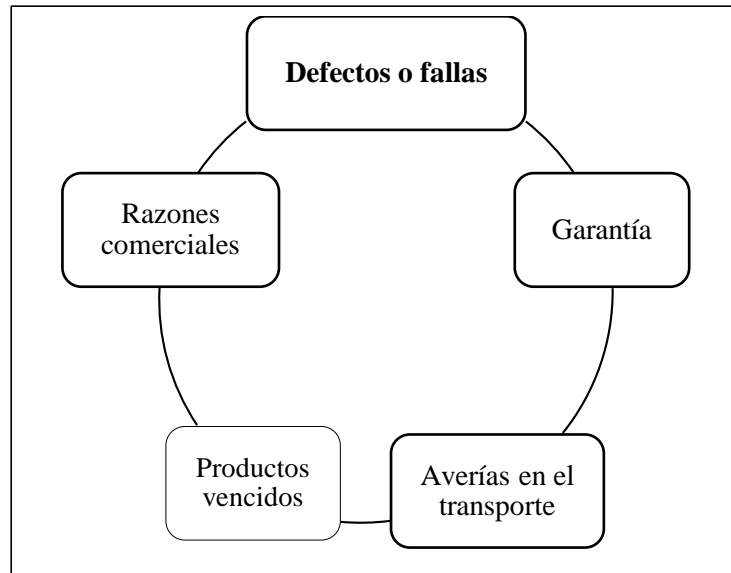


Figura 4. Tipos de devolución

Fuente: Carvajal 2014

2.2.5. Pérdida económica

Una pérdida económica es una disminución de los ingresos en una organización.

- Si los ingresos exceden a los costos promedio, la empresa obtiene un beneficio económico.
- Si los ingresos son iguales a los costos promedio, la empresa no pierde ni gana.
- Si los ingresos son menores a los costos, la empresa incurre en una pérdida económica.

(Michael 2006)

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Ingresos}{Costos\ (M.O + MAT + ENER. + M.P)}$$

Donde:

M.O = Mano de obra

MAT= Materiales

ENER= Maquinaria

M.P= Materia prima

2.2.6. Producción y Productividad

2.2.6.1.1. Proceso de producción

Conjunto de procedimientos destinados a transformar una materia en producto terminado mediante un conjunto organizado y estructurado de operaciones o etapas.

El proceso productivo determinará la disposición de las máquinas, la cualificación de los operarios, el volumen de las instalaciones y su localización.

La producción es la Cantidad de artículos fabricados en un periodo de tiempo:

$$\text{Producción: } \frac{\text{Tiembo base}}{\text{Ciclo}}$$

Donde

- Tiempo base (tb): Minutos, horas, días, semanas, años, etc.
- Ciclo (c): Tiempo que demora la salida en un producto. Se llama también velocidad de producción.

2.2.6.1.2. Productividad

El principal motivo para estudiar la productividad en la empresa es encontrar las causas que la deterioran, y una vez conocidas, establecer las bases para incrementarla. (García 2005)

La productividad es definida como el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

Existen 3 formas de incrementar la productividad.

- Aumentar el producto y mantener el mismo insumo
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultáneamente y proporcionalmente.

(Vásquez 2010)

En la tabla 1, se aprecian los indicadores más fundamentales de la productividad, así como también su fórmula y definición básica.

Tabla 1. Principales indicadores de producción y productividad

INDICADORES / DEFINICIÓN	FÓRMULA
Productividad	$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{recursos\ empleados}$
Eficiencia: Forma en que se usan los recursos de la empresa: humanos, materia prima, tecnológicos, etc.	$Eficiencia\ física = \frac{Salida\ útil\ de\ MP}{Entrada\ de\ MP}$ $Eficiencia\ económica = \frac{Ventas\ (ingresos)}{Costos\ (Inversiones)}$
Capacidad real de producción: Tawfik, Chauvel. (1992). Número de unidades por producir en un lapso de tiempo determinado.	$Capacidad\ real\ de\ producción = \frac{Producción}{Tiempo}$
Coefficiente de desequilibrio: Se utiliza para conocer el desequilibrio de la producción, respecto a los tiempos que la empresa maneja.	$CD = \frac{100x(\# Operaciones * T. ciclo) - (T. flujo)}{\# Operaciones * T. Ciclo}$
Productividad de mano de obra	$Productividad\ de\ M.O = \frac{Producción}{\# Operarios}$

Fuente: Heizer 2007

A. Cuello de botella

Los cuellos de botella no son ni negativos ni positivos, son una realidad y hay que utilizarlos para manejar el flujo del sistema productivo. (Hansen 2006) Lo que determina la capacidad de la planta es la capacidad del recurso cuello de botella. (Goldratt 2000).

2.2.6.1.3. Mano de obra

La mano de obra representa el factor humano de la producción, sin esta intervención no podría realizarse la actividad manufacturera, independientemente del grado de desarrollo mecánico o automático de los procesos de producción. La mano de obra de producción se utiliza para convertir las materias primas en productos terminados.

2.2.7. Herramientas y Metodologías para el análisis y mejora de proceso

2.2.7.1.1. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una representación gráfica que segrega un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse en una organización. Son de gran importancia ya que ayudan a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este, además genera ventajas al utilizarlo, entre ellas:

- Permite con mayor facilidad la identificación de forma clara de las mejoras a proponer.
 - Ayudan a las personas que trabajan en el proceso a entender el mismo, con lo que facilitarán su incorporación a la organización.
- (Bonilla 2010)

2.2.7.1.2. Diagrama de operaciones



Conocido como D.O.P. Representa gráficamente un cuadro general de cómo se realizan procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones e inspecciones. (Abraham 2013)

Entre su uso destaca:

- Representa la entrada de todos los componentes al proceso.
- Ayuda a los analistas a visualizar el método presente con todos sus detalles.
- Ayuda a realizar procedimientos
- Muestra al analista que efecto tiene un cambio en una operación dada en las operaciones precedentes y subsecuentes.

En la tabla 2, se puede apreciar los símbolos que se utilizan en el diagrama de operaciones, así como el significado de este.

Tabla 2. Símbolos utilizados en el D.O.P

Actividades	Símbolo	Resultado
Operación		Se produce o efectúa algo
Inspección		Se verifica calidad o cantidad


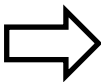




Fuente: García 2005

2.2.7.1.3. Diagrama de análisis de proceso

Conocido como D.A.P. Representa gráficamente las etapas de forma separada de un proceso, tarea o trabajo, describe la secuencia de actividades comprendidas en un trabajo, nos ayuda comprender y aclarar los movimientos de un determinado producto. (Abraham 2013)

En la tabla 3, se puede apreciar las actividades que surgen en este diagrama, así como su símbolo.

Tabla 3. Símbolos utilizados en el D.A.P

Actividad	Símbolo	Definición
Operación		Ocurren cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.
Transporte		Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.
Inspección		Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad del producto.
Almacenaje		Es cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.
Actividad combinada		Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo. Los símbolos de empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con círculo inscrito en el cuadro.
Demora		Simboliza una espera no programada que ocurre dentro del proceso

Fuente: Abrahan 2013

2.2.7.2. Cursograma analítico

Un cursograma analítico nos permite realizar la representación gráfica de un proceso, para la cual disponemos de una simbología (*Ver tabla 3*) que representa cada evento logrando una visualización del proceso.

Si bien es parecido a los diagramas mostrados previamente, la gran diferencia radica en que está totalmente logrado para trabajar en el registro de los hechos frente al estudio de un trabajo. En este sentido, considera el cursograma como un instrumento de anotación.

Además, en este diagrama puede mostrarse.

- Tiempo productivo e improductivo del proceso
- Observaciones hacia el operario

2.2.7.2.1. Diagrama de recorrido

Se define como los pasos que se siguen dentro de un determinado plantel, desde que se inicia hasta que se finaliza la producción. (Abrahan 2013).

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades

de producción. Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo de recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de procesos.

La dirección de flujo se indica colocando flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo, utilizándose colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte.

(Niebel 2000)

Este diagrama puede ayudar a encontrar problemas como:

- Transportes innecesarios (distancia)
- Tráfico cruzado

2.2.7.2.2. Diagrama de Ishikawa

Los diagramas Ishikawa sirven para ayudar a identificar las causas más probables por las que el proceso se salió de control. Los diagramas Ishikawa, muestran relaciones principales entre atributos de calidad y factores que afectan diariamente, por ende se le conoce también como diagrama causa – efecto. (Fernández 2013). Para realizar un eficaz diagrama Ishikawa se pueden seguir los siguientes pasos:

- Se decide con exactitud qué característica de calidad, salida o efecto se quiere examinar.
- Se consideran las categorías que se consideren apropiadas al problema: máquina, mano de obra, materiales, métodos, medio ambiente, medición son las más comunes y se aplican en muchos procesos.
- Se realiza una lluvia de ideas de posibles causas y se relacionan con cada categoría.
- Interpretar los resultados

Las causas tienen que ser frecuentes al problema, es decir se tienen que repetir muchas veces.

2.2.7.2.3. Histogramas

Un histograma es un gráfico de barras verticales que representa la distribución de un conjunto de datos. El Histograma puede determinarse en qué grado el proceso está produciendo buenos resultados y hasta qué punto existen desviaciones respecto a los límites fijados en las especificaciones. (Tesén 2010)

2.2.7.2.4. Matriz de priorización

Según Union of Japanese Scientist and Engineers, la matriz de priorización es una herramienta que permite la selección de opciones sobre la base de ponderación y aplicación de criterios. Consiste en la especificación del valor de cada criterio seleccionado para analizar el grado en que cada opción cumple con los criterios establecidos.

Es ideal para elegir de una serie de metodologías a aplicar la más efectiva, ya que se ajustará a los criterios que esta tenga.

Sus pasos son:

- Seleccionar Opciones
- Elaborar criterios de decisión
- Ponderar criterios
- Comparar
- Elegir la mejor opción.

2.2.7.2.5. Metodología 5W+H

Las 5W+H es una metodología de análisis que consiste en contestar 6 preguntas básicas: qué (What), por qué (Why), cuándo (When), dónde (Where), quién (Who) y cómo (How). Esta metodología puede considerarse como una lista de verificación mediante la cual es posible ver que problemas existen en un entorno, generar estrategias para implementar una mejora. (Trías 2009)

- ¿Qué pasa?, ¿Por qué pasa?, ¿Cuándo pasa?, ¿Dónde pasa? ¿Quién lo hace? ¿Cómo podrías mejorarlo?

2.2.7.2.6. Estudio de trabajo

El estudio del trabajo es una técnica que sirve para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y substituir métodos, este último sirve cuándo se realizan métodos de trabajo incorrectos que generar errores en la producción, y puede ocasionar reproceso, reparaciones o devoluciones los cuales se convierten en pérdidas.

Además es útil para solucionar los problemas en la ejecución del proceso ya sea fallas, defectos, conocer la capacidad de los operarios, organizar los puestos de trabajo y aprovechar eficientemente los materiales y la maquinaria.

A su vez, al establecer el tiempo de fabricación es posible estandarizar procesos, mejorar la planeación, implementar programas de incentivos, calcular costos y programar.

Dentro del estudio de trabajo o métodos de trabajo, está el estudio de tiempos y movimientos. Los estudios de tiempos y movimientos están considerados la espina dorsal de la ingeniería industrial, la tecnología industrial y los programas de gerencia industrial, porque la información que generan afecta a muchas otras áreas, entre ellas. (Meyers 2000)

- Estimación de costos
- Control de producción e inventarios
- Disposición física de la planta
- Materiales y procesos
- Calidad

Cuando un método de trabajo afecta la calidad de los productos, muchas veces estos son rechazados o devueltos y generan pérdidas para una organización. “Actualmente, en las industrias las devoluciones tienen una connotación cada vez más relevante, debido a que se considera como

uno de los procesos críticos, en el cual una mala o inadecuada gestión hacen que las empresas incurran en costos significativos”. (Bastidas 2012).

Por ende generar un nuevo método de trabajo o sustituirlo para mejorar el proceso, mejoraría la calidad del producto, disminuiría los errores, devoluciones y además el costo de estos.

A. Etapas de un estudio de trabajo:

- **Seleccionar** el trabajo o proceso a estudiar
- **Registrar** o recolectar los datos relevantes de tareas
- **Examinar** hechos registrados con espíritu crítico
- **Establecer:** método más económico, teniendo en cuenta técnicas de gestión
- **Evaluar** los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer tiempo tipo.
- **Definir** el nuevo método y tiempo correspondiente.
- **Implantar** el nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general aceptada con el tiempo estándar.
- **Controlar** la aplicación de la nueva norma siguiendo resultados obtenidos y comparándolos con los objetivo

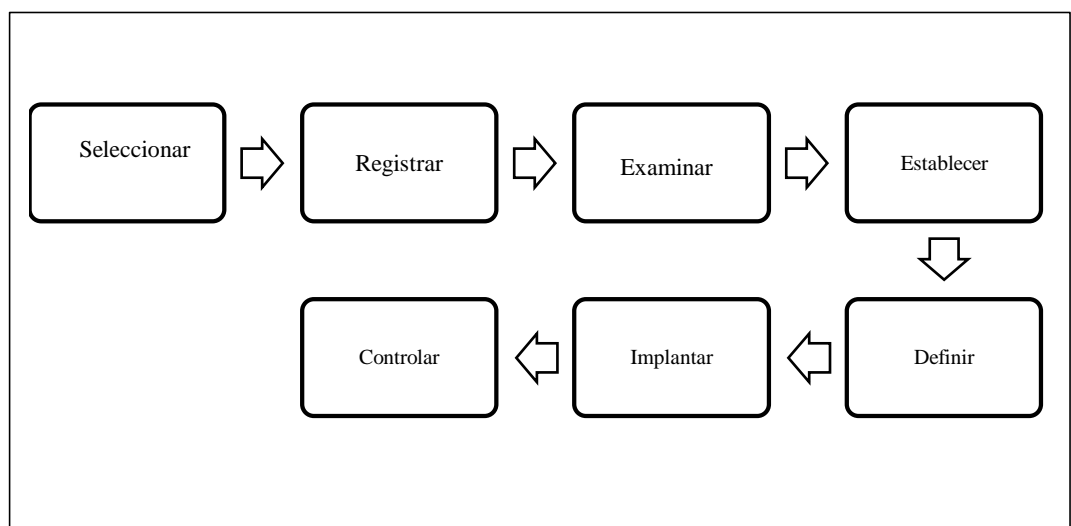


Figura 5. Etapas de un estudio de trabajo

Fuente: Kanawaty 2006

B. Medición del trabajo

Una de las etapas del estudio de trabajo tal y como lo muestra la *figura 5* es registrar el tiempo trabajo, para ello se pueden utilizar distintas formas.

En la tabla 4 se puede ver los sistemas de medición de tiempos más aplicados a estudiar el método de trabajo

Tabla 4. Principales sistemas de medición de tiempos

SISTEMA DE MEDICIÓN	CONCEPTO
o Sistema Vedáis	Se basa en la toma de tiempos con cronómetro por cada operación, modificando el tiempo obtenido mediante la apreciación de actividad.
o Tabla de datos normalizados	Se utiliza para medir tiempos de trabajo de una empresa, empleando tablas de datos creadas en las propias organizaciones a partir de situaciones típicas que se han recopilado en la empresa.
o Medida de los tiempos por muestreo	Consiste en efectuar durante un cierto periodo de tiempo un gran número de observaciones instantáneas de determinados elementos de trabajo para determinar si cumplen o no cierta condición.
o Sistema de tiempos predeterminados (MTM)	Observación de las operaciones al registro de los gestos necesarios para realizarlos sin el uso de ninguna toma de tiempos.

Fuente: Cruelles 2013

C. Tiempo estándar:

El tiempo que se obtiene en la medición del trabajo debe ser un tiempo estándar. Este es un tiempo que necesita un trabajador calificado y motivado para realizar la tarea tomándose los descansos correspondientes, para recuperarse de la fatiga y para sus necesidades personales.

Además indirectamente es importante porque ayuda que en las empresas trabajen con un tiempo real, que los colaboradores manejen suplementos en la producción. Por ende, el tiempo estándar es el tiempo que requiere un operador calificado y bien capacitado, que trabaja a su ritmo normal, para realizar una tarea específica (Meyers 2006)

Para calcularlo se debe seguir los siguientes pasos:

1. **Calculo del tiempo promedio (TCP):** Es el tiempo que interviene el operario para realizar la tarea encomendada y que se mide mediante un cronometro (no se toman en cuenta los tiempos de descanso del operario ni por fatiga ni por necesidades personales).

2. **Calculo del tiempo normal (TN):** Es el tiempo medido por el cronometro que un operario capacitado, conocedor de la tarea y desarrollándola a un ritmo normal, invertiría en la realización de la tarea objeto del estudio. A este tiempo se le multiplica por el factor de calificación

$$\textit{Tiempo normal} = \textit{Tiempo promedio} * \textit{Factor de calificación}$$

El factor de calificación sirve para corregir las diferencias que se producen al existir trabajadores rápidos, normales y lentos al ejecutar una misma tarea y mayormente se emplean los factores del sistema Westinghouse. (Ver anexo 8)

3. **Cálculo del tiempo estándar (TE):** El tiempo estándar se calcula con la fórmula que se muestra a continuación

$$\textit{Tiempo Estándar} = \frac{\textit{Tiempo normal}}{(1 - \textit{factor de suplemento})}$$

El factor suplemento sirve para cuantificar cuando el operario realiza paradas en su trabajo para recuperarse de la fatiga producida al realizar la tarea y para atender a sus necesidades personales. Estos periodos de inactividad, que son un tanto por ciento del TN, se valoran de acuerdo con las características del trabajador y de la tarea. Se utilizan los suplementos brindados por la Organización Internacional de trabajo (Ver anexo 9).

D. Desperdicio de tiempos

Todos los tiempos poseen desperdicios. Es todo aquello que no agrega valor a un producto o servicio para los clientes. Es toda mal utilización de los recursos y / o posibilidades de las empresas. (Giannasi 2012)

- o Las actividades productivas (VA) son: Operación, operación - inspección e inspección
- o Las actividades improductivas (NVA) son: transportes, demoras y almacenaje.

El desperdicio de tiempo (cdM), se halla con la siguiente formula:

$$cdM = 1 + \frac{\sum \textit{Tiempo de tareas VA} + \sum \textit{Tiempo de tareas NVA}}{\sum \textit{Tiempo de tareas que agregan valor}}$$

E. Estandarización de un nuevo método de trabajo: Procedimientos

Una de las etapas del estudio de es implantar el nuevo método de trabajo, una salida para ello es estableciendo un procedimiento de trabajo Un procedimiento por escrito significa establecer debidamente un método

estándar para ejecutar algún trabajo. (RIS Solution 2013). Debido a ello, es importante documentar el nuevo método de trabajo para que los colaboradores lo conozcan y contribuyan a la calidad del proceso.

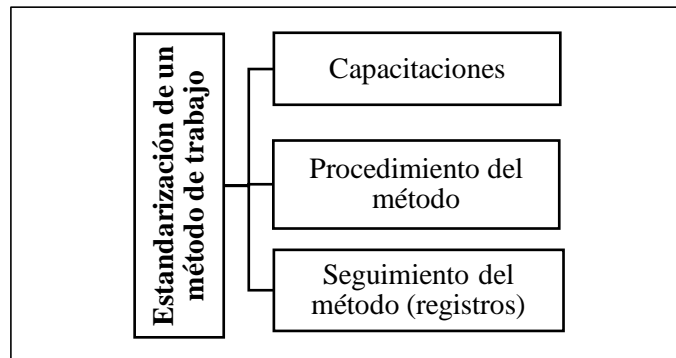


Figura 6. Estandarización de un método de trabajo

Fuente: Siliceo 2006

2.2.7.2.7. Lean Manufacturing

Es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso. La principal filosofía radica en que "todo puede hacerse mejor"; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora.

Como resultado, una organización que aplique Lean Manufacturing debería ajustar su producción a la demanda, en el momento y las cantidades en que sea solicitada, y con un costo mínimo. Según entonces, Lean Manufacturing puede definirse como una filosofía de producción que agrupa un conjunto de técnicas que nos facilitan el diseño de un sistema para producir y suministrar en función de la demanda

A. Balanceo de líneas

Es importante que luego de la implantar un nuevo método de trabajo se estandarice la producción. El balanceo de líneas consiste en igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso.

Tiene como objetivo, asignar una carga de trabajo entre diferentes estaciones o centros de trabajo buscando una línea de producción balanceada para cada estación de trabajo. Algunos de sus beneficios son: Eliminación del desperdicio, mayor productividad y disminuir costos. (Meyers 2006)

o Balance de líneas y Takt Time

“TAKT”, es una palabra en alemán que significa “ritmo”. Esto quiere decir que el Takt Time es el ritmo de lo que el cliente está demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacerlo.

Producir con el takt time significa que los ritmos de producción y de ventas están sincronizados.

El Takt time se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible (o el tiempo disponible de trabajo) entre la cantidad total requerida (o demandada). Se calcula en unidades de tiempo, siguiendo la formula:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Demanda del cliente}}$$

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1. La empresa

La reencauchadora Peruana RUEDAMAX E.I.R.L es una empresa dedicada al reencauche de neumáticos mediante el sistema frío para transporte pesado. La empresa fue fundada en junio del 2009 y actualmente cuenta con una planta de producción tanto en Chiclayo como en Tarapoto. El punto de venta principal está ubicada en Chiclayo en la Urb. 04 de noviembre, Mz. J lt. 7-A Panamericana Norte – vía de evitamiento.

En las figuras 7 y 8, se pueden apreciar la ubicación del punto de venta la empresa.

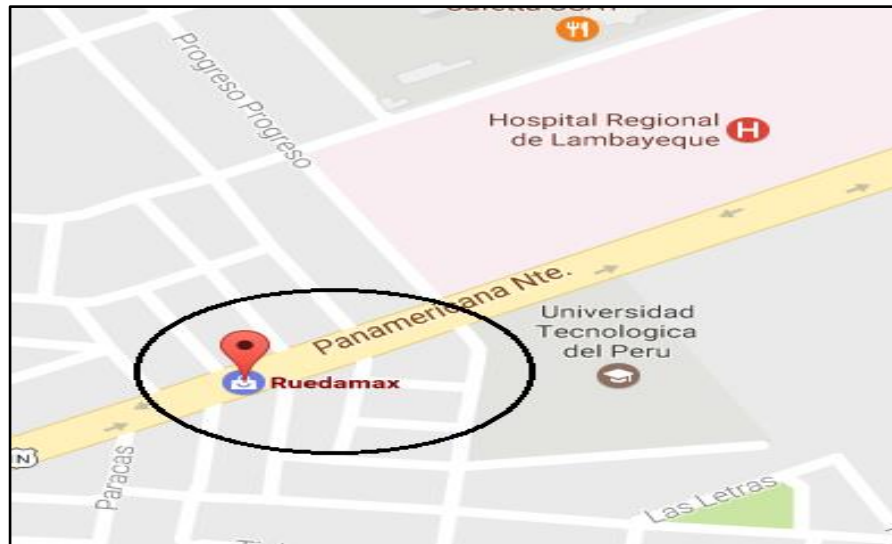


Figura 7. Ubicación del punto de venta de RUEDAMAX E.I.R.L

Fuente: Google maps 2017



Figura 8. Punto de venta de RUEDAMAX E.I.R.L.

Fuente: Google maps 2017

En la Tabla 5, se muestran las principales características de la empresa, tales como: dirección, representante legal, RUC, rubro, ubicación, entre otros.

Tabla 5. Principales características de RUEDAMAX E.I.R.L.

Departamento	Provincia	Distrito	Dirección
Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo	Urb. 04 de noviembre, Mz. J lt. 7-A panamericana Norte-vía de evitamiento
Número de Registro único de constituyentes (RUC)		20487607917	
Tipo de constituyente		Empresa Individual de Responsabilidad Limitada (E.I.R.L).	
Rubro		Vehículos, servicios, autopares	
Actividad económica		Reencauche de neumáticos	
Año de constitución		2009	
Teléfono		958624798	
Correo		ruedamax1ventas@hotmail.com	
Página web		www.ruedamax.com	
Representante legal		Julio Luzón	
CIU		Fabricación de productos de caucho y plástico: Reencauche de llantas usadas (2512)	

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

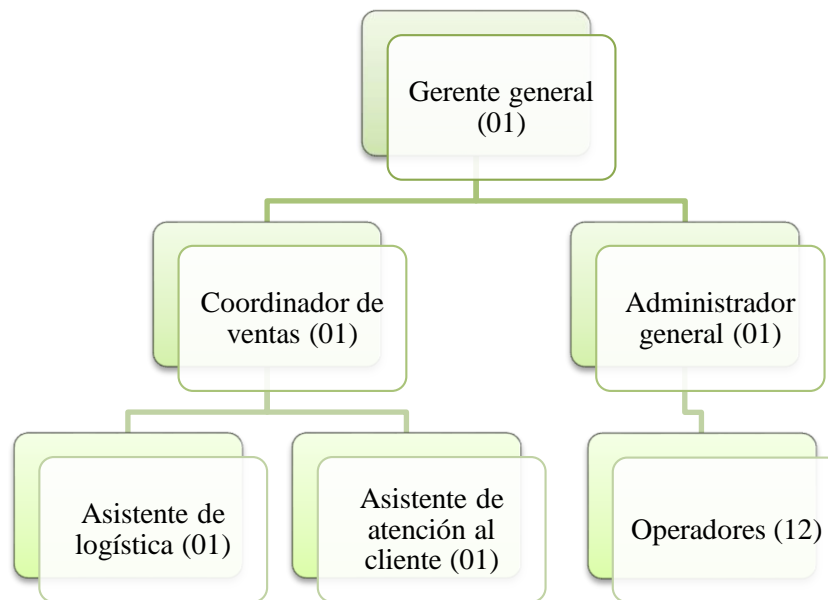
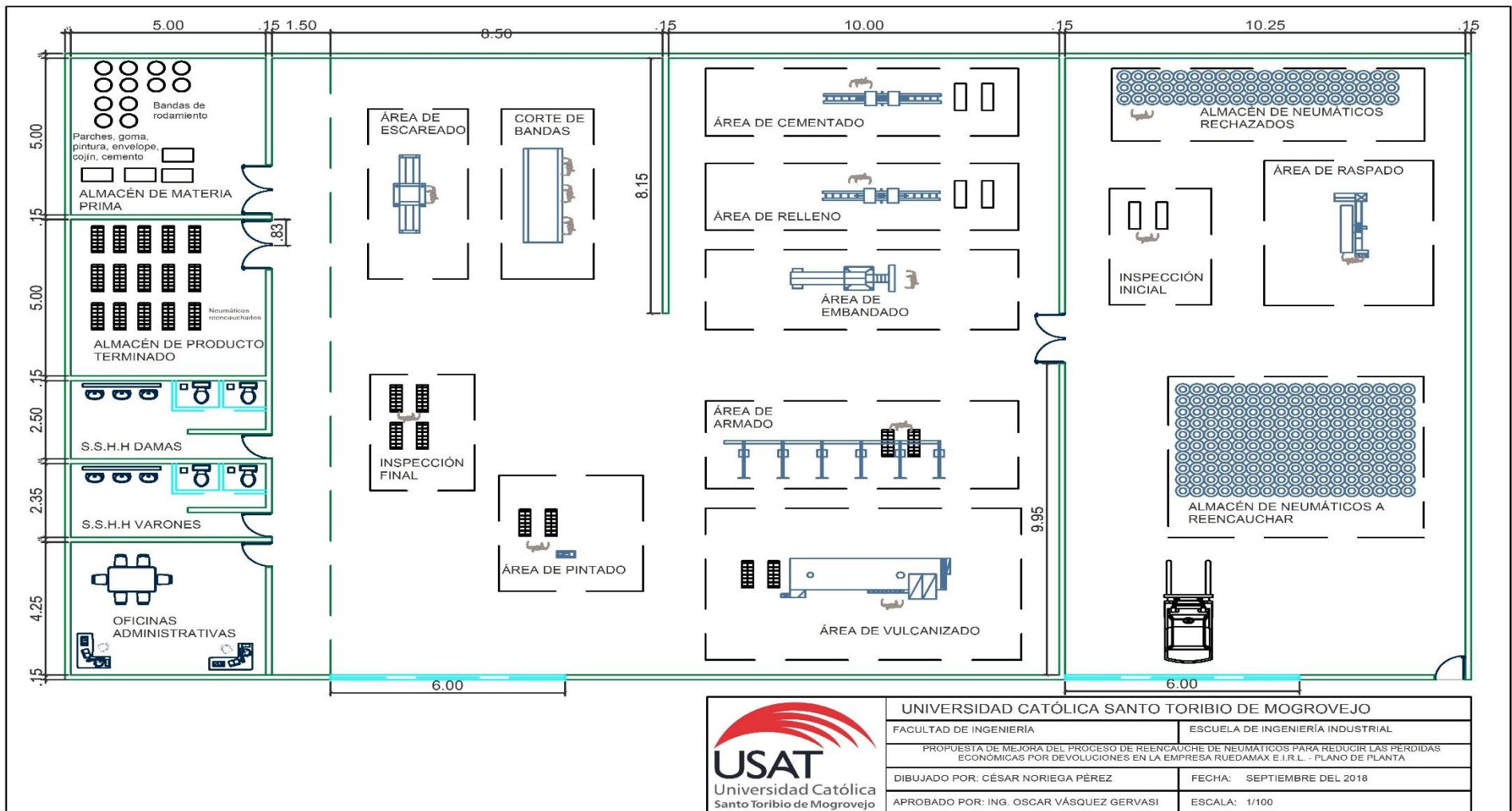


Figura 9. Organigrama de RUEDAMAX E.I.R.L.

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 9, se puede apreciar que el máximo cargo es el gerente general, seguido por el coordinador de ventas y el administrador general, luego hay 2 asistente uno del área logística y otro de atención al cliente, posteriormente se encuentran todos los operarios del proceso de reencauche los cuales ascienden a 12 operarios.

En la figura 10, se puede observar el plano actual de la empresa, el cual contiene la ubicación de las etapas del proceso, oficinas, baños y almacén. Se puede observar que existen 4 almacenes (de materia prima y materiales, de producto terminado, de neumáticos a reencauchar y de neumáticos rechazados), zona administrativa, servicios higiénicos y las 11 estaciones de trabajo (Inspección Inicial, Raspado, Cementado, Relleno, Embandado, Corte de Bandas, Escareado, Armado, Pintado, Inspección Final y Vulcanizado).



 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p>	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
	PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS PARA REDUCIR LAS PERDIDAS ECONÓMICAS POR DEVOLUCIONES EN LA EMPRESA RUEDAMAX E.I.R.L. - PLANO DE PLANTA	
	DIBUJADO POR: CÉSAR NORIEGA PÉREZ	FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2018
	APROBADO POR: ING. OSCAR VÁSQUEZ GERVAZI	ESCALA: 1/100

Figura 10. Plano actual de RUEDAMAX E.I.R.L.






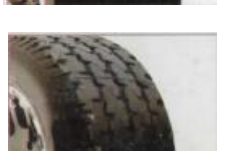
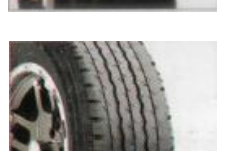
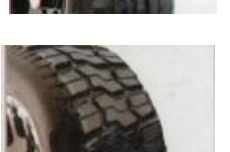
Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2017

3.1.2. Productos

3.1.2.1.1. Descripción del producto

Los neumáticos que recibe la empresa para el renecauche, son de tipo radial ya que estos son los más indicados para someterse al proceso de renecauche al frío, el cual ejecuta la empresa. En la tabla 6, se exponen los tipos de neumáticos que la empresa recibe para realizar el servicio de renecauche.

Tabla 6. Tipos de neumáticos recibidos para el servicio de renecauche

Producto / medida	Diseño de banda de rodamiento	Clase	Imagen
425/65R22.5	MZY	Radial	
425/65R22.6	M188	Radial	
425/65R22.7	MDR	Radial	
425/65R22.8	MTK	Radial	
425/65R22.9	M29	Radial	
425/65R22.10	MZZ	Radial	
425/65R22.11	MLA	Radial	
425/65R22.12	MHR	Radial	

3.1.2.2. Desperdicio

Banda de rodamiento y cojín laminado sobrante en etapa de embandado.

3.1.2.3. Desechos

La empresa genera como desecho caucho en polvo, obteniéndose en la etapa de raspado. Este se desecha

3.1.3. Materia prima e insumos

3.1.3.1. Materia prima

La materia prima que se utiliza para el reencauche de llantas, es la banda de rodamiento, ya que esta es fundamental para el proceso. La banda de rodamiento es la banda exterior de caucho que circunda a la armadura o carcasa del neumático y es destinada al contacto con el suelo.

En la tabla 7 se muestra la imagen de la banda y los tipos de diseño de bandas con los que dispone la empresa.

Tabla 7. Tipos de diseño de banda de rodamiento

Directo / Indirecto	Materia prima	Tipos
Directo	<p>Banda de rodamiento</p> 	MZY, MDR, M29, MLA, MHR, M188, MTK, MZZ,

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 8, se aprecia el código del diseño de la banda de rodamiento, las dimensiones de la banda en (ancho x espesor x largo), el peso de la materia prima (banda de rodamiento) por cada neumático del mismo diseño, además del costo de la banda.

Tabla 8. Especificaciones de la banda de rodamiento

Diseño de banda de rodamiento	Dimensiones (mm x mm x m)	Peso promedio banda por neumático (Kg)	Costo de la banda por Kg (S/)
MZY	490 mm x 13 mm x 4,12 m	8,30	95,12
	520 mm x 15 mm x 4,08 m	8,05	92,25
	535 mm x 16 mm x 4,93 m	6,57	75,29
	560 mm x 16 mm x 4,08 m	7,32	83,89
	600 mm x 16 mm x 4,13 m	4,12	47,22
M188	502 mm x 18 mm x 4,02 m	6,13	70,25
	520 mm x 20 mm x 4,02 m	5,90	67,61
	530 mm x 20 mm x 4,02 m	5,12	58,68
M29	554 mm x 20 mm x 4,13 m	4,77	54,66
	640 mm x 19 mm x 4,10 m	7,80	89,39
MZZ	520 mm x 17 mm x 4,02 m	3,93	45,04
	535 mm x 17,50 mm x 4,02 m	4,40	50,42
	550 mm x 17,50 mm x 4,02 m	4,6	52,72
MLA	550 mm x 15,50 mm x 4 m	6,34	72,66
	535 mm x 24 mm x 4,18 m	6,73	77,13
MHR	555 mm x 24 mm x 4,14 m	4,06	46,53
	502 mm x 17 mm x 4,13 m	4,45	51,00
MTK	520 mm x 17 mm x 4,13 m	4,75	54,44
	530 mm x 20 mm x 4,13 m	4,10	46,99
	530 mm x 18 mm x 4,13 m	4,5	51,57
MDR	535 mm x 18 mm x 4,02 m	3,73	42,75
	550 mm x 18 mm x 4,02 m	3,75	42,98
Promedio (4,31 m)		5,35	61,31

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

3.1.3.2. Insumos

o Insumos materiales:

Los insumos usados en el reencauche de neumáticos dependen de las etapas del proceso en cual se encuentre el neumático. A continuación se detallarán los materiales e insumos correspondientes cada una de las etapas.

A. Parches

Cubren las imperfecciones muy afectadas que no se ejecutaron en el raspado.

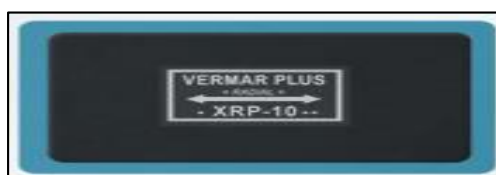


Figura 11. Parche para reencauche

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

B. Cemento

El cemento se le coloca al neumático ya escareado para que se pegue la nueva banda de rodamiento.



Figura 12. Cemento para reencauche

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

C. Cojín y/o goma extruida

El cojín entra a la extrusora y sale como goma extruida, la cual rellena imperfecciones de los neumáticos (huecos, ralladuras) que se noten después del cementado.



Figura 13. Cojín extruido para reencauche

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

D. Cojín laminado

Luego del cementado, se le coloca el cojín laminado para que se pueda embandar correctamente, ayuda al empalme con la nueva banda.



Figura 14. Cojín laminado para reencauche

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L. 2018

E. Envelope

El envélope cubre al neumático ya embandado con la nueva banda, para que entre al vulcanizado porque este se realiza a altas temperaturas



Figura 15. Envélope para el reencauche

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

F. Pintura

Se utiliza para pintar los neumáticos reencauchados, con la finalidad de darle una mejor apariencia externa al producto.



Figura 16. Pintura para el reencauche

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

G. Sello de la Empresa

Se utiliza para identificar que los neumáticos han sido reencauchados por la empresa y se coloca antes de entrar a la autoclave.



Figura 17. Sello del reencauche

○ **Insumos de mano de obra:**

Tabla 9. Mano de obra en la producción del reencauche

Cargo	Etapas	Fecha de ingreso	Edad	Formación académica	Método de trabajo
Operario 1	I.inicial	2017	28 años	Secundaria	Teórico-Empírico
Operario 2	Raspado	2011	47 años	Técnico	Teórico
Operario 3	Escareado	2017	19 años	Secundaria	Empírico
Operario 4	Escareado	2016	33 años	Secundaria	Empírico
Operario 5	Escareado	2009	45 años	Técnico	Teórico
Operario 6	Cementado	2014	25 años	Secundaria	Empírico
Operario 7	Relleno	2014	25 años	Secundaria	Empírico
Operario 8	Corte de bandas	2017	31 años	Secundaria	Empírico
Operario 9	Embandado	2015	30 años	Técnico	Teórico
Operario 10	Armado y Vulcanizado	2010	40 años	Técnico	Teórico
Operario 11	Pintado	2017	21 años	Secundaria	Empírico
Operario 12	I. final	2015	26 años	Secundaria	Teórico-Empírico

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 9, se muestran los operarios que interviene en el proceso de reencauche, la etapa en que laboran, su edad, su formación académica y el método de trabajo. El método teórico es para aquellos que terminaron una carrera técnica, mientras el método de trabajo empírico es para los operarios que solo laboran con experiencia e indicaciones de la empresa, mientras que el método de trabajo Teórico-Empírico es para aquellos que no llevaron carrera técnica, sin embargo recibieron capacitaciones externas.

3.1.4. Herramientas y máquinas

3.1.4.1. Herramientas / Equipos

A continuación, se detallan todos los equipos y herramientas que se utilizan en el proceso de reencauche de neumáticos, además a la etapa que pertenece y sus especificaciones técnicas.

A. Mini taladro

Se utiliza en la etapa de escareado, para reparar las heridas o daños del neumático.



Figura 18. Mini taladro para etapa de escareado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 10. Ficha técnica del mini taladro

Ficha técnica del mini taladro	
Marca	MOTORTOOL
Velocidad máxima	15 000 RPM
Diámetro	3,2 mm
Dimensiones	4,5 cm x 13 cm x 4,5 cm
Color	Negro
Temperatura	18 Vcc
Consumo nominal	9 W/h

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2016

B. Reglas

Controlan el diámetro de la banda de rodamiento, para que se raspe adecuadamente.



Figura 19. Reglas para etapa de raspado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

C. Lezna

Se utiliza en la etapa de inspección inicial para detectar todas las heridas y daños de neumáticos recibidos.



Figura 20. Lezna para etapa de inspección inicial

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 11 se muestran algunas especificaciones de esta herramienta.

Tabla 11. Especificaciones de la lezna

Especificaciones de la lezna	
Longitud de la cuchilla	3-1/2'' (88,90 mm)
Longitud total	7-7/8'' (200,02 mm)

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

D. Extrusor

Se utiliza para convertir el cojín extruido en goma, el cual pueda rellenar heridas. Se emplea en la etapa de relleno.



Figura 21. Extrusor de rotación para la etapa de Relleno

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 12. Ficha técnica del extractor de rotación

Ficha técnica del extractor de rotación	
Código	DW130V-B2
Potencia	710 W
RPM	0 - 550
Peso	3,4 Kg
Variante	Mandril 16 mm
Broca metal	16 mm
Punto piloto	65 mm
Sierra copa	105 mm
Temperatura	200°C-300°C

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

E. Martillo manual

Se utiliza en la etapa de embandado para darle una mayor efectividad para el acoplamiento de esta.



Figura 22. Martillo manual para etapa de embandado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 13 se muestran algunas especificaciones de esta herramienta.

Tabla 13. Especificaciones del martillo manual

Especificaciones del martillo manual	
Material	Acero de carbono forjado
Mango	Madera
Longitud	345 mm
Peso	680 g
Diámetro	34 mm

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

F. Brocha

Esta se utiliza en la etapa de cementado para colocar el cemento en las bandas de rodamiento y carcasas escareadas.



Figura 23. Brocha para etapa de cementado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 14 se muestran algunas especificaciones de esta herramienta.

Tabla 14. Especificaciones de la brocha

Especificaciones de la brocha	
Material	Plástico y filamentos de Nylon
Ancho	101,60 mm
Longitud	69,85 mm

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

G. Pistola de inflado

Se utiliza para inflar en neumático antes de ser raspado.



Figura 24. Pistola de inflado en etapa de raspado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 15 se muestran algunas especificaciones de esta herramienta.

Tabla 15. Especificaciones de la pistola de inflado

Especificaciones de la pistola de inflado	
CFM requerido	3,1 pies/m
Capacidad	50 000 infladas
Pureza del nitrógeno	95-99%

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

H. Wincha

Se utiliza para medir las bandas de rodamiento, según la medida de la carcasa.



Figura 25. Wincha para etapa de corte de bandas

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 16 se muestran algunas especificaciones de esta herramienta.

Tabla 16. Especificaciones de la wincha

Especificaciones de la wincha	
Longitud	25,44 mm
Capacidad	8 m

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

I. Cuchillas

Se utiliza para cortar las bandas de rodamiento, según la medida. El tamaño de las cuchillas es de 30 cm.



Figura 26. Cuchilla para etapa de corte de bandas

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

J. Manguera de extracción de aire

Se utiliza en la etapa de armado, para preparar al neumático para la vulcanización.



Figura 27. Manguera de extracción de aire para la etapa de armado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 17 se muestran algunas especificaciones de esta herramienta.

Tabla 17. Especificaciones de la pistola de manguera de extracción

Especificaciones de la pistola de manguera de extracción	
Presión	400 PSI
Color	negro
Temperatura	60°
Medida	10 m

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

3.1.4.2. Máquinas

A. Máquina Raspadora

Esta máquina se utiliza en la etapa de Raspado, la empresa cuenta tan solo con una máquina raspadora en toda la planta, en la tabla 18 se puede apreciar su ficha técnica.



Figura 28. Máquina raspadora

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 18. Ficha técnica de la máquina raspadora

**Ficha técnica de maquinaria y equipos en RUEDAMAX E.I.R.L. :
Máquina raspadora**

Máquina	Raspadora de llantas
Marca	HIMAPEL
Serie	RAA20



Imagen de maquinaria

Descripción Raspadora de neumáticos

Características generales

Peso	530	Kg
Largo	1 200	mm
Profundidad	1 560	mm
Altura	2 455	mm

Características técnicas

Capacidad de raspado	13"	24. 1/2"
Potencia instalada	0,85	Kw
Ángulo de flancos	0°-60°	0°-60°

Fuente: HIPAMEL 2017

B. Máquina rodilladora:

Esta máquina rodilladora, trata de que eliminar todo el aire entre la banda de rodamiento y el caucho, ya que de lo contrario complicará al vulcanizado. En la tabla 19, se puede apreciar la ficha técnica de la máquina rodillada.



Figura 29. Máquina rodilladora

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 19. Ficha técnica de la máquina rodilladora


Ficha técnica de maquinaria y equipos en RUEDAMAX E.I.R.L. : Máquina rodilladora	
Máquina	Rodilladora de llantas
Marca	Plastisac-perú
Imagen de maquinaria	
Descripción	La rodilladora neumática completa (para aros desde 12" a 24"). estructura con eje alargado moleteado
Características generales	
	Motor reductor trifásico de 1hp, 60 rpm, 220v.
	Brazo sólido con polín.
	Pistón de 4" de diámetro de 20 cm de carrera.
	Mando neumático dos tiempos.

Fuente: PLASTISAC - PERÚ 2018

C. Autoclave industrial

Esta máquina es muy importante dentro del proceso de reencauche y tiene una capacidad de 10 neumáticos, en la tabla 20, se puede apreciar la ficha técnica de la autoclave. Para su ejecución esta utiliza gas.

Tabla 20. Ficha técnica de la autoclave industrial

Ficha técnica de maquinaria y equipos en RUEDAMAX E.I.R.L. : autoclave industrial		
Máquina	Autoclave industrial	
Marca	Himatex	
Modelo	A gas cierre a pines	
Serie	001-39	
		
Imagen de maquinaria		
Año de fabricación	2015	
Características generales		
Capacidad	10 llantas	
Estructura externa	½ astm – a36 estructural	
Capacidad de motor	fase 3 7,5 hp	
Peso seco	33 000	kg
Largo	5 150	mm
Diámetro	1 700	mm
Alto	1 700	mm
Presión (max.)	90	psi
Temperatura (max.)	130 °C	

Fuente: HIMATEX 2018

3.1.5. Proceso de producción

A continuación se describirá el proceso de producción con el que trabaja RUEDAMAX E.I.R.L. para reencauchar un neumático, cabe resaltar que la planta utiliza voltaje de 220 V. Las actividades de la empresa inician con la adquisición de la materia prima (banda de rodamiento) y de los insumos (envélope, cemento, parches, cojín, pintura).

Al llegar los materiales a la empresa, pasan por recepción donde se reciben los neumáticos. Durante todo el proceso se entrega la hoja de ruta del neumático (*Ver anexo 1*), para que los operarios cumplan con las especificaciones del cliente (diseño de banda, medidas).

A. Recepción

En esta etapa se recibe las llantas que llegaron al punto de venta y se almacenan para transportarlas a la etapa de inspección inicial.



Figura 30. Almacén de neumáticos recibidos

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

B. Inspección inicial

Esta inspección la realiza un operario. Se evalúan los neumáticos para asegurarse que esté apto para pasar por el proceso de reencauche. En esta se inspecciona la banda de rodadura antigua, cantidad de reencauches, picaduras y antigüedad, se miden y se registran, sin embargo al no existir parámetros no conocen cuales no están aptos, por ello en esta etapa realizan una inspección más visual (empírica) a pesar de que el objetivo de la etapa sea decidir que neumáticos sí están aptos para ejecutar el proceso de reencauche, pero por lo general pasan todos los neumáticos que se demandan y se colocan en el almacén de neumáticos aceptados.



Figura 31. Almacén de neumáticos aceptados

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

C. Raspado

En esta etapa interviene un operario. Consiste en la eliminación del caucho del neumático en la zona de la banda de rodadura, dando un radio de raspado acorde a la dimensión de la carcasa y la textura correcta para garantizar que la nueva banda se adhiera.

- Antes de iniciar el raspado, el neumático se infla, sin embargo los operarios no conocen la presión de inflado.
- Se raspa el neumático 2 mm del caucho antiguo.

En esta etapa no se señalizan la cantidad de heridas y daños presentes en los neumáticos, eso dificulta el proceso posterior ya que quedan heridas sin reparar.



Figura 32. Etapa de raspado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

D. Escareado

Para esta etapa existen 3 módulos de escareo y un operario por cada módulo. Esta, tiene como objetivo reparar las imperfecciones que en el raspado no pudieron ejecutarse, paralelo a ello también se colocan los parches en las heridas presentadas en el neumático a reencauchar.

- Durante las reparaciones concernientes a esta etapa el límite para desgastar el neumático es de 0,8 mm como mínimo y 2 mm como máximo.

En esta etapa el operario no llega a reparar todas las heridas porque no están señaladas, además los parches son mal colocados porque no eliminan el aire que queda en ellos, además colocan excesivos parches a los neumáticos lo que dificulta el proceso.



Figura 33. Etapa de escareado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

E. Cementado

En esta etapa labora 1 operario. El cementado consiste en crear una superficie de adhesión entre la carcasa y la nueva banda de rodamiento. Se suministra con el cemento la protección a la superficie texturizada para evitar la oxidación, contaminación y sellamiento en las cavidades de reparación escareadas y raspadas. Sin embargo, el operario al colocar el cemento no logra expandirlo por todo el neumático, lo que dificulta el proceso.



Figura 34. Etapa de cementado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

F. Relleno

En esta etapa labora 1 operario. Tienen como objetivo el recubrimiento de excavaciones y/o imperfecciones de neumáticos ya cementadas. Con la aplicación del relleno se busca devolver al neumático el caucho original perdido en las zonas contaminadas que se prepararon.

- Preparan el relleno en la extrusora entre 200°C y 300°C

El operario al momento de rellenar el neumático, el relleno no sobrepasa la herida porque se ve que se rellenan a un bajo nivel y eso dificulta el proceso.



Figura 35. Etapa de relleno

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

G. Corte de bandas

Esta etapa la realiza un operario. Consiste en recibir la hoja de ruta del neumático donde está el tipo de banda que ha seleccionado el cliente el neumático, se toman las medidas de circunferencia del casco y es cortada la banda para posteriormente ser colocada, sin embargo las cuchillas que utilizan para el corte no son adecuadas porque dejan una superficie no lisa en la banda lo que dificulta el proceso.

- En esta etapa cortan las bandas dejando una tolerancia máxima de 17 cm de largo.



Figura 36. Corte de bandas

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

H. Embandado

Esta etapa la realiza un operario. Es el proceso de colocar la nueva banda sobre la carcasa del neumático, se selecciona el tipo de banda que se cortó en el proceso de corte de banda, esto ya determinado por el cliente, se coloca un cojín antes de colocar la banda, el operador va girando el neumático mientras se adhiere la banda, posteriormente es presionada con un rodillo en la máquina rodilladora para asegurar toda la superficie de la banda al casco del neumático.

- La presión del rodillo central es a 80 PSI
- Para el cojín lo cortan con 17 cm de tolerancia.

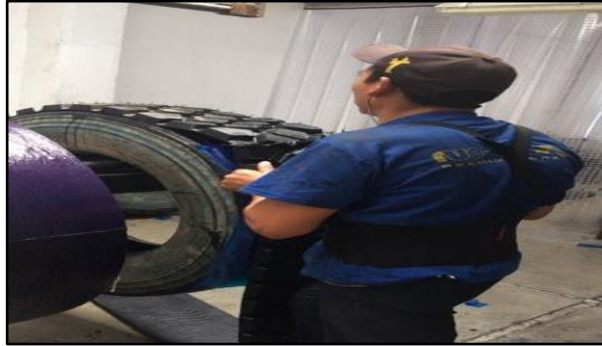


Figura 37. Etapa de embandado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

I. Armado

Interviene un operario. En esta etapa son armados los neumáticos con anillos de metal y envolturas de caucho, sellando completamente el neumático, para posteriormente ser extraído todo el aire dentro del recipiente para crear un vacío, esto con el fin de mantener la banda totalmente unida al casco del neumático para el vulcanizado.



Figura 38. Etapa de armado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

J. Vulcanizado

El mismo operario de armado, es quien controla la etapa de vulcanizado. Esta se realiza en una autoclave industrial, acelera el proceso de pegado natural entre la banda de rodamiento y la carcasa. Es la etapa más crítica del reencauche. La autoclave industrial tiene capacidad para vulcanizar 10 llantas.

- La presión de la autoclave se ejecuta a 80 PSI
- La temperatura de la autoclave está en 100°C

- El tiempo de vulcanizado es de 2,5 horas.



Figura 39. Etapa de vulcanizado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

K. Pintado

Este proceso lo realiza 1 operario. En esta etapa se pinta el neumático proveniente de la autoclave, para que tenga una buena apariencia física y estética.

L. Inspección final

En esta etapa revisan la llanta para garantizar que el proceso se haya realizado con éxito. Esta etapa la realiza un operario. Realizan mediciones, sin embargo no cuentan con límites y especificaciones pre-establecidas, por ello este proceso se centra más en la apariencia externa o estética del reencauche.



Figura 40. Etapa de inspección final

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En el *anexo 7*, se muestra un resumen de la descripción del proceso actual de reencauche de neumáticos.

3.1.6. Sistema de producción

Según Krajewski y Ritzman (2000) en los procesos intermitentes o por lotes, los pedidos de producción están directamente vinculados con los pedidos de los clientes. De tal manera es cómo funciona el sistema de producción de esta empresa, ya que reciben todos los neumáticos que le demandan. Además, se caracteriza por no contar con un proceso automatizado, por el contrario intervienen bastante mano de obra.

Tabla 21. Descripción del sistema de producción en RUEDAMAX E.I.R.L.

Sistema de producción	Tipo
	Producción intermitente o por lotes
Enfoque al proceso	“Este tipo de producción se aplica a la obtención de lotes de producto de tamaño variable y pueden aplicarse a producción sobre pedido”. (Cuatrecasas 2009). La producción en la empresa es poco automatizada y trabaja a pedidos.
	Estructura A
Estructura y variedad de materiales y productos	- Estructura para productos bajo pedido. - Producción en tipo talleres, la planta RUEDAMAX E.I.R.L. es un taller de reencauche de neumáticos.
	Push
Flujo de materiales	-La producción se planifica en base a los pedidos de los clientes, es decir la demanda de neumáticos a reencauchar.
	Convencional
Gestión del sistema de producción	- Cada puesto tiene su propio ritmo, por ende no está equilibrado. - La gestión es por operaciones, es decir trabaja con puestos independientes.

Fuente: Cuatrecasas, 2009

3.1.7. Análisis para el proceso de producción
3.1.7.1. Diagrama de flujo de procesos actual

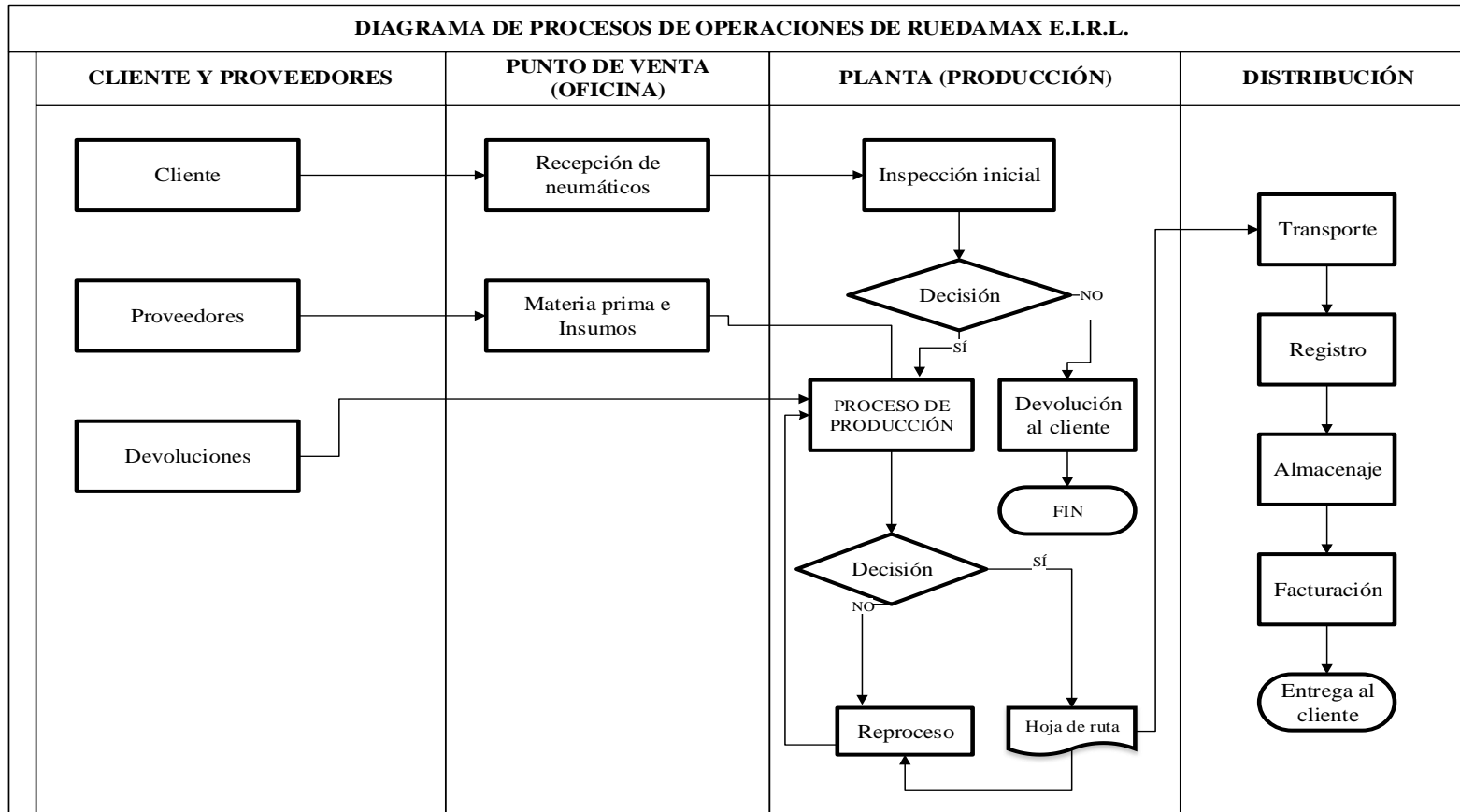


Figura 41. Diagrama de procesos de operaciones en RUEDAMAX E.I.R.L

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

3.1.7.2. Diagrama de bloques

En la figura 42, se muestra el diagrama de bloques del proceso de reencauche de neumáticos. Se especifican las etapas que tiene este.

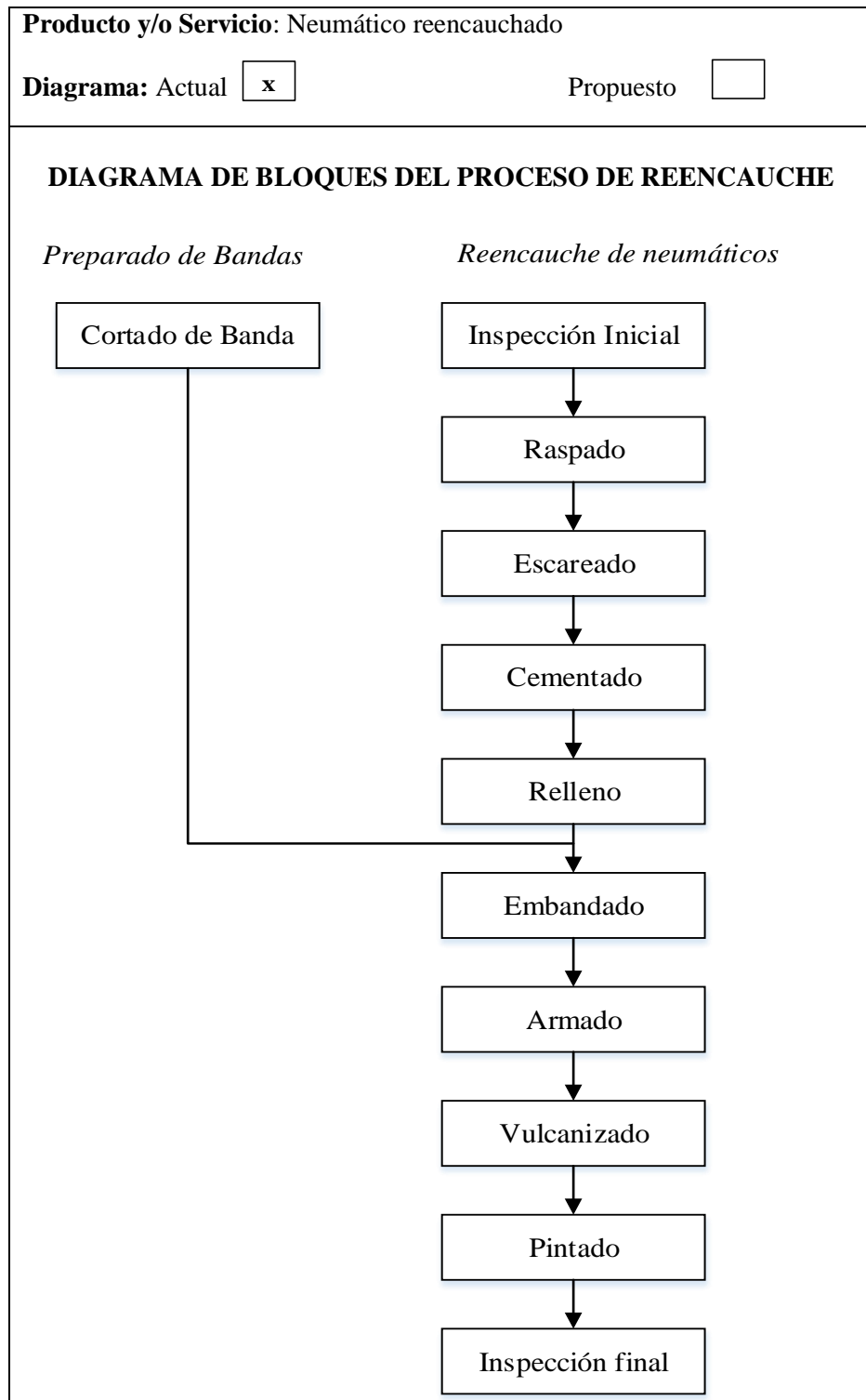


Figura 42. Diagrama de bloques del proceso de reencauche en RUEDAMAX E.I.R.L.

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

3.1.7.3. Estudio de tiempos

A. Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra se determinará tomando en cuenta la información de Time Study Manual de los Erie Works the General Electric Company, la cual se muestra en la tabla 22, está que determina el número de ciclos de observaciones, según el tiempo de ciclo observados preliminarmente.

Tabla 22. Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minutos)	Número de ciclos recomendados
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	25
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 – a más	3

Fuente: Niebel 2000

Elaboración: Time Study Manual de los Erie Works the General Electric Company

B. Verificación de la muestra

Se realizó un estudio preliminar del proceso de reencauche de neumáticos y registró un lote de producción (10 neumáticos reencauchados), en distintas horas de trabajo, a los mismos operarios, considerando que trabajan 10 horas al día de lunes a sábados. (*Ver anexo 6*)

En la tabla 23 se puede apreciar el ciclo observado en minutos, por cada etapa del proceso de reencauche. Además, según el muestreo preliminar el tiempo promedio de ciclo de proceso es de 114,13 minutos y el rango de muestra según la información tomada del Time Study Manual de los Erie Works the General Electric Company para cada etapa es correcto. Debido a ello, deducimos que las observaciones realizadas por el estudio preliminar son adecuadas.

Tabla 23. Muestra de ciclos observados del proceso de reencauche de neumáticos en RUEDAMAX E.I.R.L

Etapas del proceso	Ciclo observado (minutos)										$\sum X_i$ (min)	Tiempo promedio (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Inspección Inicial	14,79	13,56	15,39	15,92	11,72	13,79	15,21	14,36	13,34	14,41	142,49	14,56
Raspado	11,09	12,03	11,41	12,78	12,94	11,95	11,56	11,28	11,56	11,91	118,51	11,85
Escareado	6,13	6,73	6,69	6,98	7,00	7,13	7,29	7,29	7,09	7,21	69,54	6,95
Cementado	6,40	7,58	7,10	6,87	7,30	7,05	6,61	6,70	6,76	6,68	69,05	6,91
Relleno	5,67	5,13	5,25	5,80	6,24	6,46	5,31	5,81	5,73	4,94	56,34	5,63
Corte de bandas	5,73	5,72	5,84	6,00	5,92	6,25	5,92	5,56	5,08	4,77	56,79	8,68
Embandado	23,39	20,16	22,58	21,77	23,01	23,39	21,67	21,70	22,86	23,23	223,76	22,38
Armado	6,08	5,72	5,78	6,29	6,15	6,20	6,15	6,08	6,86	5,59	60,90	6,09
Vulcanizado	20,70	20,12	20,25	20,34	20,14	20,14	19,83	19,90	20,11	19,75	201,28	20,13
Pintado	5,25	4,86	5,10	5,22	5,84	5,69	5,31	4,49	4,35	3,69	49,80	4,98
Inspección final	6,06	5,76	6,20	6,04	5,97	5,92	5,55	5,34	5,61	7,27	59,72	5,97
Total												114,13

3.1.7.4. Diagrama de recorrido

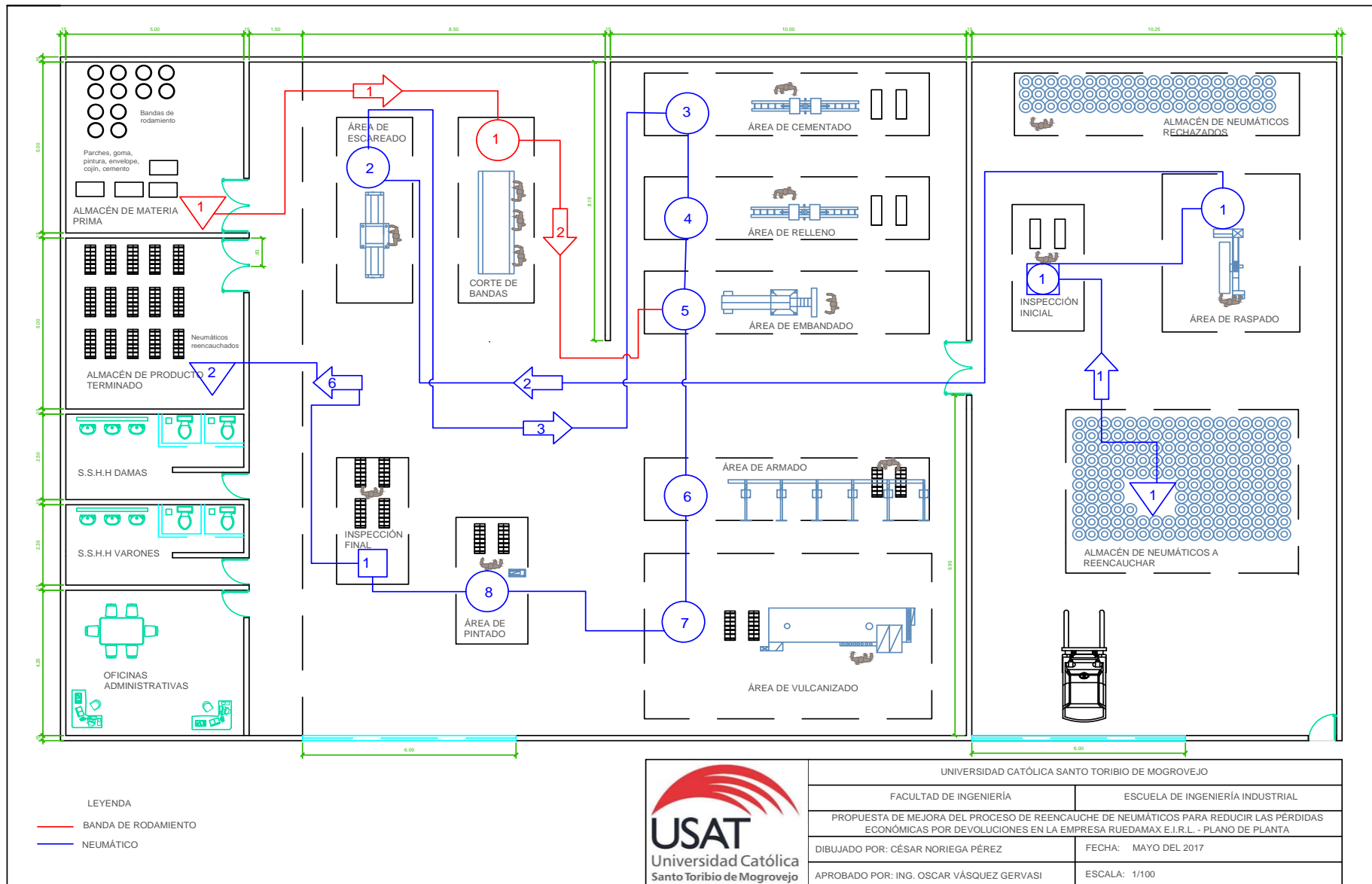


Figura 43. Diagrama de recorrido actual del proceso de reencauche de neumáticos en RUEDAMAX E.I.R.L.

En la figura 43, se puede observar el diagrama de recorrido actual en la empresa para el proceso de reencauche de neumáticos el cual consta de 11 estaciones de trabajo, además se encuentran algunos problemas como:

- El área de raspado la cual es la primera operación del proceso de reencauche se encuentra muy lejos del área posterior (Escareado), por ende el operario debe cargar, llevar y dejar el neumático hasta el área mencionada por lo que indica un tiempo de transporte.
- El área de corte de bandas está separada por una pared con el área de embandado. El mismo operario de embandado debe cortar las bandas de rodamiento y regresar hasta el embandado. También se presentan tiempos de transporte elevados.
- El almacén de materia prima se encuentra relativamente lejos del área de producción.

Cuando se devuelven reencauches, con la factura se verifica si está dentro de la garantía, si es así se procede a reprocesar el neumático. En la figura 44, se muestran las operaciones que ejecuta la empresa, al momento que se presentan devoluciones.

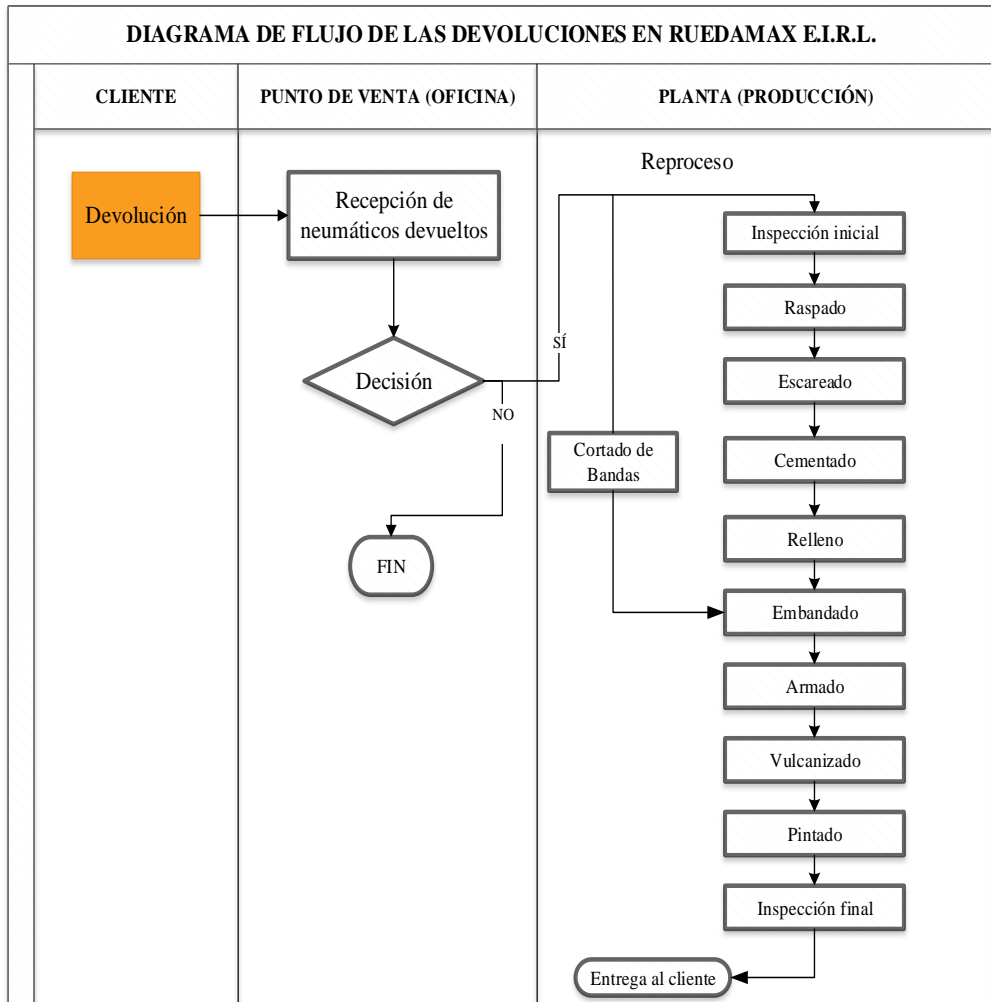


Figura 44. Diagrama de flujo de las devoluciones en R UEDAMAX E.I.R.L

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

3.1.7.4. Diagrama de operaciones

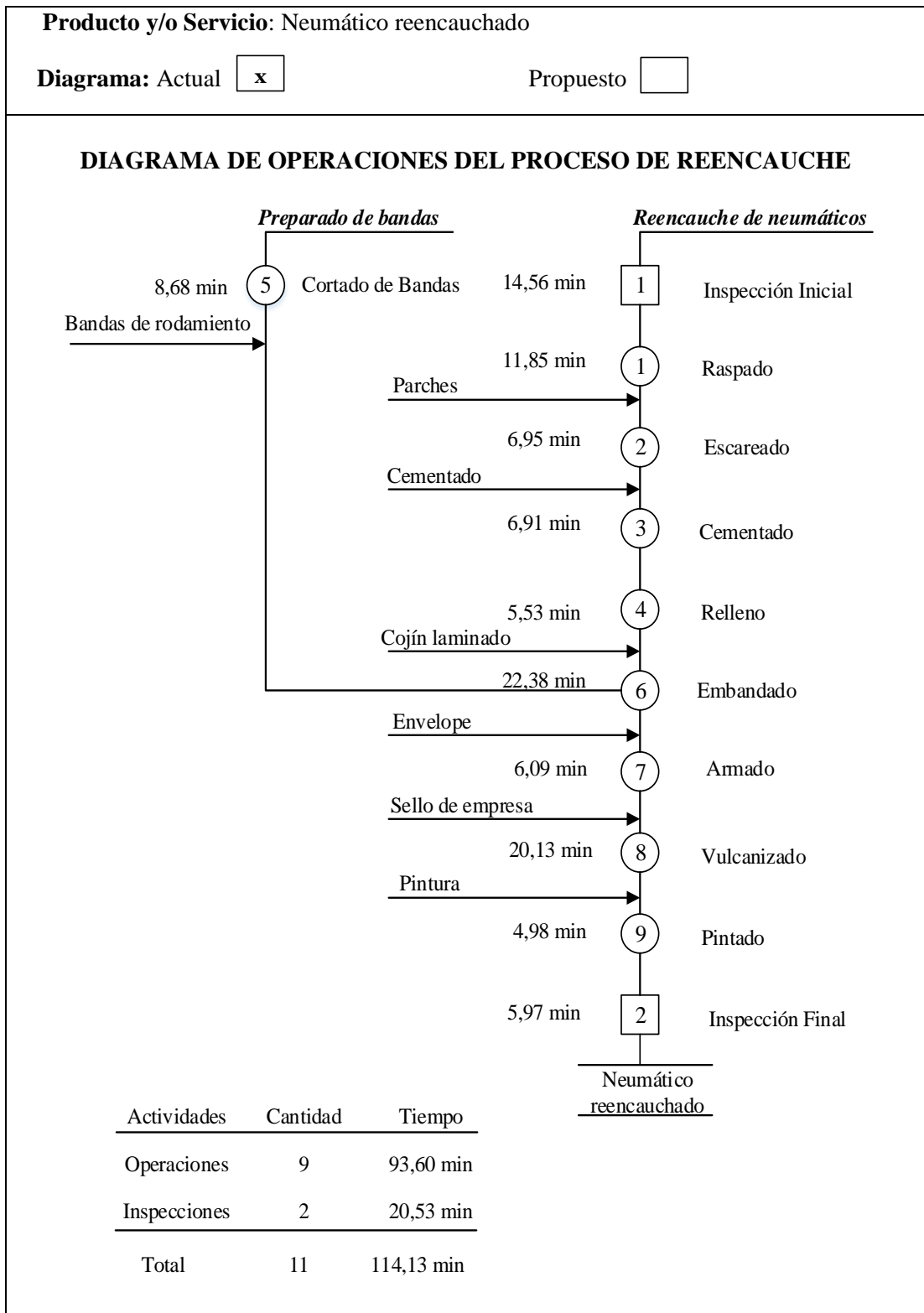


Figura 45. Diagrama de operaciones del proceso de reencauche actual

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En figura 45, se aprecia que según el diagrama de operaciones actual del proceso de reencauche de neumáticos, existen 11 actividades, de las cuales 9 son operaciones y 2 son inspecciones.

Las operaciones son:

- Raspado
- Escareado
- Cementado
- Relleno
- Corte de bandas
- Embandado
- Armado
- Vulcanizado
- Pintado

Las inspecciones son:

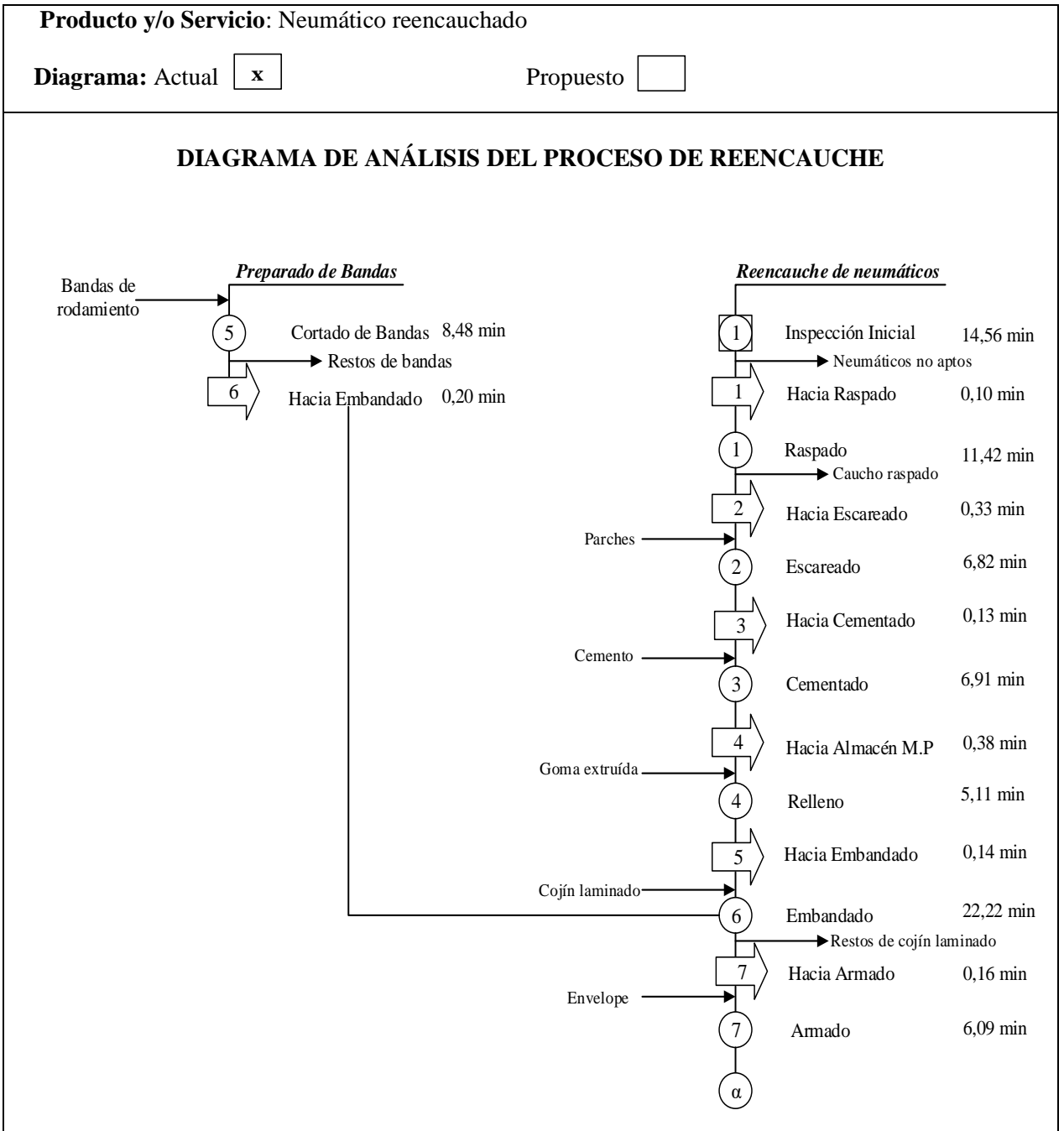
- Inspección inicial
- Inspección final

En el diagrama de operaciones se detallaron las operaciones e inspecciones, el tiempo promedio en minutos y los insumos que ingresan en cada una de estas.

En las inspecciones del diagrama de operaciones, la inspección inicial dura 14,56 minutos y la inspección final 5,97 minutos. En ambas no ingresa ningún insumo.

En cuanto a las operaciones, el raspado dura 11,85 minutos de tiempo promedio y en el no ingresan insumos, la operación de escareado dura 6,95 minutos e ingresan parches como insumos, en el cementado ingresa el cemento como insumo y la operación dura 6,91 minutos, en el relleno ingresa la goma extruida como insumo y la operación dura 5,53 minutos, en el corte de bandas ingresa la banda de rodamiento como insumo y la operación dura 8,68 minutos, en el embandado ingresa el cojín laminado como insumo y la operación dura 22,38 minutos, en el armado ingresa el envelope como insumo y la operación dura 6,09 minutos, la operación de vulcanizado dura 20,13 minutos y finalmente en el pintado ingresa pintura como insumo y la operación dura 4,98 minutos.

3.1.7.5. Diagrama de análisis del proceso

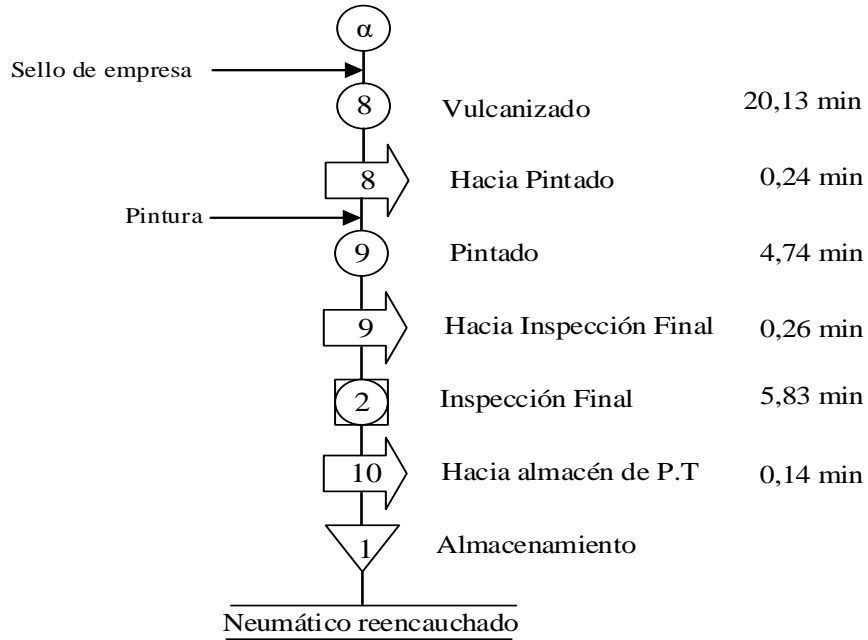


Producto y/o Servicio: Neumático reencauchado

Diagrama: Actual

Propuesto

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE REENCAUCHE



Actividades	Cantidad	Tiempo
Operaciones	9	91,86 min
Inspecciones	0	-
Operación /Inspecciones	2	20,39 min
Transportes	10	1,88 min
Total	21	114,13 min

Figura 46. Diagrama de análisis del proceso de reencauche de neumáticos actual

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 46, se aprecia que según el diagrama de análisis del proceso actual del proceso de reencauche de neumáticos, existen 21 actividades, de las cuales 9 son operaciones, 10 son transportes, y dos actividades combinadas que es inspección y operación a la vez.

Las operaciones son: Raspado, Escareado, Cementado, Relleno, Corte bandas, Embandado, Armado, Vulcanizado, Pintado

Los transportes son: hacia estación de raspado, hacia escareado, hacia cementado, hacia almacén de materia prima, hacia embandado, hacia armado, hacia pintado, hacia inspección final, hacia almacén.

Las actividades combinadas son: Inspección inicial e Inspección final

En el diagrama de análisis de proceso, se detallaron las operaciones inspecciones, transportes, inspección – operación, el tiempo promedio en minutos, los insumos que ingresan y residuos que salen en cada una de estas.

La inspección-operación, que es la inspección inicial dura 14,56 minutos y la inspección final 5,83 minutos. Además, durante los 10 transportes que existen tienen un tiempo promedio de 1,88 minutos

En cuanto a las operaciones, el raspado dura 11,42 minutos de tiempo promedio y en el no ingresan insumos, la operación de escareado dura 6,82 minutos e ingresan parches como insumos, en el cementado ingresa el cemento como insumo y la operación dura 6,91 minutos, en el relleno ingresa la goma extruida como insumo y la operación dura 5,11 minutos, en el corte de bandas ingresa la banda de rodamiento como insumo y la operación dura 8,48 minutos, en el embandado ingresa el cojín laminado como insumo y la operación dura 22,22 minutos, en el armado ingresa el envelope como insumo y la operación dura 6,09 minutos, la operación de vulcanizado dura 20,13 minutos y finalmente en el pintado ingresa pintura como insumo y la operación dura 4,74 minutos. El tiempo total de las operaciones asciende a 91,86 minutos.

3.1.7.6. Cursograma analítico del proceso de reencauche

En las figuras 47 a la 67, se detallarán las actividades de cada operación del proceso de reencauche de neumáticos.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	Propuesto	○ Operación	◻ Demora	◻ Inspección	◻ Almacén				
#	Etapa de Inspección Inicial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	○	◻	◻	◻				
1	Mover neumático de almacén hacia inspección inicial			○	◻	◻	◻	0,11		0,11	
2	Pre inspección del neumático			○	◻	◻	◻	1,49		1,49	
3	Transporte hacia almacén de materia prima			○	◻	◻	◻	2,19		2,19	
4	Buscar lezna			○	◻	◻	◻	0,94		0,94	
5	Montar neumático en carcasa para inspección			○	◻	◻	◻	0,19	0,19		
6	Inspección de averías			○	◻	◻	◻	2,37		2,37	
7	Inspección de pestañas			○	◻	◻	◻	1,36	1,36		
8	Inspección de picaduras			○	◻	◻	◻	1,06		1,06	
9	Inspección de alambres			○	◻	◻	◻	0,94		0,94	
10	Retiro de materiales extraños			○	◻	◻	◻	3,08	3,08		
11	Llenado de hoja de ruta			○	◻	◻	◻	0,82	0,82		
Total				3	2	1	5	0	14,56	5,45	9,11

Figura 47. Cursograma analítico actual de la operación de Inspección inicial

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 47, se observa que hay 11 actividades dentro de la etapa de inspección inicial de las cuales 7, no agregan valor y su tiempo asciende a 9,11 minutos, mientras que el de valor dura 5,45 minutos.

La actividad número 2 de la etapa de inspección inicial corresponde a la pre-inspección del neumático, esta se hace de una manera visual y no agrega valor ya que según la *Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)* en la pre-inspección se debe verificar la antigüedad de neumáticos, la cantidad de reencauches previos y el desgaste de la banda y estas actualmente se hacen de manera visual sin tener en cuenta parámetros, por ello son causas del desprendimiento de la banda (devolución del reencauche)

La actividad número 8, es la inspección de picaduras, está no agrega valor ya que no existe un parámetro de cuantas picaduras como máximo puede tener un neumático para ser reencauchado.

En la tabla 24 se observa la antigüedad de los neumáticos que fueron reencauchados durante Enero a Diciembre del 2017. Se tomó la muestra de las 202 devoluciones a causa de la inspección inicial (*Ver anexo 11*)

Tabla 24. Frecuencia de la antigüedad de los neumáticos reencauchados durante Enero a Diciembre del 2017

Cantidad de años	Frecuencia	Porcentaje válido
1 año	14	6,93 %
2 años	25	7,43 %
3 años	20	9,90 %
4 años	34	16,83 %
5 años	16	7,92 %
6 años	17	8,42 %
7 años	18	3,96 %
8 años	16	12,87 %
9 años	18	8,91 %
10 años	14	11,88 %
11 años a más	10	4,95 %
Total	202	100 %

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 48, se muestra el histograma de la antigüedad de neumáticos en el eje x, se encuentra la antigüedad en años de los neumáticos reencauchados, mientras que en el eje y, se muestra la frecuencia. También se observa que la variación de los datos (amplitud del histograma) es mayor que las especificaciones. Con respecto a estas, el proceso está descentrado a la derecha. El proceso de inspección inicial no es satisfactorio, ya que la orilla derecha del histograma debería estar dentro de la especificación superior (ES=7), sin embargo, los datos sobrepasan este límite.

Según la **Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)**, solo se puede recibir neumáticos que tengan como máximo 7 años de antigüedad (*Ver anexo 18*). En el periodo estudiado existieron 58 reencauches que no estuvieron dentro de las especificaciones lo que representa un 38,61 % fuera de las especificaciones tal y como se ve en el histograma.

Histograma de la antigüedad los neumáticos en Inspección Inicial

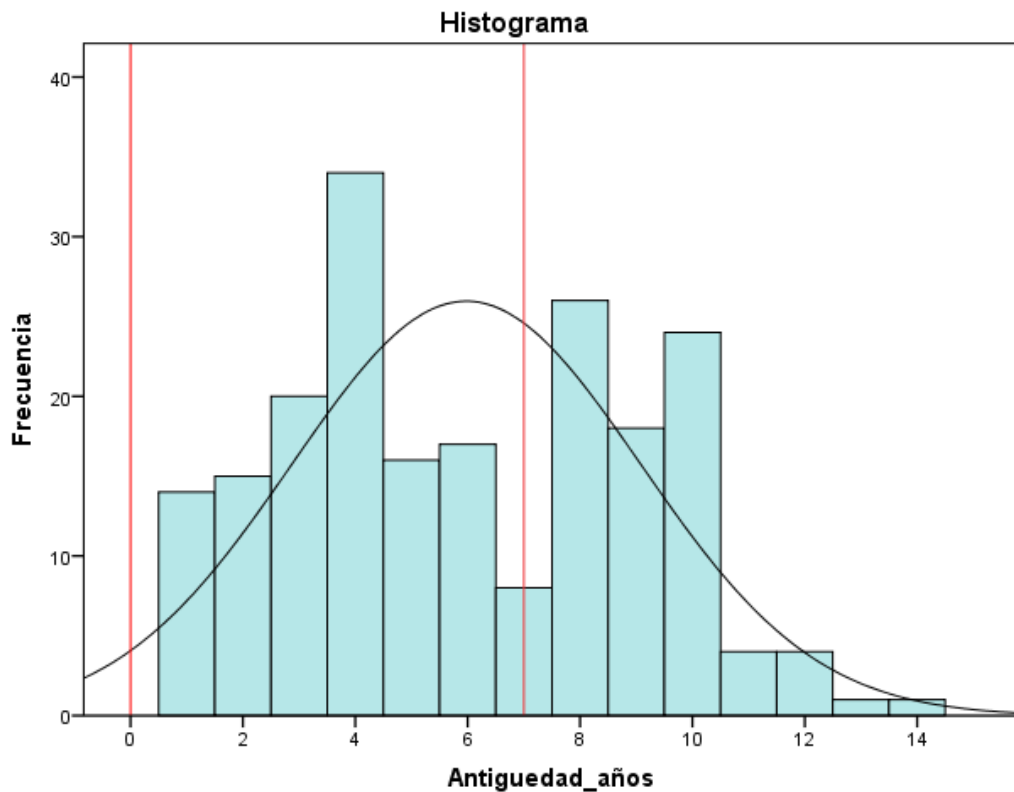


Figura 48. Histograma de la antigüedad de los neumáticos reencauchados

En la tabla 25 se observa la cantidad de reencaches que han tenidos los neumáticos que fueron reencauchados durante Enero a Diciembre del 2017. Se tomó la muestra de las 202 devoluciones a causa de la inspección inicial.

Tabla 25. Frecuencia de la cantidad de reencaches que tienen los neumáticos durante Enero a Diciembre del 2017

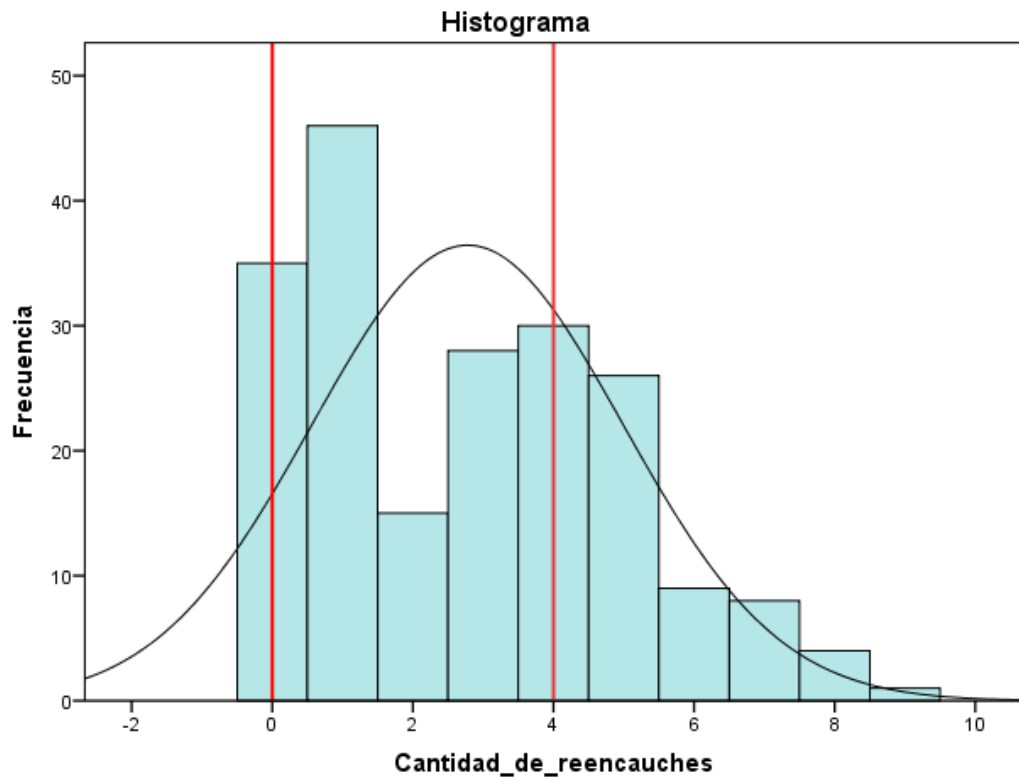
Cantidad de reencaches previos	Frecuencia	Porcentaje válido
0 reencache	35	17,33 %
1 reencaches	46	22,77 %
2 reencaches	15	7,43 %
3 reencaches	28	13,86 %
4 reencaches	30	14,85 %
5 reencaches	26	12,87 %
6 reencaches	9	4,46 %
7 reencaches	8	3,96 %
8 reencaches a más	5	1,98 %
Total	202	100 %

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 49, el histograma muestra en el eje x, la cantidad de reencauches que se le han hecho previamente a los de los neumáticos reencauchados por la empresa, mientras que en el eje y, se muestra la frecuencia. También se observa que la variación de los datos (amplitud del histograma) es mayor que las especificaciones. Con respecto a estas, el proceso está descentrado a la derecha. El proceso no es satisfactorio, si bien la orilla izquierda del histograma se encuentra dentro de la especificación inferior (EI=0), la orilla derecha del histograma se encuentra fuera de la especificación superior (ES=4), sin embargo, los datos sobrepasan este límite. Si se continúan realizando mediciones de datos, lo más posible es que se seguirán encontrando mediciones fuera de los límites.

Según la **Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)** solo se puede aceptar neumáticos que tengan como máximo 4 reencauches (*Ver anexo 18*), sino ya no están aptos para ser reencauchados, lo que es una de las causas de la devolución ya que la empresa no cuenta con parámetros establecidos. En el periodo estudiado existieron 48 reencauches que no estuvieron dentro de tales especificaciones, lo que representa un 23,76 % fuera de las especificaciones tal y como se ve en el histograma.

Histograma de la cantidad de reencauches previos de los neumáticos en Inspección Inicial



los neumáticos durante Enero a Diciembre del 2017

En la tabla 26 se observa las picaduras que se registraron en la inspección inicial a los neumáticos reencauchados durante Enero a Diciembre del 2017. Se tomó la muestra de las 202 devoluciones a causa de la inspección inicial.

Tabla 26. Frecuencia de la cantidad de picaduras de los reencauches durante Enero a Diciembre del 2017

Número de picaduras	Frecuencia	Porcentaje válido
1 picadura	38	18,81 %
2 picaduras	44	21,78 %
3 picaduras	32	15,84 %
4 picaduras	46	22,77 %
5 picaduras	12	5,94 %
6 picaduras	8	3,96 %
7 picaduras	6	2,97 %
8 picaduras	4	1,98 %
9 picaduras	11	5,45 %
10 a más picaduras	1	0,50 %
Total	202	100%

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 50, el histograma muestra en el eje x, la cantidad de picaduras que se registraron en la inspección inicial a los reencauches, mientras que en el eje y, se muestra la frecuencia. En él también se puede ver que la variación de los datos (amplitud del histograma) es mayor que las especificaciones. Con respecto a estas, el proceso está descentrado a la derecha. El proceso de inspección inicial no es satisfactorio, si bien la orilla izquierda del histograma se encuentra dentro de la especificación inferior (EI=0), la orilla derecha del histograma está alejada de la especificación superior (ES=4). Si se continúan realizando mediciones de datos, lo más posible es que se seguirán encontrando mediciones fuera de los límites.

Según la **Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)**, solo se puede aceptar neumáticos que tengan como máximo 4 picaduras (*Ver anexo 18*), En el periodo estudiado existieron 42 reencauches que no estuvieron dentro de tales especificaciones, lo que representa un 20,79 % fuera de las especificaciones tal y como se ve en el histograma.

Histograma de la cantidad de picaduras de los neumáticos en Inspección Inicial

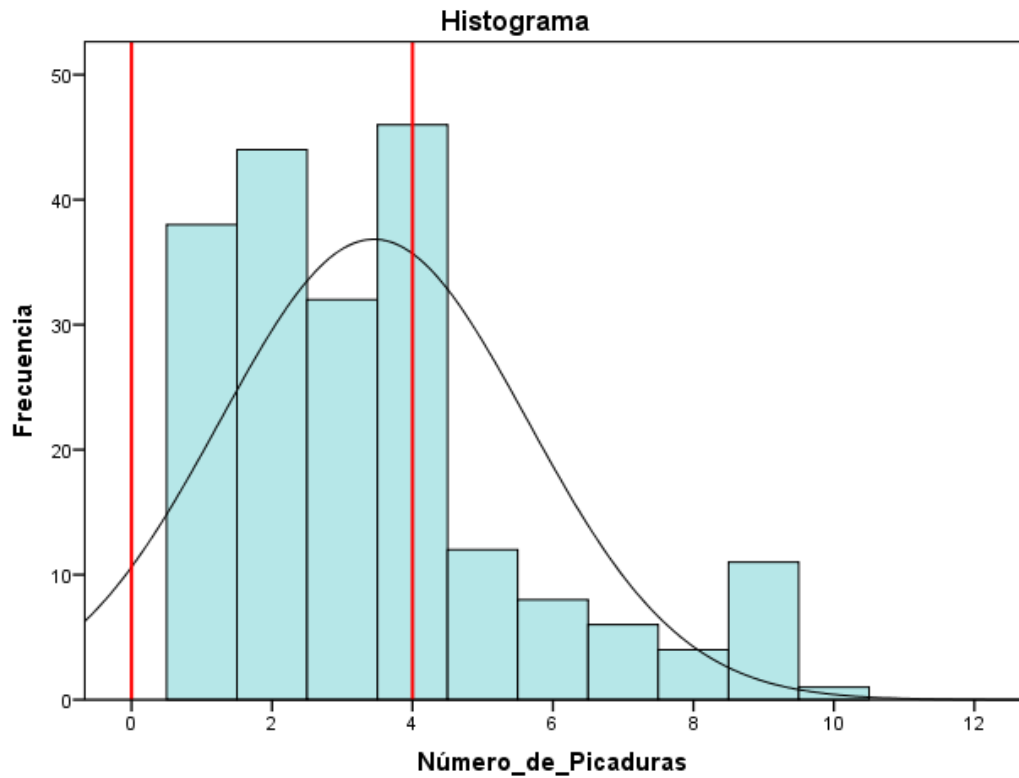


Figura 50. Histograma de la cantidad de picaduras de los renecauchos durante Enero a Diciembre del 2017

En la tabla 27 se observa el desgaste en milímetros que se registraron en la inspección inicial a los neumáticos renecauchados durante Enero a Diciembre del 2017. Se tomó la muestra de las 202 devoluciones a causa de la inspección inicial.

Tabla 27. Frecuencia de los milímetros de desgaste de los reencaches durante Enero a Diciembre del 2017

Desgaste de los neumáticos	Frecuencia	Porcentaje válido
1 mm	12	5,94 %
2 mm	9	4,46 %
3 mm	23	11,39 %
4 mm	8	3,96 %
5 mm	11	5,45 %
6 mm	5	2,48 %
7 mm	6	2,97 %
8 mm	7	3,47 %
9 mm	12	5,94 %
10 mm	24	11,88 %
11 mm	19	9,41 %
12 mm	12	5,94 %
13 mm	28	13,86 %
14 mm	16	7,92 %
15 mm	6	2,97 %
16 mm a más	4	1,98 %
Total	202	100%

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 51 el histograma muestra en el eje x, los mm de desgaste de los neumáticos, registrados en la inspección inicial, mientras que en el eje y, se muestra la frecuencia. En él también se puede ver la variación de los datos (amplitud del histograma) es mayor que las especificaciones. Con respecto a las especificaciones, el proceso está descentrado a la derecha. El proceso no es satisfactorio, la orilla izquierda del histograma se encuentra dentro de la especificación inferior (EI=0), sin embargo, la orilla derecha del histograma se encuentra alejada de la especificación superior (ES=12), sobrepasan este límite. Si se continúan realizando mediciones de datos, lo más posible es que se seguirán encontrando mediciones fuera de los límites.

Según la **Norma Técnica: Requisitos del reencache (NTE 2582)**, solo se puede aceptar neumáticos que tengan como máximo 12 mm de desgaste (Ver anexo 18), En el periodo estudiado existieron 54 reencaches que no estuvieron dentro de tales especificaciones, lo que representa un 26,73 % fuera de las especificaciones tal y como se ve en el histograma.

Histograma de desgaste en milímetros del neumático en Inspección Inicial

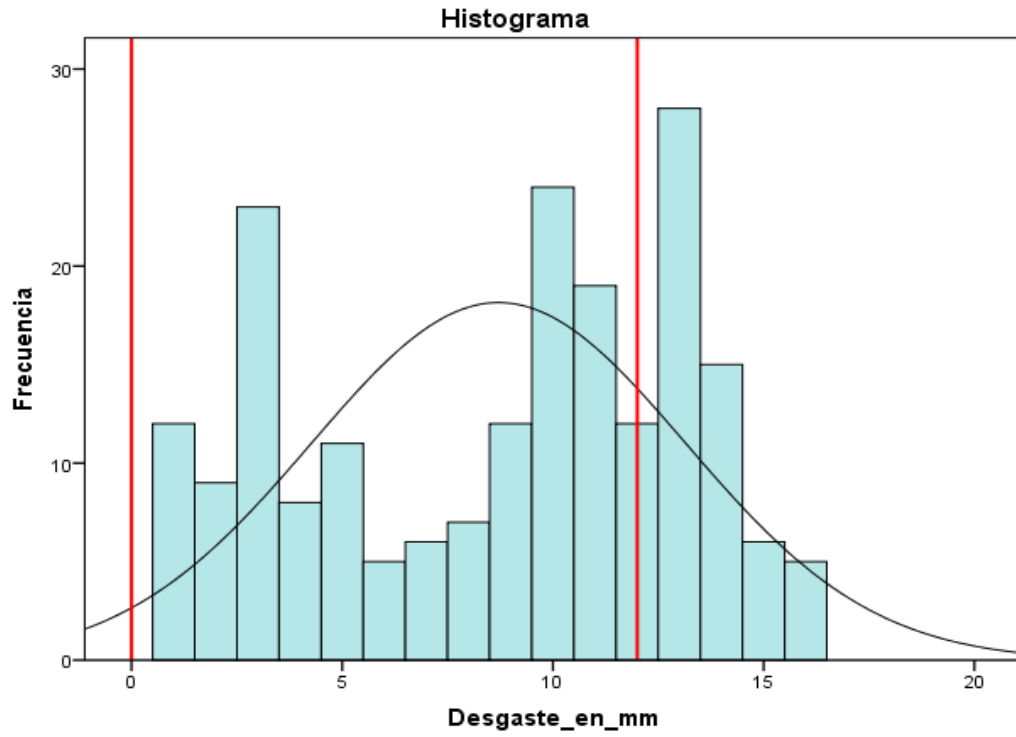


Figura 51. Histograma de los milímetros de desgaste de los neumáticos durante Enero a Diciembre del 2017

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="circle"/> Operación <input type="D"/> Demora <input type="V"/> Almacén <input type="R"/> Transporte <input type="I"/> Inspección							
#	Etapa de Raspado	Actividades					Total	V.A	N.V.A		
1	Transporte de inspección inicial hacia raspado	<input type="circle"/>	<input checked="" type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,10		0,10		
2	Transporte hacia almacén de materia prima	<input type="circle"/>	<input checked="" type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,29		0,29		
3	Verificar hoja de ruta	<input type="circle"/>	<input checked="" type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,80	0,80			
4	Inflar neumático	<input checked="" type="circle"/>	<input type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,50	1,50			
5	Inspeccionar neumático inflado	<input type="circle"/>	<input checked="" type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,50		0,50		
6	Alzar neumático hacia raspadora	<input checked="" type="circle"/>	<input type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,07	0,07			
7	Raspar neumático en raspadora	<input checked="" type="circle"/>	<input type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	5,74	5,74			
8	Verificar textura del raspado	<input type="circle"/>	<input checked="" type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,01		1,01		
9	Medir superficie de la carcasa	<input checked="" type="circle"/>	<input type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,50	1,50			
10	Transportar a Escareado	<input type="circle"/>	<input checked="" type="circle"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,33		0,33		
Total		4	3	0	3	0	11,85	9,62	2,13		

Figura 52. Cursograma analítico actual de la operación de raspado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 52, se observa que existen 10 actividades dentro de la etapa de raspado y entre las principales observaciones encontradas es que en la actividad 4, que es inflar el neumático, no saben a qué presión lo inflan, por ende comprueban su dureza palpando el neumático, además no señalan las heridas. Se observa también que el tiempo de esta etapa dura 11,85 minutos y 2,13 minutos no agregan valor en esta etapa.

La actividad número 4 de la etapa de raspado corresponde a inflar el neumático, en esta se documentó como observación que los operarios inflan el neumático, sin embargo no saben a qué presión lo ejecutan, por ende una inadecuada presión de inflado antes de ser raspado no permite que se realice una actividad eficiente.

En la tabla 28 se muestra la frecuencia de los reencauches devueltos originados en la etapa de raspado durante Enero a Diciembre del 2017, estos fueron registrados por la empresa ya que la razón fue que al despegarse la nueva banda de rodamiento, aún existía labrado antiguo, por ende el neumático no se raspó de forma correcta porque no tuvo la presión adecuado. Existieron 327 devoluciones a causa del raspado en el periodo ya mencionado. (Ver anexo 11)

Tabla 28. Frecuencia de devoluciones por etapa de Raspado durante Enero a Diciembre del 2017

Mes	Frecuencia
Enero – 2017	31
Febrero – 2017	16
Marzo– 2017	26
Abril – 2017	24
Mayo – 2017	32
Junio – 2017	28
Julio – 2017	16
Agosto – 2017	37
Septiembre – 2017	20
Octubre – 2017	36
Noviembre – 2017	31
Diciembre – 2017	30
Total	327

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018



Figura 53. Devolución por raspado ineficiente

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2017

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="circle"/> Operación <input type="D"/> Demora <input type="V"/> Almacén <input type="R"/> Transporte <input type="I"/> Inspección					
#	Etapas de Escareado	Actividades					Total	V.A	N.V.A
1	Verificar hoja de ruta	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,28	0,28	
2	Verificar heridas y daños	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,40		0,40
3	Medir diámetro de la herida	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,39	0,39	
4	Pulido de la herida con mini-taladro	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	2,74	2,74	
5	Limpieza de la herida	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,75		0,75
6	Cementado de herida	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,35	0,35	
7	Transportar hacia almacén de materia prima	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,32		0,32
8	Preparar parche según herida	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,21	0,21	
9	Colocación de parches	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,15	1,15	
10	Inspección de parche	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,24		0,24
11	Transporte a cementado	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,13		0,13
Total		6	2	0	3	0	6,95	5,11	1,84

Figura 54. Cursograma analítico actual de la operación de Escareado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 54, se observa que existen 11 actividades dentro de la etapa de escareado, además como se observa que el operario se demora en buscar las heridas y daños por reparar porque estas no están señalizadas. Se observa también que la operación dura 6,95 minutos, de los cuales 1,84 minutos no agregan valor.

La actividad número 2 de la etapa de escareado corresponde a verificar heridas y daños, lo que trae como consecuencia que el neumático tenga heridas y daños sin reparar, lo que causa que se desprenda la nueva banda de rodamiento y por ende genere una devolución. Además, la actividad 9 que es colocación de parches, se detectó que queda aire en los parches lo que dificulta el proceso de vulcanizado, además también se sobreponen parches.

Tabla 29. Frecuencia de devoluciones por etapa de Escareado durante Enero a Diciembre del 2017

Mes	Frecuencia		
	Exceso de parches	Aire en parches	Heridas sin reparar
Enero – 2017	14	19	12
Febrero – 2017	8	10	15
Marzo – 2017	16	12	13
Abril – 2017	19	14	15
Mayo – 2017	11	13	12
Junio – 2017	9	11	38
Julio – 2017	12	20	48
Agosto – 2017	6	10	35
Septiembre – 2017	7	9	33
Octubre – 2017	7	12	28
Noviembre – 2017	10	14	36
Diciembre – 2017	16	13	34
Total	135	157	319

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 29 se muestra la frecuencia de los reencauches devueltos originados en la etapa de escareado durante Enero a Diciembre del 2017. Según la **Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)** solo se puede poner 6 parches a los neumáticos como máximo (*Ver anexo 18*). Existieron 611 devoluciones a causa del escareado, perteneciendo 135 a exceso en colocación de parches, 157 a aire atrapado y 319 heridas reparar. (*Ver anexo 11*)



Figura 55. Aire atrapado en parches

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018



Figura 56. Heridas y daños sin reparar

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Propuesto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
#	Etapa de Cementado	Actividades	Total	V.A	N.V.A					
1	Verificar hoja de ruta	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0,39	0,39						
2	Inspección el neumático	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0,71		0,71					
3	Limpieza de neumático con cepillo y aire seco	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1,54	1,54						
4	Colocación de cemento sobre la carcasa	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2,89	2,89						
5	Secado de la carcasa	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1,06		1,06					
6	Inspección de la carcasa	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0,32		0,32					
Total			2	0	1	3	0	6,91	4,82	2,03

Figura 57. Cursograma analítico actual de la operación de Cementado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 57, se observa que dentro de la etapa de cementado existen 6 actividades y estas duran 6,91 minutos, de lo cual 2,03 minutos no agregan valor.

La actividad número 4 de la etapa Cementado corresponde a colocación de cemento en la carcasa, el operario al momento de ejecutarlo realiza un movimiento en forma vertical y el cemento no logra expandirse en toda la superficie del neumático, lo que trae problemas en el proceso y como consecuencia que el neumático se devuelva.

Tabla 30. Frecuencia de devoluciones por etapa de Cementado durante Enero a Diciembre del 2017

Mes	Frecuencia
Enero – 2017	7
Febrero – 2017	9
Marzo– 2017	10
Abril – 2017	12
Mayo – 2017	15
Junio – 2017	8
Julio – 2017	6
Agosto – 2017	4
Septiembre – 2017	7
Octubre – 2017	6
Noviembre – 2017	5
Diciembre – 2017	8
Total	97

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 30 se muestra la frecuencia de los reencaches devueltos originados en la etapa de cementado durante Enero a Diciembre 2017. Las causas fueron no lograr expandir el cemento en la superficie del neumático originado por un ineficiente movimiento del operario. Todas estas fueron registradas por la empresa. Existieron 97 devoluciones a causa del cementado.



Figura 58. Movimiento del operario en etapa de Cementado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	Propuesto	<input type="checkbox"/>	○ Operación	◻ Demora	◁ Almacén	⇒ Transporte	◻ Inspección	Total	V.A	N.V.A
#	Etapa de Relleno		Actividades					Total	V.A	N.V.A			
1	Transporte hacia almacén de materia prima		○	⇒	◻	◻	◻	◻	◻	◻	0,38		0,38
2	Verificar hoja de ruta		○	⇒	◻	◻	◻	◻	◻	◻	0,30	0,30	
3	Preparación de extractora		●	⇒	◻	◻	◻	◻	◻	◻	0,98	0,98	
4	Rellenar reparaciones de la carcasa con goma extruída		●	⇒	◻	◻	◻	◻	◻	◻	3,50	3,50	
5	Inspeccionar uniformidad de la carcasa		○	⇒	◻	◻	◻	◻	◻	◻	0,34		0,34
6	Transporte hacia embandado		○	⇒	◻	◻	◻	◻	◻	◻	0,14		0,14
Total			2	2	0	2	0	0	0	0	5,63	4,77	0,86

Figura 59. Cursograma analítico actual de la operación de relleno

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 59, se muestra que la etapa de relleno tiene 6 actividades, las cuales tienen una duración de 5,63 minutos y 0,86 minutos son actividades que no generan valor. La actividad número 4 de la etapa de relleno corresponde a rellenar con la extractora las imperfecciones del neumático, el operario al momento de ejecutarlo no rellena bien las heridas, ya que el relleno no sobrepasa la herida, lo que trae problemas en el proceso y como consecuencia que el neumático se devuelva.

Tabla 31. Frecuencia de devoluciones por etapa de Relleno durante Enero a Diciembre del 2017

Mes	Frecuencia
Enero – 2017	20
Febrero – 2017	37
Marzo– 2017	8
Abril – 2017	9
Mayo – 2017	28
Junio – 2017	7
Julio – 2017	8
Agosto – 2017	21
Septiembre – 2017	27
Octubre – 2017	70
Noviembre – 2017	23
Diciembre – 2017	30
Total	288

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 31 se muestra la frecuencia de los reencauches devueltos originados en la etapa de relleno durante enero a diciembre del 2017. Las causas fueron mala distribución del cemento en el neumático originado porque hicieron unos malos cubrimientos de relleno. Todas estas fueron registradas por la empresa. Existieron 288 devoluciones a causa del Relleno.



Figura 60. Malos cubrimientos en de daños en etapa de relleno

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="circle"/> Operación <input type="D"/> Demora <input type="V"/> Almacén <input type="R"/> Transporte <input type="I"/> Inspección							
#	Etapa de Corte de Bandas	Actividades					Total	V.A	N.V.A		
1	Transporte hacia almacén de materia prima	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,25		0,25		
2	Verificar hoja de ruta	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,10	0,10			
3	Buscar diseño de banda de rodamiento	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,41		0,41		
4	Transportar rollo hacia mesa de cortado	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,26		0,26		
5	Medir banda de rodamiento	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,18	1,18			
6	Cortar banda de rodamiento a medida	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	4,93	4,93			
7	Pulido de filos de la banda	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,16	0,16			
8	Cementar banda de rodamiento	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,68	0,68			
9	Secado de banda de rodamiento	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,52		0,52		
10	Llevar bandas de rodamiento a embandado	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,20		0,20		
Total		4	3	2	1	0	8,68	7,04	1,64		

Figura 61. Cursograma analítico actual de la operación de Corte de bandas

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 61, se muestra que la etapa de corte de bandas tienen 10 actividades, y tiene una duración de 8,68 minutos de los cuales 1,64 minutos no agregan valor.

La actividad número 6 de la etapa de corte de bandas corresponde a cortar la banda de rodamiento, el operario ejecuta la actividad con unas cuchillas, lo que trae problemas en el proceso porque la banda queda con una superficie no lisa lo que hace que se desprege la nueva banda adherida y como consecuencia origina una devolución

Tabla 32. Frecuencia de devoluciones por etapa de Corte de bandas durante enero a diciembre del 2017

Mes	Frecuencia
Enero – 2017	14
Febrero – 2017	39
Marzo– 2017	21
Abril – 2017	19
Mayo – 2017	16
Junio – 2017	12
Julio – 2017	9
Agosto – 2017	22
Septiembre – 2017	60
Octubre – 2017	12
Noviembre – 2017	22
Diciembre – 2017	11
Total	257

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 32 se muestra la frecuencia de los reencauches devueltos originados en la etapa de corte de bandas durante enero a diciembre del 2017. Las causas fueron la herramienta inadecuada, cuchillas (*Ver pág. 50*) del corte de bandas que originaron un ineficiente corte en las bandas lo que provocaba que se despegue la nueva banda adherida y por ende una devolución. Todas estas fueron registradas por la empresa. Existieron 257 devoluciones a causa del corte de bandas.



Figura 62. Mal corte en las bandas de rodamiento

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="circle"/> Operación <input type="D"/> Demora <input type="V"/> Almacén <input type="R"/> Transporte <input type="I"/> Inspección							
#	Etapa de Embandado	Actividades					Total	V.A	N.V.A		
1	Transporte hacia almacén de materia prima	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,48		0,48		
2	Verificar hoja de ruta	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,29	0,29			
3	Medir cojín laminado	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,27	0,27			
4	Cortar cojín laminado	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,43	0,43			
5	Envolver carcasa con cojín laminado	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	2,55	2,55			
6	Cortar restos de cojín laminado	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,29		0,29		
7	Mover neumático a máquina rodilladora	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,11		0,11		
8	Ejecución de máquina rodilladora	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	3,97	3,97			
9	Mover neumático a montura	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,23		0,23		
10	Adherir banda de rodamiento	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	7,27	7,27			
11	Cortar restos de banda de rodamiento	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,26		0,26		
12	Colocar grapas de empate	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,12	0,12			
13	Mover neumático a máquina rodilladora	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,19		0,19		
14	Ejecución de máquina rodilladora	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	5,77	5,77			
15	Transporte hacia armado	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,16		0,16		
Total		9	5	0	1	0	22,38	20,66	1,71		

Figura 63. Cursograma analítico actual de la operación de Embandado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 63, se muestra que la etapa cuello de botella tiene 15 actividades las cuales duran 22,38 minutos y tiene 1,71 minutos que no agregan valor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="circle"/> Operación <input type="D"/> Demora <input type="V"/> Almacén <input type="R"/> Transporte <input type="I"/> Inspección							
#	Etapa de Armado	Actividades					Total	V.A	N.V.A		
1	Transporte hacia almacén	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,17		0,17		
2	Verificar hoja de ruta	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,09	0,09			
3	Buscar envelope a la medida de carcasa	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input checked="" type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,34		0,34		
4	Verificar el buen estado del envelope	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,25		0,25		
5	Colocar aro de vulcanizado	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	2,11	2,11			
6	Colocar neumático en envelope	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,35	1,35			
7	Extraer aire del neumático	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,09	1,09			
8	Inspección del neumático	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,70		0,70		
Total		3	1	1	3	0	6,09	4,63	1,46		

Figura 64. Cursograma analítico actual de la operación de Armado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 20178

En la figura 64, se muestra que la etapa de armado cuenta con 8 actividades las cuales tienen una duración de 6,09 minutos y de ellos 1,46 minutos no agrega valor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="circle"/> Operación <input type="D"/> Demora <input type="V"/> Almacén <input type="R"/> Transporte <input type="I"/> Inspección					
#	Etapa de Vulcanizado	Actividades					Total	V.A	N.V.A
1	Verificar hoja de ruta	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,11	0,11	
2	Adherir a neumático sello de la empresa	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,64	0,64	
3	Programar autoclave industrial	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,28	0,28	
4	Introducir neumático en autoclave	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,51	0,51	
5	Iniciar ciclo de vulcanizado	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	15,03	15,03	
6	Verificar autoclave	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,52		0,52
7	Realizar descarga de neumáticos	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,17	1,17	
8	Retirar envelope	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,07	1,07	
9	Retirar aro de vulcanizado	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,80	0,80	
Total		7	0	0	2	0	20,13	19,61	0,52

Figura 65. Cursograma analítico actual de la operación de Vulcanizado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 65, se muestra que en la etapa de vulcanizado existen 9 actividades, que tienen una duración de 20,13 minutos y solo 0,52 minutos son los que no agregan valor

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Operación <input type="checkbox"/> Demora <input type="checkbox"/> Almacén <input type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Inspección					
#	Etapa de Pintado	Actividades					Total	V.A	N.V.A
1	Transporte neumático hacia pintado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,24		0,24
2	Pintar el neumático	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,19	3,19	
3	Secado del neumático	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,30		1,30
4	Transporte hacia inspección final	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,26		0,26
Total		1	2	1	0	0	4,98	3,19	1,79

Figura 66. Cursograma analítico actual de la operación de Pintado

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 66, se muestra que en la etapa de pintado existen 4 actividades, que tienen una duración de 4,98 minutos, de las cuales 1,79 minutos es tiempo que no agrega valor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="circle"/> Operación <input type="D"/> Demora <input type="V"/> Almacén <input type="R"/> Transporte <input type="I"/> Inspección							
#	Etapa de Inspección final	Actividades					Total	V.A	N.V.A		
1	Verificar hoja de ruta	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	0,10	0,10			
2	Revisar condiciones del neumático	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,19		1,19		
3	Medición de parches	<input type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input checked="" type="I"/>	<input type="V"/>	1,47		1,47		
4	Uso de lezna para encontrar fallas	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	1,32	1,32			
5	Recorte de empates	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,79	0,79			
6	Inspección de grietas	<input checked="" type="circle"/>	<input type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,96		0,96		
7	Transporte hacia almacén de producto terminado	<input type="circle"/>	<input checked="" type="R"/>	<input type="D"/>	<input type="I"/>	<input type="V"/>	0,14		0,14		
Total		4	1	0	3	0	5,97	2,22	3,75		

Figura 67. Cursograma analítico actual de operaciones de la etapa de Inspección final

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la figura 67, se muestra que la etapa de inspección final tiene 7 actividades que duran 5,97 minutos, donde 3,75 minutos es tiempo que no genera valor.

La actividad número 3 de la etapa de inspección final corresponde a las mediciones de parches, en ella se mide la distancia del parche y la carcasa, Sin embargo como se mencionó en la descripción del proceso el operario mide y registra, pero no toma una decisión de dicha medición, ya que no poseen parámetros pre-establecidos.

En la tabla 33 se observa la distancia entre los parches de los neumáticos que fueron reencauchados durante enero a diciembre del 2017. Se tomó la muestra de las 110 devoluciones a causa de la inspección final (*Ver anexo 11*)

Tabla 33. Distancia en mm entre los parches

Distancia entre parches (mm)		
Distancia (mm)	Frecuencia	Porcentaje válido
5 mm	28	13,86 %
6 mm	22	10,89 %
7 mm	31	15,35 %
8 mm	15	7,43 %
9 mm	14	6,93 %
10 mm	35	17,33 %
11 mm	30	14,85 %
12 mm	27	13,37 %
Total	202	100 %

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Histograma de la distancia en milímetros de los parches en la Inspección Final

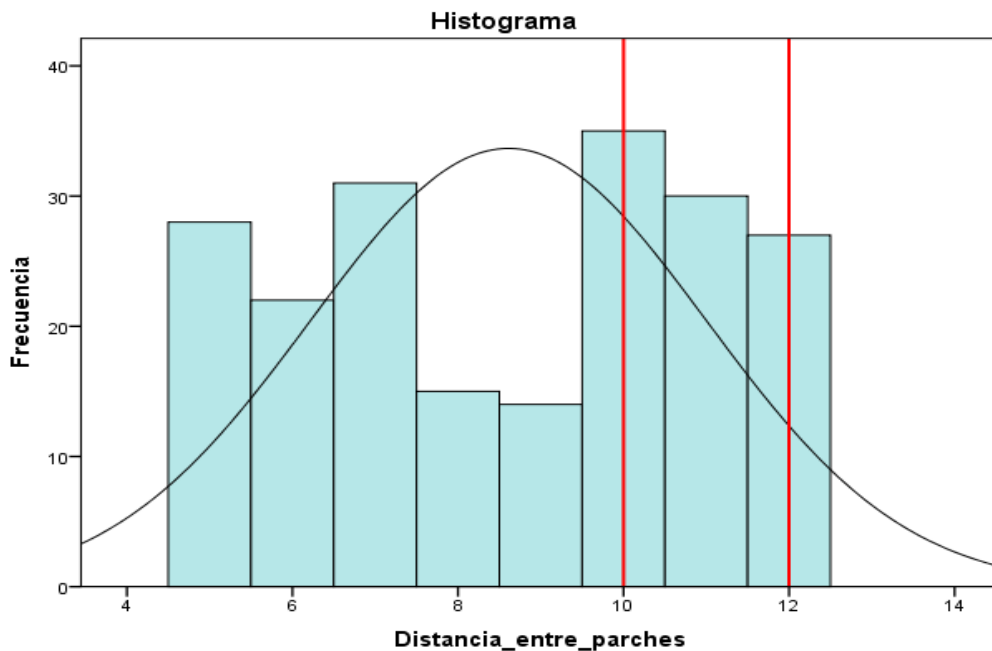


Figura 68. Histograma de la distancia entre parches de los renecauchos durante enero a diciembre 2017

En la figura 68, se muestra el histograma en el eje x se encuentra, los mm de distancia entre el parche y casco de los neumáticos renecauchados, mientras que en el eje y, se muestra la frecuencia. Se muestra también que la distribución del histograma es bimodal (presencia de dos modas) ya que se muestran dos picos que revelan dos tendencias diferentes.

Además, el histograma presenta mucha variabilidad, lo que significa que la dispersión de los datos es mayor y se aleja a las especificaciones establecidas. El proceso de inspección final no es satisfactorio, ya que tanto la orilla izquierda y derecha sobrepasan las especificaciones inferiores (EI=10) y superiores(ES=12) respectivamente.

Según la **Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)** solo se puede aceptar neumáticos que tengan hagan una medición de parches entre 10 y 12 mm (*Ver anexo 18*). En el periodo estudiado existieron 110 reencauches que no estuvieron dentro de tales especificaciones, tal y como se ve en el histograma.

Después de haber analizado las tareas de cada etapa del proceso de reencauche de neumáticos, se determinó que la operación que tiene más actividades que no agregan valor es la Inspección Inicial la cual tiene un tiempo improductivo de 9,11 min. Además la suma de actividades que no agregan valor (N.V.A) en todas las actividades del proceso es de **26,90 min.**

Además, se calculó el desperdicio de tiempo de cada etapa del proceso de reencauche, con la siguiente formula:

$$cdM = 1 + \frac{\sum \text{Tiempo de tareas VA} + \sum \text{Tiempo de tareas NVA}}{\sum \text{Tiempo de tareas que agregan valor}}$$

VA = Agregan valor
valor

NVA= No agregan
valor

Tabla 34. Resumen de la pérdida en el método en el proceso de reencauche

Etapas	Tiempo promedio (min)	Tiempo V.A (min)	Tiempo N.V.A (min)	Cdm	% cDM
Inspección Inicial	14,56	5,45	9,11	3,67	25,21 %
Raspado	11,85	9,62	2,13	2,22	18,73 %
Escareado	6,95	5,11	1,84	2,36	33,96 %
Cementado	6,91	4,82	2,09	2,43	35,17 %
Relleno	5,63	4,77	0,86	2,18	38,72 %
Corte de bandas	8,68	7,04	1,64	2,41	42,43 %
Embandado	22,38	20,66	1,71	2,08	9,29 %
Armado	6,09	4,63	1,46	2,32	38,10 %
Vulcanizado	20,13	19,61	0,52	2,03	10,08 %
Pintado	4,98	3,19	1,79	2,56	51,40 %
Inspección final	5,97	2,22	3,75	3,69	61,81 %
Total	114,13	84,12	26,90	27,95	33,17 %

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

La tabla 34, muestra un resumen de los tiempos promedio por etapa, además el tiempo que agrega valor y el que no agrega valor. La pérdida en el método por cada etapa (cDM) y el porcentaje de desperdicio de tiempo en el método asciende a 33,17 %.

3.1.8. Indicadores actuales de producción y productividad

Para la ejecución se analizó el proceso de reencauche para determinar los indicadores de producción y productividad.

3.1.8.1. Indicadores del proyecto

- A. Devoluciones:** La empresa ha tenido como promedio 54,20 % de devoluciones durante enero a diciembre del 2017, lo que representa que ese porcentaje entró a reproceso.

En la tabla 35, se muestra la cantidad de neumáticos reencauchados y los reencauches devueltos por cada mes, así como el porcentaje de devoluciones de cada mes el cual se halló dividiendo los reencauches entre las devoluciones por mes, obteniendo como promedio 54,20 % de devoluciones durante el periodo ya mencionado.

Tabla 35. Porcentaje de devoluciones de enero a diciembre 2017

Mes/año	Neumáticos reencauchados	Reencauches devueltos	Porcentaje de devoluciones
Enero – 2017	349	139	39,83 %
Febrero – 2017	296	167	56,42 %
Marzo– 2017	274	132	48,18 %
Abril – 2017	234	144	61,54 %
Mayo – 2017	269	162	60,22 %
Junio – 2017	273	136	49,82 %
Julio – 2017	280	138	49,29 %
Agosto – 2017	267	166	62,17 %
Septiembre – 2017	271	194	71,59 %
Octubre – 2017	311	212	68,17 %
Noviembre – 2017	314	150	47,77 %
Diciembre – 2017	353	152	43,06 %
Total	3 491	1 892	-
Promedio	290	158	54,20 %

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L. 2018

- o **Porcentaje de devoluciones** = 54,20 %

B. Pérdidas económicas por devoluciones: Las devoluciones se reprocesaron y dejaron un total de 184 999,76 soles en costos de reproceso, lo que se traduce en 39,03% de pérdidas económicas respecto a los ingresos mensuales de la empresa.

En la tabla 36, se muestran los ingresos desde enero a diciembre del 2017, se resalta que los neumáticos reencauchados incluyen las devoluciones (fueron reprocesadas), por ello los ingresos se hallaron solo con las unidades no devueltas. Se determinó multiplicando la producción real (unidades no devueltas) por el precio de venta promedio del servicio de reencauche (*Ver anexo 3*)

Tabla 36. Ingresos desde enero a diciembre del 2017 en RUEDAMAX E.I.R.L.

Mes/año	Reencauches totales	Producción real	P.V. promedio del servicio (S/)	Ingresos (S/)
Enero – 2017	488	349	156,78	54 716,22
Febrero – 2017	463	296	156,78	46 406,88
Marzo – 2017	406	274	156,78	42 957,72
Abril – 2017	378	234	156,78	36 686,52
Mayo – 2017	431	269	156,78	42 173,82
Junio – 2017	409	273	156,78	42 800,94
Julio – 2017	418	280	156,78	43 898,40
Agosto – 2017	433	267	156,78	41 860,26
Septiembre – 2017	465	271	156,78	42 487,38
Octubre – 2017	523	311	156,78	48 758,58
Noviembre – 2017	464	314	156,78	49 228,92
Diciembre – 2017	505	353	156,78	55 343,34
TOTAL	5 383	3 491		547 318,98

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la Tabla 37 se aprecian el total de pérdidas económicas por neumáticos devueltos, esta se halló mediante la multiplicación de la cantidad de reencauches devueltos y el costo de reproceso por unidad (*Ver tabla 44*), ascendiendo en total del periodo a 184 999,76 soles. Se aprecia también el porcentaje de pérdidas económicas el cual se halló dividiendo el total del costo de reproceso y el total de ingresos obteniendo 33,80% de pérdidas económicas.

Tabla 37. Pérdidas económicas por devoluciones durante enero a diciembre 2017

Mes/año	Neumáticos reencauchados	Reencauches devueltos	Costo total de reproceso (S/)
Enero – 2017	349	139	13 591,42
Febrero – 2017	296	167	16 329,26
Marzo– 2017	274	132	12 906,96
Abril – 2017	234	144	14 080,32
Mayo – 2017	269	162	15 840,36
Junio – 2017	273	136	13 298,08
Julio – 2017	280	138	13 493,64
Agosto – 2017	267	166	16 231,48
Septiembre – 2017	271	194	18 969,32
Octubre – 2017	311	212	20 729,36
Noviembre – 2017	314	150	14 667,00
Diciembre – 2017	353	152	14 862,56
Total	3 491	1 892	184 999,76
% pérdidas			33,80%

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

- o **Porcentaje de pérdidas económicas** = 33,80%

3.1.8.2. Indicadores de producción

A. Producción

Para calcular la producción se debe tener en cuenta que la empresa labora un turno al día, de 10 horas, y se trabaja 6 días a la semana. Siendo el tiempo base de 600 min por día.

$$\text{Tiempo Base} = \frac{1 \text{ turno}}{\text{día}} \times \frac{10 \text{ h}}{\text{turno}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}}$$

$$\text{Tiempo base} = 600 \text{ min/día}$$

En el proceso de producción intervienen 12 operarios, los cuales se distribuyen por etapas, 1 operario se encarga de la inspección inicial, uno de la inspección final, uno en el raspado, 3 en el área de escareado, uno en la etapa de cementado, uno en la etapa de relleno, un operario realiza el corte de bandas, uno el embandado, otro realiza tanto el armado y vulcanizado, mientras que del pintado también se encarga un operario.

o **Cálculo de la producción de reencauche de neumáticos**

En la Tabla 40 se muestra un resumen de los tiempos promedios del reencauche determinados anteriormente (Ver pág. 64 y anexo 6) se observa que el tiempo de la operación de Escareado es de 20,85 min por unidad, pero trabajan tres operarios en simultáneo, por lo que el tiempo se reduce a 6,95 min por unidad.

Tabla 38. Análisis de proceso de reencauche

Etapas	Tiempo promedio (min)	Operarios	Tiempo de ciclo (min)
1. Inspección Inicial	14,56	Op. 1	14,56
2. Raspado	11,85	Op. 2	11,85
3. Escareado	20,85	Op. 3, 4 y 5	6,95
4. Cementado	6,91	Op. 6	6,91
5. Relleno	5,63	Op. 7	5,63
6. Corte de bandas	8,68	Op. 8	8,68
7. Embandado	22,38	Op. 9	22,38
8. Armado	6,09	Op. 10	6,09
9. Vulcanizado	20,13	Op. 10	20,13
10. Pintado	4,98	Op. 11	4,98
11. Inspección final	5,97	Op. 12	5,97
TOTAL	128,03 min	12 operarios	114,13 min

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Para calcular la producción se divide el tiempo base de 600 *min/día* entre el tiempo de ciclo 22,38 *min/unidad*. Resultando 26 *unidades/día*.

$$\text{Producción de reencauche} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$$

$$\text{Producción de reencauche} = \frac{600 \text{ min/día}}{22,38 \text{ min/unid}}$$

$$\text{Producción de reencauche} = 26 \text{ reencauches/día}$$

Como se trabajan 6 días a la semana, la producción mensual se calcularía multiplicando por 26 días que se trabajarían al mes, por lo que la producción mensual resultaría 676 *unidades/mes*.

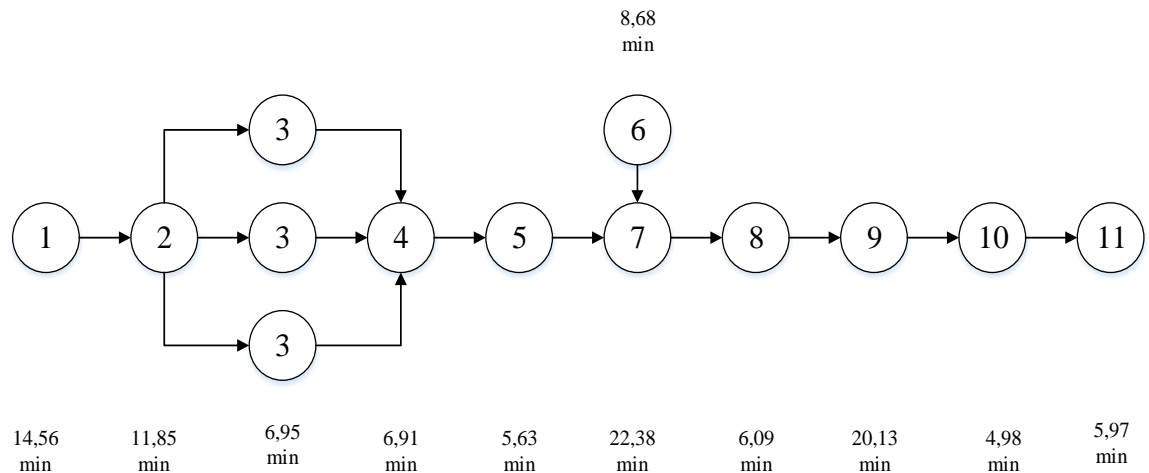
$$\text{Producción de reencauche} = 26 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

o **Producción de reencauche = 676 reencauches/mes**

La producción de reencauche de neumáticos en la empresa es de 676 reencauches al mes, es decir se realizan 26 reencauches al día.

3.1.8.3. Indicadores de tiempo

A. Cuello de botella



- o **Cuello de botella** = 22,38 min/op * día

La etapa que más demora (cuello de botella) en el proceso de reencauche es la etapa de embandado con 22,38 minutos por cada operario en un día laboral.

B. Tiempo de ciclo

- o **Tiempo de ciclo** = 114,13 min / reencauche

El tiempo que demora en producir un reencauche sin tomar en cuenta suplementos, demoras, fatigas es de 114,13 minutos.

C. Desperdicio de tiempo

- o **Desperdicio de tiempo** = 9,09 %

El desperdicio de tiempo en el método de trabajo es de 9,09 % en todo el proceso de reencauche de neumáticos (Ver tabla 34)

3.1.8.4. Indicadores de productividad

A. Productividad de mano de obra

Para calcular la productividad de mano de obra, se divide la producción diaria de cada producto entre 12 operarios que trabajan en la planta.

$$\text{Productividad M.O} = \frac{26 \text{ Reencauches}}{12 \text{ operarios}} = 2,17 \frac{\text{reencauches}}{\text{operario} * \text{día}}$$

La productividad de mano de obra resultó 2,17 reencauche/operario*día, quiere decir que cada operario realiza 2,17 reencauches de neumáticos al día

B. Productividad económica

Para calcular la productividad económica de materia de prima y mano de obra, se divide la producción entre el costo unitario total.

En la tabla 39 se muestra el costo de mano obra por unidad. Se observa que son 12 operarios en el proceso y el sueldo mensual de los operarios es de 950 soles. El costo por hora se calculó dividiendo el sueldo de operarios entre las 10 horas al día por 6 días a la semana por 4 semanas al mes, obteniendo 3,96 soles por hora.

El reencauche por hora se calculó dividiendo la producción 676 unidades (Ver pág. 100) entre 10 horas al día por 6 días a la semana por 4 semanas al mes, obteniendo 2,82 reencauche por hora. El costo de mano de obra por unidad se calculó dividiendo 2,82 reencauche por hora y 3,96 soles/hora obteniendo 1,40 soles/operario calculándolo para los 12 operarios de la planta, el costo de mano de obra asciende a 16,80 soles/unidad.

Tabla 39. Costo de Mano de obra

Actividad del proceso	Operarios	Sueldo de M.O (S/)	Costo por hora (S/)	Reencauche por hora(S/)	Costo M.O por unidad (S/)
Inspección inicial	1				1,40
Raspado	1				1,40
Escareado	3				4,20
Cementado	1				1,40
Relleno	1				1,40
Cortado de bandas	1	950	3,96	2,82	1,40
Embandado	1				1,40
Armado	1				1,40
Vulcanizado					
Pintado	1				1,40
Inspección final	1				1,40
TOTAL (Por unidad)	12	-	-	-	16,80

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

○ **Costo de materia prima**

El costo de materia prima se calculó mediante el promedio en Kg de todos los tipos de bandas de rodamiento que la empresa maneja (MZY, M188, MDR, MTK, M29, MZZ, MLA, MHR), el cual es de 5,35 kg (*Ver tabla 8*) multiplicado por 11,46 soles o 3,64 dólares en promedio que cuesta el Kg de banda de rodamiento (*Ver anexo 2*), se obtuvo 61,31 soles/ materia prima.

Tabla 40. Costo de materia prima

Actividad del proceso	Costo por Kg de banda(S/)	Kg de banda usado en reencauche	Costo de materia prima por unidad (S/)
Corte de bandas	11,46	5,35	61,31

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

○ **Costo de materiales e insumos**

Para los insumos del escareado (parches) en promedio cuesta 2,50 soles/ parche, por cada neumático se realizan 4 parches en promedio lo que obtendría un costo de 10 soles/escareado.

Para los insumos del cementado (cemento) en promedio cuesta \$9,00 (29,28 soles/balde) y cada balde puede utilizarse para 5 neumáticos, por ello se obtendría un costo de 5,86 soles/ cementado.

Para los insumos del relleno (extrucción) en promedio cuesta 0,60 soles/Kg, y el promedio de banda de rodamiento es de 10,40 kg, multiplicándolos se obtendría 6,28 soles/ relleno.

Para los insumos del cortado de bandas y embandado, se utiliza la goma cojín el cual cuesta 1,19 soles/ Kg, debido a que en promedio se utiliza 2,50 Kg de cojín / reencauche, se obtendría 2,98 soles/unid.

Para los insumos del pintado (pintura) 7,69 soles/balde, por cada balde de pintura se pueden pintar 2 neumáticos, por ende se obtendría 3,85 soles/pintado.

Todos los costos de los insumos son obtenidos del principal proveedor de la empresa que es, INVERSIONES BANDA EXTREM S.A.C. (*Ver anexo 2*)

En la tabla 41 se observa que el costo de materiales e insumos asciende a 48,97 soles/unid.

Tabla 41. Costos de materiales

Materiales	Etapas	Operadores	Costo parcial	Costo total
Parches	Escareado	3	10,00	30,00
Cemento	Cementado	1	5,86	5,86
Goma extruída	Relleno	1	6,28	6,28
Cojín laminado	Embandado	1	2,98	2,98
Pintura para caucho	Pintado	1	3,85	3,85
Total				48,97

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 42, se muestra el costo de producción unitario en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L, equivalente a un reencauche de neumático el cual es 127,08.

Tabla 42. Costo de producción por unidad

Recursos	Costo por unidad (S/)
Materiales	48,97
Materia Prima	61,31
Mano de obra	16,80
PRODUCCIÓN (Total)	127,08

$$Productividad\ económica = \frac{26\ reencauches}{127,08\ S/ * Unid} = 0,20 \frac{Reencauches}{S/}$$

La productividad económica resultó 0,20 reencauche/ S/, quiere decir que por cada reencauche hecho se tiene un costo de producción de 0,20 soles al día.

3.1.8.5. Indicadores de Capacidad

A. Capacidad de diseño

La capacidad de diseño es la máxima capacidad teórica que puede alcanzar en un periodo bajo condiciones ideales, por ende la capacidad es determinada por las máquinas, además se debe tener en cuenta que se trabajan, 10 horas y 6 días a la semana durante las 52 semanas del año.

La empresa cuenta con una autoclave industrial, perteneciente a la etapa de Vulcanizado, esta tiene capacidad para 10 neumáticos, en condiciones ideales se utiliza 3 veces al día la máquina, por ende la capacidad diseñada es de 30 reencauches al día.

$$C. \textit{Diseñada} = 10 \textit{ neumáticos} \times 1 \textit{ máquina} \times 3 \textit{ veces} = 30 \frac{\textit{reencauches}}{\textit{día}}$$

Para determinar la capacidad diseñada mensual, se multiplicó la capacidad diseñada diaria por los 26 días que se trabajan al mes, obteniendo 780 reencauches/mes.

$$\textit{Capacidad Diseñada} = 30 \frac{\textit{reencauches}}{\textit{día}} \times \frac{26 \textit{ días}}{\textit{mes}} = 780 \frac{\textit{reencauches}}{\textit{mes}}$$

La capacidad diseñada resultó 780 reencauches/mes, es decir, la máxima capacidad teórica de reencauche que se puede producir en condiciones ideales es de 780 reencauches al mes.

B. Capacidad real

La capacidad real de la planta es la cantidad de producto terminado que la empresa logra en la actualidad.

La capacidad real se halló desde el periodo estudiado, enero a diciembre del 2017 y fue de 5 383, teniendo como promedio 448 reencauches.

Tabla 43. Cantidad de reencauches reales

Mes	Producción real	Reprocesos (Devoluciones)	Reencauches totales
Enero – 2017	349	139	488
Febrero – 2017	296	167	463
Marzo– 2017	274	132	406
Abril – 2017	234	144	378
Mayo – 2017	269	162	431
Junio – 2017	273	136	409
Julio – 2017	280	138	418
Agosto – 2017	267	166	433
Septiembre – 2017	271	194	465
Octubre – 2017	311	212	523
Noviembre – 2017	314	150	464
Diciembre – 2017	353	152	505
Total	3 491	1 892	5 383
Promedio	290	157	448

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

$$\textit{Capacidad Real} = 448 \frac{\textit{reencauches}}{\textit{mes}}$$

La capacidad real resultó 448 reencauches al mes, esto quiere decir que la empresa en el periodo de enero a diciembre del 2017 produjo realmente 448 reencauches al mes en promedio.

C. Utilización

La utilización es el cociente entre la capacidad real y la capacidad diseñada, representando la capacidad que se utiliza de la planta.

$$\text{Utilización} = \frac{448 \text{ reencauches/mes}}{780 \text{ reencauches/mes}} = 57,44\%$$

La utilización nos dio 57,44%, esto quiere decir que respecto a la capacidad diseñada que tiene la empresa y la producción real, esta ha utilizado solo 57,44% del 100% que es el teórico.

D. Capacidad efectiva

Es la capacidad que se ha producido en condiciones reales, teniendo en cuenta paros en las máquinas y demoras. En la planta, se realizan tres sesiones de mantenimiento preventivo al mes, constando cada uno de cuatro horas.

- **Tiempo de ciclo** = 260 horas – (4 horas/semana) x (3 sesiones de mantenimiento) = 248 horas (14 880 min/mes)

Para el cálculo de esta se divide, el nuevo tiempo de ciclo restado las horas de mantenimiento preventivo al mes, entre el cuello de botella, obteniendo 670 reencauches/mes.

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{14\,880 \text{ Min/mes}}{22,90 \text{ min/unid}} = 649 \text{ reencauches/mes}$$

La capacidad efectiva resultó 649 reencauches al mes, esto quiere decir la empresa produce al mes 649 reencauches en condiciones reales, teniendo en cuenta los paros, mantenimientos y demoras.

3.1.8.6. Indicadores de Eficiencia

A. Eficiencia económica (Productividad Total)

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{Producción} * \text{Precio de venta}}{\text{Recursos (M.O + Mat + M.P + Electricidad + Gas)}}$$

INGRESOS

- Según nuestro indicador actual de producción es de 676 unidades/mes, multiplicado por el precio de venta 156,78 tenemos como ingresos: **105 983,28** soles/mes.

EGRESOS

- El costo unitario de mano de obra en todo el proceso es de 16,80 soles/unidad (Ver tabla 42) multiplicado por la producción mensual que es 676 unidades/mes obtenemos **11 356,80** soles/mes.

- El costo unitario de materia prima en todo el proceso es de 61,31 soles/unidad (Ver tabla 40) multiplicado por la producción mensual que es 676 unidades/mes obtenemos **41 445,56** soles/mes.
- El costo unitario de materiales en todo el proceso es de 48,97 soles/unidad (Ver tabla 41) multiplicado por la producción mensual que es 676 unidades/mes obtenemos **33 103,72** soles/mes.
- La autoclave industrial que se utiliza en la etapa de vulcanizado utiliza gas, la cual tiene un costo promedio de **1 177,11** soles/mes (Ver anexo 5)
- En el área de producción la empresa gasta en energía un costo promedio de **4 113,80** soles/mes. (Ver anexo 4)
- La empresa tiene actualmente un 54,20 % de devoluciones respecto a la producción y esto genera costos de reproceso que por unidad es 97,78 soles/unidad tal y como es muestra en la siguiente tabla. Se multiplico el porcentaje de devoluciones (54,20 %) por la producción 676 unidades/mes y por el costo de reproceso 97,78 soles/unidad obteniendo **35 825,81** soles/mes.

Tabla 44. Costo de reproceso por unidad

Actividad del proceso	Costo de M.P (S/)	Costo de materiales	Costo por actividad (S/)
Escareado		10,00	10,00
Cementado		5,86	5,86
Relleno		6,28	6,28
Cortado de bandas	61,31	2,98	64,29
Embandado		6,28	6,28
Armado		7,50	7,50
Vulcanizado			
Pintado		3,85	3,85
TOTAL (Por unidad)		47,7	97,78

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

La eficiencia económica se halló dividiendo los ingresos y los egresos (costos de materia prima, mano de obra, materiales, energía, gas y reproceso).

$$E.E = \frac{105\,983,28 \text{ soles/mes}}{(11\,356,80 + 41\,445,56 + 33\,103,72 + 1\,177,11 + 4\,113,80 + 35\,825,81) \text{ Soles/mes}}$$

$$E.E = \frac{105\,983,28 \text{ soles/mes}}{(127\,022,80) \text{ Soles/mes}}$$

$$\text{Eficiencia económica} = \mathbf{0,83}$$

La eficiencia económica hallada nos dio 0,83 soles. Esto quiere decir que por cada sol que la empresa invierte esta pierde 0,17 soles.

B. Eficiencia de la línea de producción

La línea de producción cuenta con 11 estaciones de trabajo, los cuales están conformados por 12 operarios y presentando un tiempo de ciclo de 22,89 minutos.

Para realizar el cálculo de la eficiencia de línea se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{100 \times (T. \text{flujo})}{N^{\circ} \text{operaciones} \times T. \text{ciclo}}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{100 \times (114,13)}{11 \times 22,38}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 46,36 \%$$

Se puede observar que la línea de producción de reencauche de neumáticos cuenta con 46,36 % de aprovechamiento, por ende se concluye que la línea de producción no es óptima.

C. Cálculo de Coeficiente de desequilibrio:

Para realizar el cálculo de coeficiente de desequilibrio se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$CD = \frac{100 \times ((N^{\circ} \text{operaciones} \times t. \text{ciclo}) - (t. \text{flujo}))}{N^{\circ} \text{operaciones} \times t. \text{ciclo}}$$

$$CD = \frac{100 \times ((11 \times 22,38) - (114,13))}{11 \times 22,38}$$

$$CD = 53,64 \%$$

El coeficiente de desequilibrio de la línea de producción de reencauche es de 53,64 %, es decir el tiempo medio de inactividad supera el 50% y se complementa con la eficiencia de la línea, por lo que se concluye que la eficiencia de la línea de producción no es óptima.

3.1.8.7. Resumen de indicadores actuales

Tabla 45. Tabla resumen de indicadores actuales de RUEDAMAX E.I.R.L

Indicador	Cantidad
Indicadores del proyecto	
Porcentaje de devoluciones	54,20 %
Porcentaje de pérdidas económicas	33,80 %
Indicadores del producción	
Producción	26 reencauches/día
Indicadores de tiempo	
Cuello de botella	22,38 min / op x día
Tiempo de ciclo	114,13 min/ reencauche
Desperdicio de tiempo en método	33,17 %.
Indicadores del productividad	
Productividad de mano de obra	2,17 reencauche/ op x día
Productividad económica	0,20 reencauche / S/
Indicadores de capacidad	
Capacidad de diseño	780 reencauches/ mes
Capacidad real	448 reencauches / mes
Capacidad efectiva	649 reencauches / mes
Utilización	57,44 %
Indicadores de eficiencia	
Eficiencia económica	S/ 0,83
Eficiencia de la línea de producción	46,36 %
Coefficiente de desequilibrio	53,64 %

Fuente: RUEDAMAX 2018

3.1.9. Análisis de la información

Actualmente, la empresa enfrenta a un gran problema, el cual son las devoluciones de neumáticos reencauchados, se refleja que de enero a diciembre del 2017 hubo 1 892 devoluciones con un 54,20 % respecto a la producción mensual. La empresa posee una política, esta consiste en que si los neumáticos presentan defectos o fallas dentro de las 2 semanas de garantía, la empresa se ve en la obligación de reprocesar el producto más no realizar un reembolso de dinero. Las devoluciones durante el plazo de la garantía son consideradas errores de producción, pasando ese límite ya no es responsabilidad de la empresa. Todas estas devoluciones han sido porque se desprendió la nueva banda de rodamiento de la carcasa, lo afectan a la empresa económicamente. Sin embargo, el tiempo que no genera valor (desperdicio de tiempo) deja pérdidas, tal y como se muestra a continuación.

3.1.10. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

Para analizar de forma detallada los problemas, se empleó la metodología 5W para tener una idea más clara de las etapas que causan las devoluciones de producto defectuoso la cual se determinó mediante una inspección visual. En ella conoceremos qué problema hay, por qué ocurre, quién lo realiza, dónde ocurre, cuándo ocurre y cómo lo hace, tal y como se muestran de las tablas 46 a la 52.

Tabla 46. Análisis actual de etapa de inspección inicial

5W + H	Etapa de Inspección Inicial
¿What? Qué es lo que está sucediendo realmente	Mala inspección inicial ya que no hay implementación de parámetros para controlar mediciones, además hay un mal método de trabajo (no hay señalización de heridas ni conteo de estas). No hay parámetros para (Desgaste de neumático, número de picaduras, cantidad de reencauches, antigüedad de los neumáticos, etc.)
¿When? Momento en el que sucede el problema	Se observó durante el segundo semestre del 2017 y primer semestre del 2018
¿Where? Dónde observo el problema	Se observó en la estación de inspección inicial
¿Who? El problema está relacionado con habilidades de las personas o no	El problema está relacionado al operador de esta etapa, el cual tiene 28 años e ingreso en enero del 2017
¿Which? Cuál es la tendencia que tiene el problema	Tiene tendencia a seguir a que la banda nueva de rodamiento se desprenda y el reencauche se devuelva
¿How? Cómo podría solucionarlo	Implementando procedimientos de trabajo o cumplimiento de alguna norma para los parámetros

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 47. Análisis actual de etapa de raspado

5W + H	Etapa de Raspado
<p>¿What? Qué es lo que está sucediendo realmente</p>	<p>No existe un parámetro de presión al momento de inflar el neumático, se infla por inercia y se comprueba empíricamente (palpando la dureza) para corroborar el inflado. Esto genera un raspado ineficiente.</p> <p>No hay identificación ni conteo de heridas y daños.</p>
<p>¿When? Momento en el que sucede el problema</p>	<p>Se observó durante el segundo semestre del 2017 y primer semestre del 2018</p>
<p>¿Where? Dónde observo el problema</p>	<p>Se observó en la estación de raspado</p>
<p>¿Who? El problema está relacionado con habilidades de las personas o no</p>	<p>El problema está relacionado al operador de esta etapa, el cual tiene 47 años e ingreso en el 2011.</p>
<p>¿Which? Cuál es la tendencia que tiene el problema</p>	<p>Tiene tendencia a que la banda nueva de rodamiento se desprenda y el reencauche se devuelva.</p>
<p>¿How? Cómo podría solucionarlo</p>	<p>Implementando procedimientos de trabajo o cumplimiento de alguna norma para los parámetros. Estandarizando la etapa</p>

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 48. Análisis actual de etapa de Escareado

5W + H	Etapa de Escareado
¿What? Qué es lo que está sucediendo realmente	No existen parámetros para (cantidad de parches colocados, cantidad de reparaciones). Además, los parches colocados quedan con aire atrapado. Hay heridas que no se reparan por falta de señalización previa.
¿When? Momento en el que sucede el problema	Se observó durante el segundo semestre del 2017 y primer semestre del 2018
¿Where? Dónde observo el problema	Se observó en la estación de Escareado El problema está relacionado a los operadores de esta etapa, los cuales tienen 19, 33 y 45 años e ingresaron en 2017, 2016 y 2009, respectivamente.
¿Who? El problema está relacionado con habilidades de las personas o no	Las heridas no reparadas y parches con aire hacen que haya un mal vulcanizado y el proceso de reencauche no funcione y provoque una devolución.
¿Which? Cuál es la tendencia que tiene el problema	Implementando procedimientos de trabajo o cumplimiento de alguna norma para los parámetros. Estandarizando la etapa
¿How? Cómo podría solucionarlo	

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 49. Análisis actual de etapa de Cementado

5W + H	Etapa de Cementado
¿What? Qué es lo que está sucediendo realmente	Mal método de trabajo, ya que al cementar el neumático, el cemento no llega a expandirse en su totalidad por toda la superficie, porque hace un movimiento vertical ineficiente.
¿When? Momento en el que sucede el problema	Se observó durante el segundo semestre del 2017 y primer semestre del 2018
¿Where? Dónde observo el problema	Se observó en la estación de Cementado
¿Who? El problema está relacionado con habilidades de las personas o no	El problema está relacionado al operador de esta etapa, el cual tiene 25 años e ingreso en el 2014 Tiene tendencia a que el operador siga realizando un mal método de trabajo (inadecuado movimiento) y que el cemento no fije bien en el neumático y provoque una devolución.
¿Which? Cuál es la tendencia que tiene el problema	Implementando procedimientos de trabajo e implementando nuevo método de trabajo respecto a una norma.
¿How? Cómo podría solucionarlo	

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 50. Análisis actual de etapa de Relleno

5W + H	Etapa de Relleno
<p>¿What? Qué es lo que está sucediendo realmente</p>	Malos cubrimientos de daños y heridas. Se observó que no rellenan (cubrir) bien las heridas y daños (imperfecciones, agujeros), que se originaron en etapas previas.
<p>¿When? Momento en el que sucede el problema</p>	Se observó durante el segundo semestre del 2017 y primer semestre del 2018
<p>¿Where? Dónde observo el problema</p>	Se observó en la estación de Relleno
<p>¿Who? El problema está relacionado con habilidades de las personas o no</p>	El problema está relacionado al operador de esta etapa, el cual tiene 25 años e ingreso en el 2014
<p>¿Which? Cuál es la tendencia que tiene el problema</p>	Tiene tendencia a que el operador siga realizando un mal método de trabajo (que siga dejando heridas y daños sin cubrir).
<p>¿How? Cómo podría solucionarlo</p>	Implementando procedimientos de trabajo e implementando nuevo método de trabajo respecto a una norma. Supervisión de etapa

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 51. Análisis actual de etapa de Corte de bandas

5W + H	Etapa de Cortado de bandas
<p>¿What? Qué es lo que está sucediendo realmente</p>	No hay verificación de la banda de rodamiento, ya que si es antigua (debe recementarse). La herramienta con la cual se corta la banda es ineficiente ya que no deja un cuerpo liso y dificulta el empalme.
<p>¿When? Momento en el que sucede el problema</p>	Se observó durante el segundo semestre del 2017 y primer semestre del 2018
<p>¿Where? Dónde observo el problema</p>	Se observó en la estación de Cortado de bandas
<p>¿Who? El problema está relacionado con habilidades de las personas o no</p>	El problema está relacionado al operador de esta etapa, el cual tiene 31 años e ingreso en el 2017
<p>¿Which? Cuál es la tendencia que tiene el problema</p>	La tendencia es que se sigan realizando cortes ineficientes, ya que solo se cuenta con ese equipo. Reemplazar el equipo por otro más eficiente, para que la nueva banda adhiera de manera correcta y no haya devoluciones.
<p>¿How? Cómo podría solucionarlo</p>	

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 52. Análisis actual de etapa de Inspección final

5W + H	Etapa de Inspección final
<p>¿What? Qué es lo que está sucediendo realmente</p>	No registran las mediciones que realizan y no tienen parámetros sobre esas mediciones.
<p>¿When? Momento en el que sucede el problema</p>	Se observó durante el segundo semestre del 2017 y primer semestre del 2018
<p>¿Where? Dónde observo el problema</p>	Se observó en la estación de Inspección final
<p>¿Who? El problema está relacionado con habilidades de las personas o no</p>	El problema está relacionado al operador de esta etapa, el cual tiene 26 años e ingreso en el 2015
<p>¿Which? Cuál es la tendencia que tiene el problema</p>	La tendencia es que se sigan trabajando de forma empírica, sin respetar parámetros
<p>¿How? Cómo podría solucionarlo</p>	Implementación y/o aplicación de una norma técnica

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Todas las devoluciones que se generan son porque hay un desprendimiento de la nueva banda de rodadura puesta en el reencauche, dentro del tiempo de garantía, lo que significa que ha habido un mal método de trabajo durante el proceso, tal y como se muestra en la figura 69



Figura 69. Razón de las devoluciones

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 53. Causas de las devoluciones de enero a diciembre del 2017 en RUEDAMAX E.I.R.L

Posibles causas	Frecuencia
Inspección inicial fuera de los límites	202
Inspección final fuera de los límites	110
Ineficiente etapa de raspado	327
Exceso de colocación de parches	135
Daños y heridas sin reparar	319
Aire atrapado en los parches	157
Ineficiente etapa de cementado	97
Mal corte de las bandas de rodamiento	257
Mal cubrimiento de daños y heridas	288
Total	1 892

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 53 se aprecian las causas de las devoluciones generadas durante enero a diciembre del 2017 (*Ver anexo 11*), la cual fue 1 892 reencauches, en ella se muestra cada causa con su frecuencia, el porcentaje respecto al total y la etapa a la que pertenece. El porcentaje de cada una de las causas se determinó dividiendo la frecuencia de la causa entre la cantidad total de devoluciones en el periodo ya mencionado.

En la figura 70, se muestra el porcentaje de las devoluciones durante el año 2017. Los daños y heridas sin reparar representan el 16,86% de las devoluciones correspondiente a la etapa de escareado, con 15,22 % de devoluciones se debe a un mal cubrimiento de daños y heridas perteneciente a la etapa de relleno, seguido por la ineficiente etapa de cementado (ocasionado por un mal movimiento) con 10,68 % de las devoluciones. No obstante, con 5,81% de las devoluciones representa a la inspección inicial fuera de los límites, ocasionada por la falta de parámetros.

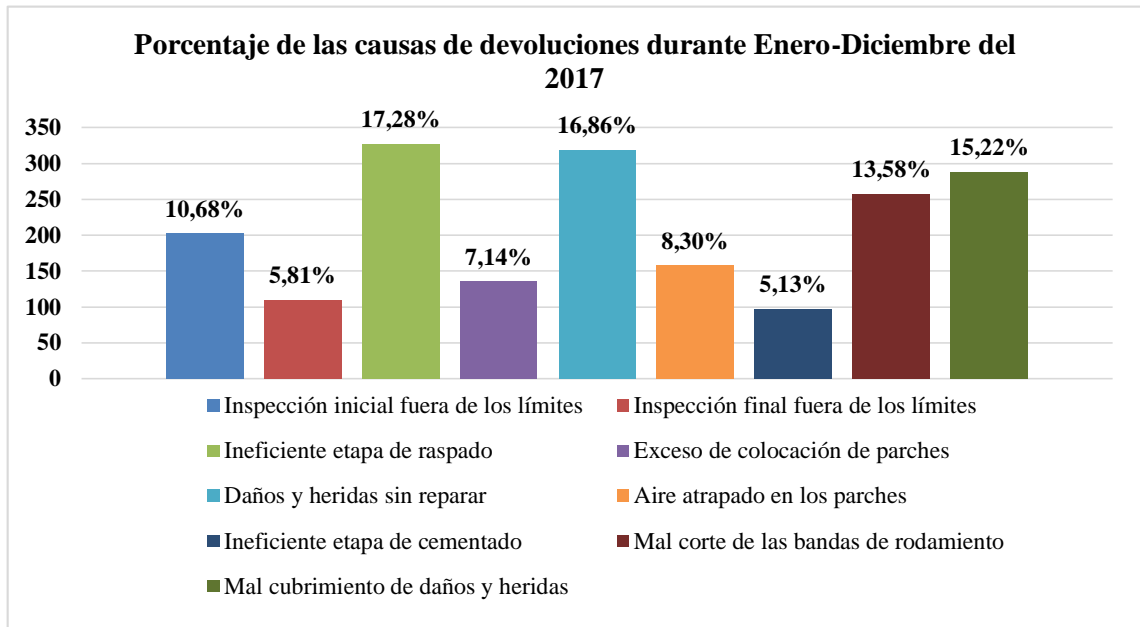


Figura 70. Porcentaje de las causas de las devoluciones durante Enero - Diciembre del 2017

En la figura 71, se muestra el diagrama Ishikawa de las pérdidas económicas por devoluciones el cual contiene las causas de estas, además estas pérdidas se hallaron dividiendo las pérdidas económicas por devoluciones analizadas en el proceso que son 184 999,76 soles (*Ver tabla 37*) entre los ingresos, lo que nos dio un total de 33,80 %

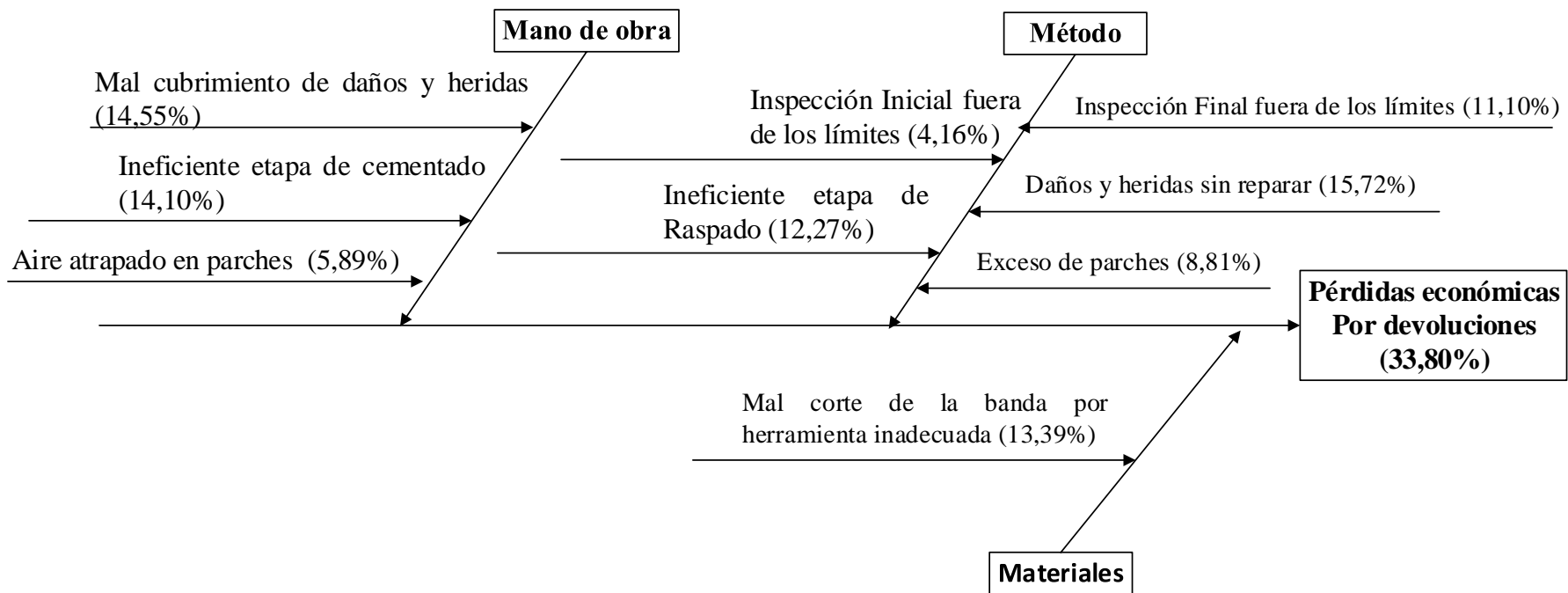


Figura 71. Diagrama Ishikawa de las causas de las pérdidas económicas por devoluciones

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 54, se muestra un resumen del diagnóstico realizado previamente, en él se muestran el problema, sus causas, las metodologías y herramientas a utilizar, los logros y los indicadores a mejorar con la propuesta.

Tabla 54. Síntesis del diagnóstico

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO						
¿Cuáles son las mejoras a implementar en el proceso de reencauche de neumáticos para reducir las pérdidas económicas por devoluciones en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L.?						
ÁREA	PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGÍAS	TÉCNICAS / HERRAMIENTAS	LOGROS	INDICADORES
Producción	Pérdidas económicas por las devoluciones de los neumáticos reencauchados	Aire atrapado en parches	Estandarización	Procedimiento de trabajo en base al cumplimiento de requisitos de NTE 2582.	Reducción de pérdidas económicas por devoluciones.	$Eficiencia Económica = \frac{Ingresos}{Egresos}$ Ef. económica > 1
		Exceso de colocación de parches				
		Mal cubrimiento de daños y heridas				
		Daños y heridas sin reparar				
		Etapas del proceso sin parámetros establecidos	Lean Manufacturing	Balance de Líneas	Reducción de coeficiente de	$\% Devoluciones = \frac{Reencauches - devoluciones}{Reencauches}$
		Desequilibrio de línea de producción				
		Mal corte de banda por herramienta inadecuada				
		Movimiento deficiente de operador al cementar	Gestión Del Personal	Capacitación	Dismución de desperdicio de tiempo	$Desperdicio de T = \frac{Tiempo V.A + Tiempo N.V.A}{Tiempo V.A}$
		Tiempos inexactos de producción	Ingeniería De Métodos	Tiempo estándar	Manejo de tiempo real de producción	$Tiempo Estándar = \frac{Tiempo normal}{1 - factor suplemento}$
				Estudio del trabajo	Aumentar producción	$\Delta Producción = \frac{Producción 2 - Producción 1}{Producción 1}$

3.1.10.1. Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción.

Tabla 55. Identificación de causas y propuestas de solución al problema

PROBLEMA	ETAPA	CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIÓN
Pérdidas económicas por devoluciones	Inspección Inicial	Inspección inicial fuera de los límites: antigüedad de neumáticos, reencaches previos, desgaste y picaduras. (Ver pág. 72 a 79 y anexo 11)	Cumplimiento de parámetros de la norma técnica: requisitos del reencauche (NTE 2582).
	Raspado	Raspado ineficiente (Ver pág. 80 – 81 y anexo 11)	Señalización y conteo de heridas y daños. Cumplimiento de parámetros de la norma técnica: requisitos del reencauche (NTE 2582).
		Daños y heridas sin reparar (Ver pág. 82-83 y anexo 11)	Señalización de heridas y daños.
	Escareado	Aire atrapado en los parches (Ver pág. 82-83 y anexo 11)	Propuesta de herramienta para combatir aire atrapa en parches según la norma técnica: requisitos del reencauche (NTE 2582).
		Exceso de colocación de parches (Ver pág. 82-83 y anexo 11)	Cumplimiento de parámetros de la norma técnica: requisitos del reencauche (NTE 2582).
	Cementado	Ineficiente etapa de cementado por movimiento deficiente del operario (Ver pág. 84-85 y anexo 11)	Cumplimiento de movimiento en etapa de cementado según la norma técnica: requisitos del reencauche (NTE 2582).
	Relleno	Malos cubrimientos de heridas y daños. (Ver pág. 86-87 y anexo 11)	Nuevo método de trabajo. Procedimiento de trabajo
	Corte de Bandas	Mal corte de la banda por herramienta inadecuada. (Ver pág. 88-89 y anexo 11)	Sustitución de herramienta: Proponer una cortadora de bandas
	Inspección Final	Inspección final fuera de los límites. (Ver pág. 94-95 y anexo 11)	Cumplimiento de parámetros de la norma técnica: requisitos del reencauche (NTE 2582).

3.2. DETERMINACIÓN DE MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE MEJORA

Para determinar la prioridad de las propuestas de mejora, se empleará la matriz de priorización, la cual nos dará la prioridad de cada propuesta, según los factores que se adecuan a la realidad de la empresa.

Los factores de calificación a considerar para el desarrollo de este objetivo son los siguientes:

- Materia prima
- Mano de obra
- Devoluciones del producto
- Desperdicio de tiempo
- Desperdicio de materiales
- Actividades innecesarias
- Tiempo estándar

Con estos parámetros seleccionados, lo que se hará es obtener una calificación ponderada por cada uno, utilizando la matriz de enfrentamiento.

Luego de haber obtenido la calificación ponderada, se establecerá una escala de valores para relacionar las propuestas de soluciones con los factores seleccionados previamente.

En la tabla 56 se muestra la escala de calificación la cual está dada por: excelente, muy bueno, regular y deficiente, cuyos valores se muestran a continuación:

Tabla 56. Escala de calificación

Asignación de la calificación	
Valoración	Escala
Excelente	10
Muy Bueno	8
Bueno	6
Regular	4
Deficiente	2

Tabla 57. Matriz de enfrentamiento

FACTOR	Materia Prima	Mano de Obra	Devoluciones del producto	Desperdicio de tiempo	Desperdicio de materiales	Actividades innecesarias	Falta de suplementos	Conteo	Porcentaje
Materia Prima		1	1	0	1	0	0	3	13,04%
Mano de Obra	1		1	1	1	1	1	6	26,09%
Devoluciones del producto	1	1		0	0	1	1	4	17,39%
Desperdicio de tiempo	0	1	0		0	1	0	2	8,70%
Desperdicio de materiales	1	1	0	0		1	0	3	13,04%
Actividades innecesarias	0	1	1	1	0		0	3	13,04%
Falta de suplementos	0	1	1	0	0	0		2	8,70%
								TOTAL	
								23	100%

En la tabla 57 se aprecia que la calificación más alta según el análisis le corresponde a mano de obra con 26,09%, seguido por devoluciones del producto 17,90%, seguidas por un empate entre materia prima, desperdicio de materiales y actividades innecesarias con 13,04%, mientras que el desperdicio de tiempo y los métodos de control e inspección se ubicaron últimos con 8,70%. Los porcentajes se hallaron dividiendo el total del conteo por cada factor entre la sumatoria del conteo de todos los factores.

Posteriormente en la tabla 58, se colocó la escala de valores de la tabla 57, según corresponda, es decir según la importancia que tenga cada propuesta con los factores seleccionados. Cada propuesta se relacionó con los factores y se le colocó una puntuación (*según la tabla 56*) y finalmente se hizo una sumatoria total de manera vertical por cada propuesta.

Mientras que en la tabla 59, se multiplicó la ponderación dada por cada factor y la calificación obtenida (*de la tabla 58*) para todas las propuestas. Luego, se procedió a sumar de manera vertical y se obtuvo una puntuación para cada propuesta. El porcentaje de prioridad de cada propuesta se halló dividiendo la sumatoria entre el total de todas las propuestas

Tabla 58. Calificación obtenida en base al ranking de asignación

FACTOR	Ponderación	Estudio de métodos de trabajo	Balace de líneas	5s	Estandarizar	Seis sigma	Redistribución	Capacitar	Tiempo estándar
Materia Prima	13,04%	2	0	2	2	0	2	0	0
Mano de Obra	26,09%	10	6	2	4	2	4	8	8
Devoluciones del producto	17,39%	10	4	2	6	10	2	8	8
Desperdicio de tiempo	8,70%	10	10	4	6	2	10	8	6
Desperdicio de materiales	13,04%	8	4	4	8	2	4	0	2
Actividades innecesarias	13,04%	10	10	8	6	2	8	8	6
Falta de suplementos	8,70%	4	6	0	10	0	2	0	0
TOTAL		54	54	40	22	42	18	32	32

Tabla 59. Resultado de la priorización de metodologías de mejora

FACTOR	Ponderación	Estudio de métodos de trabajo	Balace de líneas	5s	Estandarizar	Seis sigma	Redistribución	Capacitar	Tiempo estándar
Materia Prima	13,04%	0,26	0,00	0,26	0,26	0,00	0,26	0,00	0,00
Mano de Obra	26,09%	2,61	1,57	0,52	1,04	0,52	1,04	2,09	2,09
Devoluciones del producto	17,39%	1,74	0,70	0,35	1,04	1,74	0,35	1,39	1,39
Desperdicio de tiempo	8,70%	0,87	0,87	0,35	0,52	0,17	0,87	0,70	0,52
Desperdicio de materiales	13,04%	1,04	0,52	0,52	1,04	0,26	0,52	0,00	0,26
Actividades innecesarias	13,04%	1,30	1,30	1,04	0,78	0,26	1,04	1,04	0,78
Falta de suplementos	8,70%	0,35	0,52	0,00	0,87	0,00	0,17	0,00	0,00
TOTAL		20,57	13,79	7,66	14,00	7,44	10,72	13,13	12,69

Como se muestra en la tabla 59, el estudio de métodos de trabajo es la principal solución con un 20,57%, seguido por la estandarización con 14% y balance de líneas con 13,79%, Capacitar 13,13% y Tiempo estándar 12,69%. No obstante, las metodologías Redistribución, seis sigmas y 5S, con 10,72%, 7,44% y 7,66% respectivamente obtienen la puntuación más baja y no se toman en cuenta para la mejora por lo que se concluye que esas metodologías no son primordiales para la mejora.

Por ende, la prioridad sería

- Estudio de métodos de trabajo
- Estandarización
- Balance de líneas
- Capacitar
- Cálculo del tiempo estándar

3.3. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL PROCESO DE REENCAUCHE

3.3.1. Propuestas de nuevos métodos de trabajo para reducir las pérdidas económicas por devoluciones

○ **Problema**

Inspección Inicial fuera de los límites (Cantidad de picaduras, reencauches previos, antigüedad de neumáticos y desgaste de la banda de rodamiento).

○ **Propuesta**

Se implementaron inspecciones para verificar la cantidad de picaduras, reencauches previos, antigüedad de neumático y el desgaste de la banda en la etapa de Inspección Inicial, tal y como dice en *Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)*.

○ **Solución**

Tabla 60. Muestra de toma de tiempos del nuevo método

Muestra de toma de tiempos de nuevo método						
Actividades Propuestas	1	2	3	4	5	Prom (min)
Verificación de antigüedad de neumáticos	1,19	1,11	1,09	1,08	1,14	1,12
Verificación de cantidad de reencauches	0,61	0,57	0,66	0,64	0,63	0,62
Inspección de picaduras	1,95	1,77	1,82	1,8	1,84	1,84
Inspección del desgaste de la banda	0,48	0,56	0,5	0,51	0,47	0,50

o **Problema**

Heridas, daños y defectos no reparados. Esto afecta directamente el desprendimiento de la banda de rodamiento y por ende es causa una devolución. (Ver pág. 82- 83 y anexo 11)

o **Propuesta**

Contabilizar y registrar todas las heridas y daños de los neumáticos encontrados en la etapa de Inspección inicial, luego en las etapa de raspado se contabilizará para que hayan la misma cantidad de daños que en la etapa previa y antes de finalizar la etapa se señalarán todas las heridas y daños para que en el Escareado y relleno no queden daños sin reparar y rellenar.

o **Resultado**

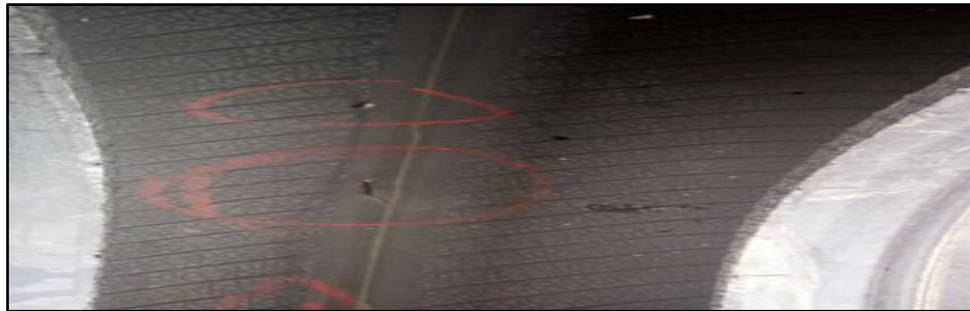


Figura 72. Señalización de heridas y daños a neumáticos

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 61, se aprecia el tiempo promedio de las actividades propuestas, las cuales se simularon el día 5 de febrero del 2018.

Tabla 61. Tiempo de observaciones de actividades propuestas: Contabilizar y señalar

Muestra de toma de tiempo de nuevo método						
Etapa de Inspección inicial	1	2	3	4	5	PROM (min)
Contabilizar y registrar heridas y daños	1.04	0.97	1.01	1.06	1.02	1.02
Etapa de Raspado						
Señalar las heridas y daños	0,92	1,14	1,23	1,06	1,09	1,09
Registrar cantidad de heridas	0,32	0,44	0,38	0,36	0,59	0,42
Etapa de Escareado						
Contabilizar heridas señaladas	0,26	0,22	0,21	0,19	0,18	0,21
Contabilizar y registrar parches y reparaciones	0.94	1.10	1.12	0.90	0.94	1.00
Relleno						
Contabilizar y registrar reparaciones rellenadas	0,97	1,11	1,13	1,05	1,12	1,08

○ **Problema**

Aire atrapado en los parches, lo que hace que con el uso halla un desprendimiento de la banda de rodamiento y por ende es causa una devolución. (Ver pág. 82- 83 y anexo 11)

○ **Propuesta**

Se empleará un rodillo metálico, para eliminar el aire atrapado que existe en los neumáticos cuando se coloquen en parches. El operario luego de colocar el parche a los neumáticos debe ejercer fuerza sobre este y hacer un movimiento de arriba hacia abajo para eliminar el aire de este hasta que la superficie se vea lisa. Para ello se basó en la **Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)**, ya que esta recomienda que para eliminar el aire atrapado se debe utilizar un rodillo.

Se adquirirán 6 rodillos con vida útil de un año.



Figura 73. Rodillo Propuesto para etapa de Escareado

Fuente: Resineco 2017

En la figura 73, se muestra el rodillo propuesto, es un rodillo metálico para aplicación de fibra de forma manual, permite extraer fácilmente burbujas de aire que puedan quedar entre capas. Este, al tener filamentos de metal, al momento que el operario ejerza fuerza sobre el parche permitirá retirar todo el aire atrapado que existe cuando se colocan parches, y debido a su material permitirá que quede una superficie lisa.

Tabla 62. Especificaciones del rodillo metálico

Características	Descripción
Ancho	120 mm
Diámetro	17 mm

Fuente: Resineco 2017

o **Resultado**

En la tabla 63, se aprecia el tiempo promedio de las actividades propuestas, las cuales se simularon el día 5 de septiembre del 2018

Tabla 63. Tiempo de observaciones de actividad propuesta: Rodillar parches

Escareado	Muestra					PROM (min)
	1	2	3	4	5	
Rodillar parches colocados	0,58	0,75	0,84	0,97	0,56	0,74

o **Problema**

Ineficiente etapa de cementado por movimiento deficiente del operario, lo que impide que el cemento se expanda a lo largo de la superficie, por ende es causa una devolución. (Ver pág. 84-85 y anexo 11)

o **Propuesta**

Se utilizará un movimiento de frotación circular para que el cemento trabaje y llegue a toda la superficie del neumático. Para ello se basó en la **Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)**, ya que esta recomienda este movimiento para que el cemento se expanda en toda la superficie del neumático y permita un mejor empalme entre la carcasa y la nueva banda.

o **Resultado**

Como se puede ver la tabla 64, el tiempo promedio para la actividad propuesta es 1,08 minutos, la actividad anterior fue de 1,17 min, lo que disminuye en 0,10 min. Estas se simularon el día 5 de septiembre del 2018.

Tabla 64. Tiempo de observaciones de actividad propuesta: Movimiento circular para cementar

Cementado Movimiento de frotación circular al colocar el cemento	Muestra					PROM (min)
	1	2	3	4	5	
	1,05	1,09	1,10	1,03	1,10	1,07

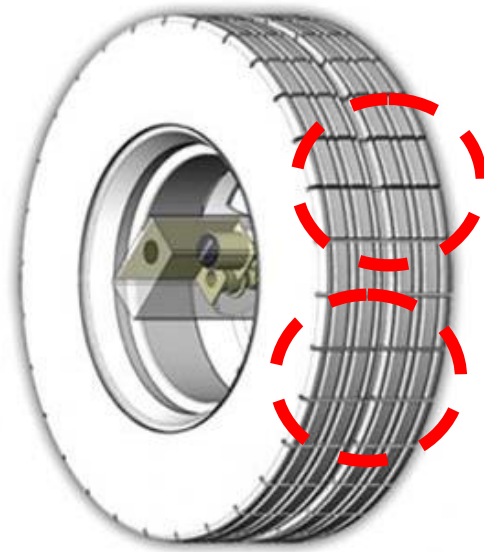


Figura 74. Simulación de método propuesto (movimiento circular)

- **Problema**
Malos cubrimientos de heridas y daños, ya que no se cubre totalmente la herida o daño, por ende es causa una devolución. (Ver pág. 86-87 y anexo 11)
- **Propuesta**
El relleno colocado sobresalga a la herida o imperfección, de manera de que quede por debajo y se cubra de manera correcta la herida.
- **Solución**
Como se puede ver la tabla 65, el tiempo promedio para la actividad propuesta es 3,94 minutos, la actividad anterior fue de 4,01 min, lo que disminuye en 0,07 min. Estas se simularon el día 5 de septiembre del 2018.

Tabla 65. Tiempo de observaciones de actividad propuesta: Rellenar hasta sobrepasar la herida

Relleno	Muestra					PROM (min)
	1	2	3	4	5	
Rellenar hasta que el relleno sobresalga la herida o daño	4,54	3,55	3,58	4,03	4,01	3,94

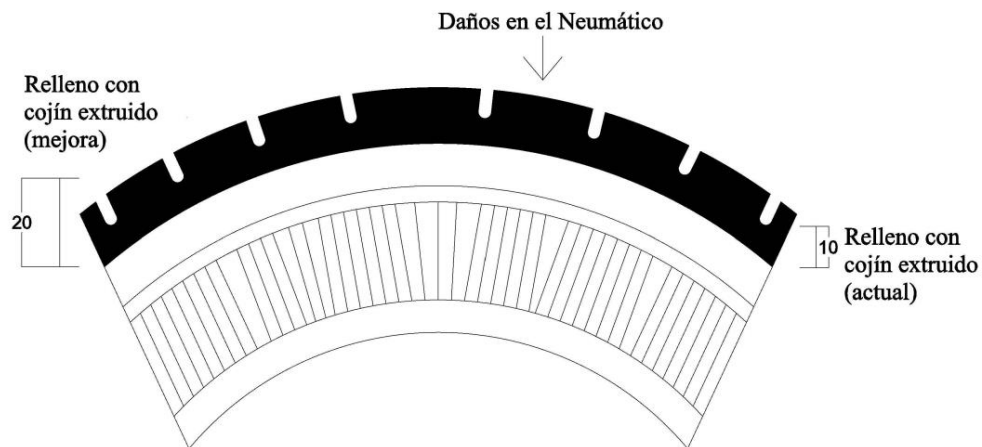


Figura 75. Relleno propuesto en la superficie del neumático

En la figura 75 se muestra el relleno con cojín extruido en la superficie a reparar del neumático. Del lado derecho se muestra la forma actual, en ella el relleno no llega a cubrir toda la superficie de la herida o daño (10 mm), mientras que a la izquierda se muestra la mejora y el relleno sobrepasa la herida (20 mm), tal y como lo menciona la *Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)*.

o **Problema**

Inflado del neumático ineficiente, ya que no sigue los parámetros adecuado de la presión de inflado y este afecta la calidad del reencauche y por ende causa una devolución. Al no inflar el neumático correctamente no se ejecuta un raspado eficiente, además se desperdicia tiempo en palpar el neumático para comprobar la dureza de este. (Ver pág. 88 – 90 y anexo 10)

o **Propuesta**

Se propone que los operarios conozcan que le presión de inflado antes del raspado (30 PSI), de manera que cumplen la especificación de la calidad, además reducen el tiempo en inspeccionar si está adecuado el inflado. Para ello se basó en los parámetros de *Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)*.

o **Solución**

Como se puede ver la tabla 66, el tiempo promedio para la actividad propuesta es 1,02 minutos, la actividad anterior fue de 1,50 min, lo que disminuye en 0,48 min. Estas se simularon el día 5 de septiembre del 2018.

Tabla 66. Tiempo de observación de actividad propuesta: Inflar neumático a 30 PSI

	Muestra					PROM (min)
	1	2	3	4	5	
Raspado						
Inflar el neumático a una presión de 30 PSI	0,58	1,12	1,03	1,05	1,33	1,02

o **Problema**

Mal corte de las bandas de rodamiento, debido a que las cuchillas que emplean para el corte son inadecuadas y dejan los bordes rugosos afectando al empalme de la banda lo que ocasiona devoluciones. (Ver pág. 90-92 y anexo 11)

o **Propuesta**

Se propone la implementación de una cortadora manual, la cual dejará un borde liso en la banda.

- ✓ Está diseñada para cortar caucho, goma muy densa y láminas de plástico.
- ✓ El corte hecho por la hoja deja un borde liso en la banda.
- ✓ Al dejar el borde liso, permite que la banda de rodamiento nueva se acoplen a la forma del neumático y no se despeguen, evitando así esta causa de devolución de reencaches.

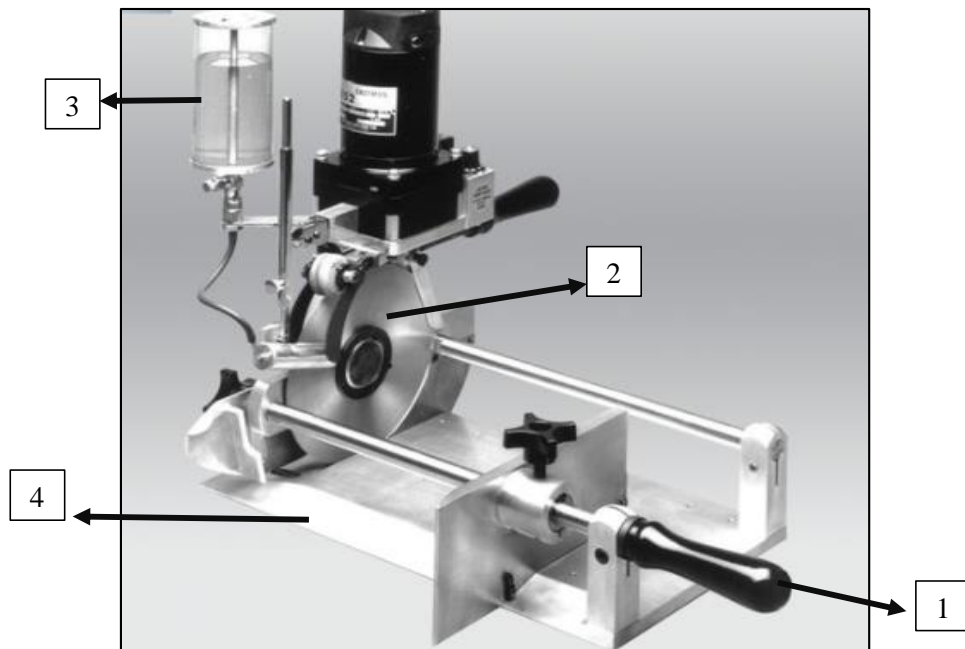


Figura 76. Cortadora Manual para etapa de Corte de Bandas

Partes:

1. **Mango regulador:** Sirve para elevar hacia la parte superior la cuchilla cilíndrica y colocar el material a cortar.
2. **Cuchilla cilíndrica:** Superficie metálica la cual la girar cortará el caucho
3. **Lubricador de cuchilla:** Sirve para lubricar la cuchilla cilíndrica, cuando se ejecuten gran volumen de corte.
4. **Superficie:** Soporte en el cual servirá de apoyo cuando se corte el caucho

En la figura 76 se muestra la cortadora manual, la cual está destinada a rebanar láminas de plástico y caucho extremadamente grueso.

○ **Criterios de Selección**

Para determinar los criterios de selección se debe tomar en cuenta la etapa a mejorar, la capacidad de producción, el material a cortar, así como especificaciones técnicas y económicas que se adapten a las necesidades de la empresa.

Criterios:

- **Marca:** la empresa Eastman Machine Company es un fabricante de máquinas de corte, proporcionando soluciones de ingeniería a medida y tecnologías innovadoras para una variedad de industrias, por lo tanto es una empresa especializada en la elaboración de máquinas cortadoras.
- **Material:** la máquina está diseñada para cortar caucho, el mismo material de las bandas usadas para el reencauche.
- **Voltaje utilizado en planta:** el voltaje en RUEDAMAX E.I.R.L. es de 220 V, se seleccionó una máquina que trabaja con este mismo voltaje.
- **Material de fabricación:** el material está hecho de acero al carbono, material menos frágil a la hora de trabajar con ellos que los aceros inoxidable, viene incluido un lubricador para la cuchilla.
- **Costo de inversión:** la máquina tiene un precio de \$ 5 775,00, el cual es accesible para la empresa.
- **Plazos de entrega:** la entrega es de 3 semanas desde la recepción del pedido y el pago. La empresa te da dos opciones, ya sea mediante transferencia bancaria a nuestro banco o mediante pago con tarjeta de crédito.
- **Capacidad de producción:** con las mejoras implementadas, la empresa tendrá una capacidad de 30 reencauches por día. Por cada reencauche se necesita 1 banda de caucho, por lo tanto, se necesitarán 30 bandas de caucho cortadas por día. Cabe resaltar que la empresa trabaja 10 horas al día.

$$\text{Cantidad de bandas} = \frac{\text{Producción de bandas por día}}{\text{Horas por día}}$$

$$\text{Cantidad de bandas} = \frac{30 \text{ bandas/días}}{10 \text{ horas/día}}$$

$$\text{Cantidad de bandas} = 3 \text{ bandas/hora}$$

La máquina tiene la capacidad de cortar hasta 30 bandas de caucho por hora, por lo cual puede atender la producción diaria requerida por la empresa. A continuación se muestra la ficha técnica de la máquina cortadora.

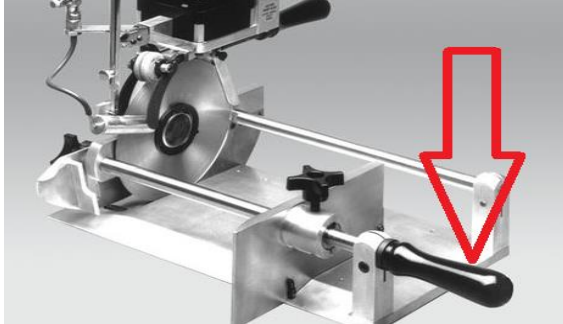
Tabla 67. Ficha técnica de la cortadora manual

Características	Descripción
Marca	Eastman
Modelo	RS2
Peso	12,6 Kg
Voltaje	220 V
Potencia	1,87 hp
Frecuencia	60 Hz
Tamaño de hoja	19,1 cm
Capacidad de corte	5,08 cm
Cuchillas	Estándar: Acero de alta velocidad Opcional: acero al carbono, Ranuras
Característica Estándar	Lubricador de cuchilla
Material	Caucho, plástico, goma.

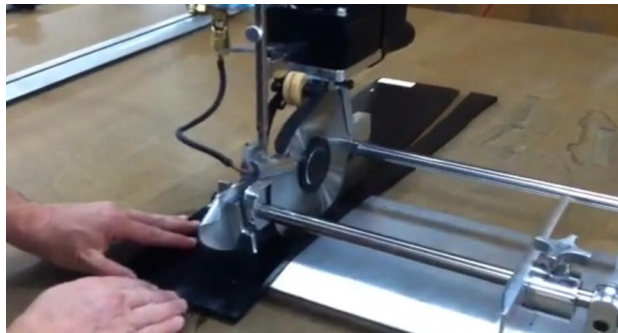
Fuente: Direc Industry 2017

Funcionamiento:

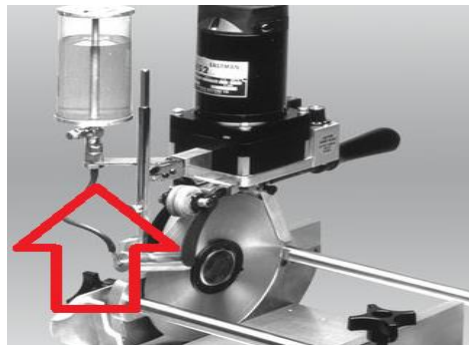
1. *Elevar hacia la parte superior el mango regulador, para que se pueda colocar el material a cortar (banda de rodamiento).*



2. *Colocar el material a cortar (banda de rodamiento debajo de la cuchilla metálica circular).*
3. *Con el mango regulador, descender la cuchilla hacia la superficie metálica.*
4. *Encender máquina para la ejecución. Giro de la cuchilla metálica circular para que corte el material (Banda de rodamiento).*



5. *Accionar líquido lubricador, de manera que la cuchilla metálica giratoria se lubrique.*



o **Solución**

- ✓ Bandas de rodamiento cortadas con borde liso, facilitando así el empalme con la carcasa y ayudando al vulcanizado.
- ✓ Como la capacidad de la máquina cortadora es de 30 cortes por hora (60 min), se procederá a calcular el nuevo tiempo de corte de bandas.

30 cortes de bandas _____ 60 minutos

1 corte de bandas _____ X

$$X = \frac{60 \text{ minutos}}{30 \text{ cortes}}$$

$$X = 2 \text{ minutos/ corte}$$

o **Problema**

Desperdicio de tiempo en transportes hacia almacenes para buscar herramientas de trabajo (*Ver Figura 43 y tablas 46 a 52*)

o **Propuesta**

Se propone la implementación de cinturones porta herramientas para todos los operadores del proceso, ya que disminuiría el desperdicio de tiempo y aumentaría la eficiencia de la línea.

o **Solución**

Eliminará los transportes hacia almacenes y demoras en búsqueda de herramientas.



Figura 77. Propuesta de Cinturón porta herramientas

En la tabla 68, se muestran algunas especificaciones técnicas del cinturón porta herramientas propuesto.

Tabla 68. Especificaciones de cinturón porta herramientas

Categoría	Especificación
Marca	Stanley
Material	Lona
Medidas	60 cm x 26 cm (ancho x alto)
Característica	Gancho metálico

Fuente: SODIMAC, 2018

3.3.1.1. Tiempo promedio de la propuesta

Luego de proponer los nuevos métodos de trabajo y de haber realizado respectivas muestras, se obtuvo un nuevo tiempo promedio por cada etapa, el cual se detalla en la *tabla 69*.

Tabla 69. Tiempos promedios del método de trabajo propuesto

Etapa	Tiempo promedio (min)
Inspección inicial	13,97
Raspado	12,58
Escareado	8,59
Cementado	7,98
Relleno	5,63
Corte de bandas	4,42
Embandado	22,38
Armado	6,09
Vulcanizado	20,13
Pintado	4,98
Inspección final	5,97
Total	112,72

3.3.2. Balance de líneas

El takt time, se determinó dividiendo el tiempo de producción (10 horas/día x 26 días/mes) la cual resultó 260 horas/mes, entre la demanda mensual la cual es 780 unidades/mes, obteniendo 20 minutos/unid.

$$Takt\ Time = \frac{260\ horas/mes}{780\ unidades/mes}$$

$$Takt\ Time = 20\ min / unid$$

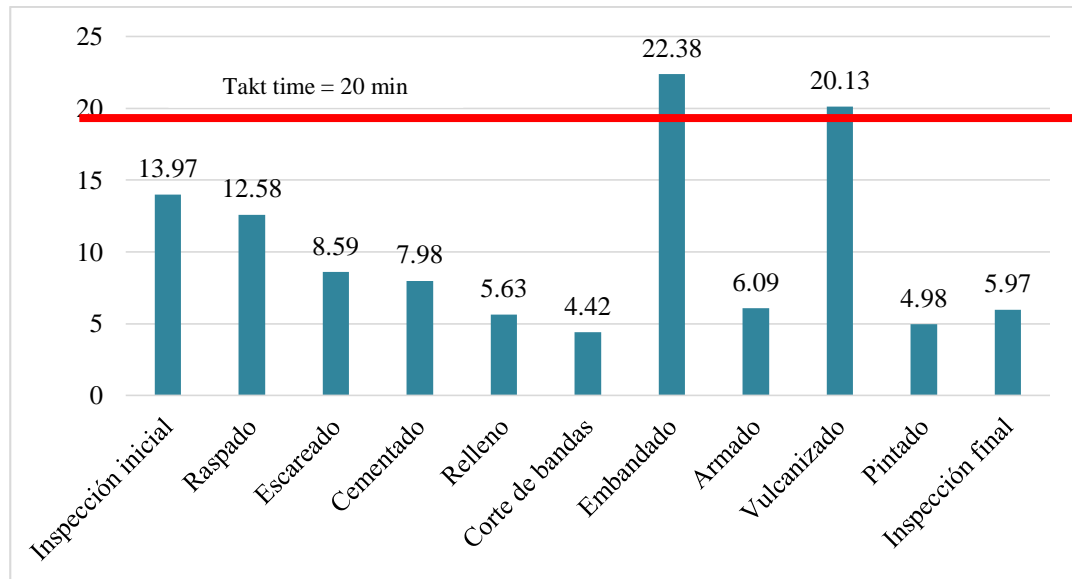


Figura 78. Takt Time del proceso actual

En la figura 78, se muestra las etapas (estaciones de trabajo) del proceso actual, se ve además la variación que hay en cada uno se observa que hay mucho desequilibrio, también se muestra que la etapa cuello de botella (Embandado) y vulcanizado sobrepasan el takt time.

Para ello procedió a analizar el tiempo y se llegó a tener una nueva agrupación de actividades en diversas estaciones.

Tabla 70. Nueva agrupación de actividades propuestas

Estaciones de trabajo	Etapa	Tiempo estándar (min)	Número de trabajadores
1	Inspección inicial	13,97	1
2	Raspado	12,58	1
3	Escareado	17,18	2
4	Cementado y Relleno	13,96	1
5	Corte de bandas	12,00	1
6	Embandado	14,29	1
7	Armado	6,10	1
8	Vulcanizado	18,26	1
9	Pintado e Inspección Final	12,83	1
Total		121,17	10

Como se observa en la tabla 70, se redujeron 2 actividades (de 11 estaciones a 9 estaciones), también 2 operarios (de 12 a 10 operarios), y también se redujo el cuello de botella de 22,38 min a 18,26 min.

Se calculó el coeficiente de la línea de producción con la fórmula que se muestra a continuación:

○ **Cálculo de Coeficiente de desequilibrio:**

$$CD = \frac{100 \times ((N^{\circ} \text{ operaciones} \times t. \text{ ciclo}) - (t. \text{ flujo}))}{N^{\circ} \text{ operaciones} \times t. \text{ ciclo}}$$

$$CD = \frac{100 \times ((9 \times 18,26) - (121,17))}{9 \times 18,26}$$

$$CD = 26,27\%$$

El coeficiente de desequilibrio de la línea de producción de reencauche es de 26,27%, es decir el tiempo medio de inactividad es menos del 30%, por lo que se concluye que la eficiencia de la línea de producción es óptima.

○ **Cálculo de la Eficiencia de la línea:**

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{100 \times (T. \text{ flujo})}{N^{\circ} \text{ operaciones} \times T. \text{ ciclo}}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{100 \times (121,17)}{9 \times 18,26}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 73,73 \%$$

Se puede observar que la línea de producción de reencauche de neumáticos cuenta con 73,73% de aprovechamiento, es decir supera el 70%, por ende se concluye que la línea de producción es óptima.

En la figura 79, se muestra las etapas propuestas del proceso, se ve que los tiempos entre cada una de ellas ya están más equilibradas, además el cuello de botella (Vulcanizado) se encuentra dentro del takt time.

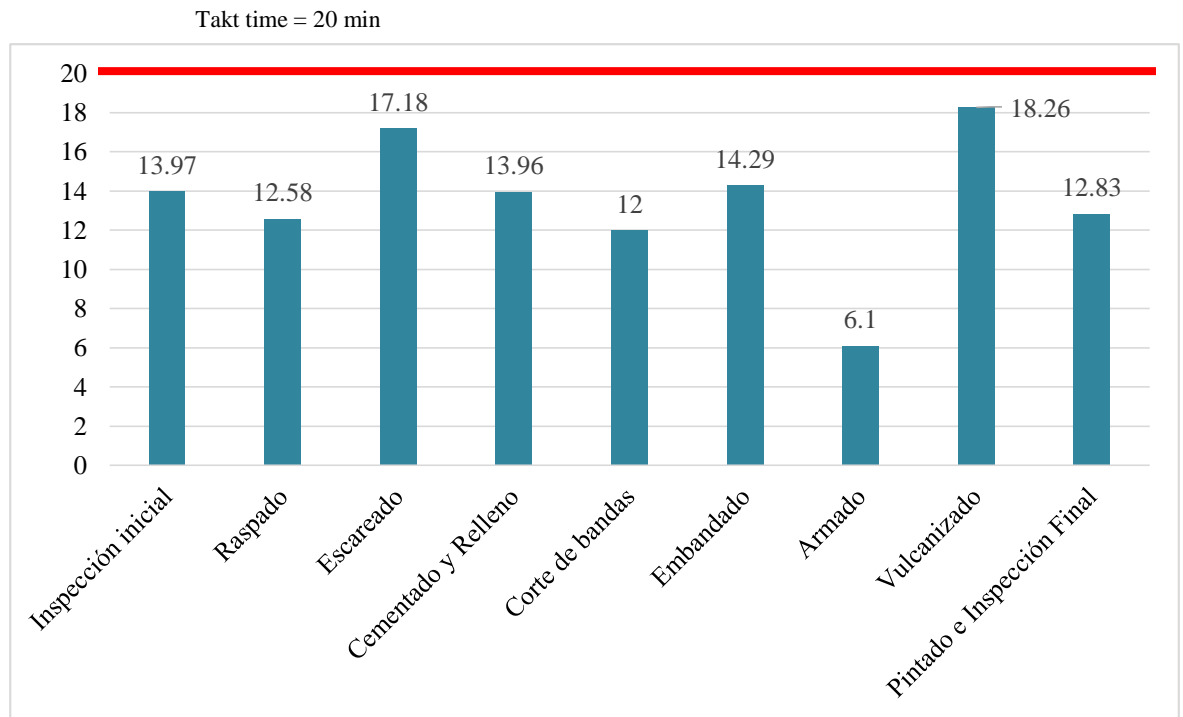


Figura 79. Takt Time del proceso balanceado

En la figura 80, se muestra el plano de la empresa propuesto, con las estaciones de producción balanceadas. Se observan 9 estaciones de trabajo. Mientras que en la figura 81 se visualiza es el diagrama de recorrido tanto del operador y el neumático.

○ **Plano de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L. propuesto**

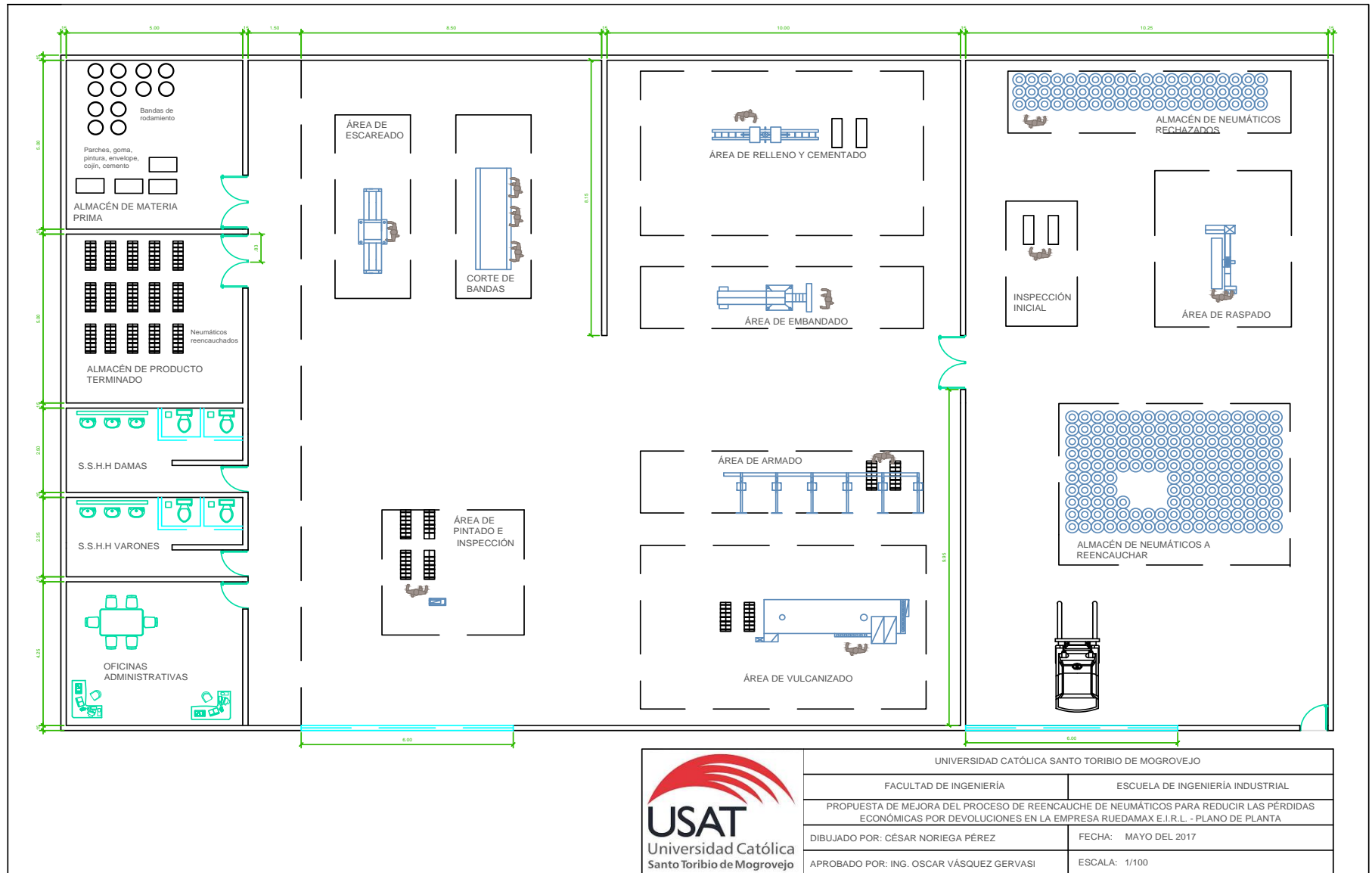


Figura 80. Plano propuesto para RUEDAMAX E.I.R.L. con nuevas estaciones

○ Diagrama de recorrido de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L. propuesto

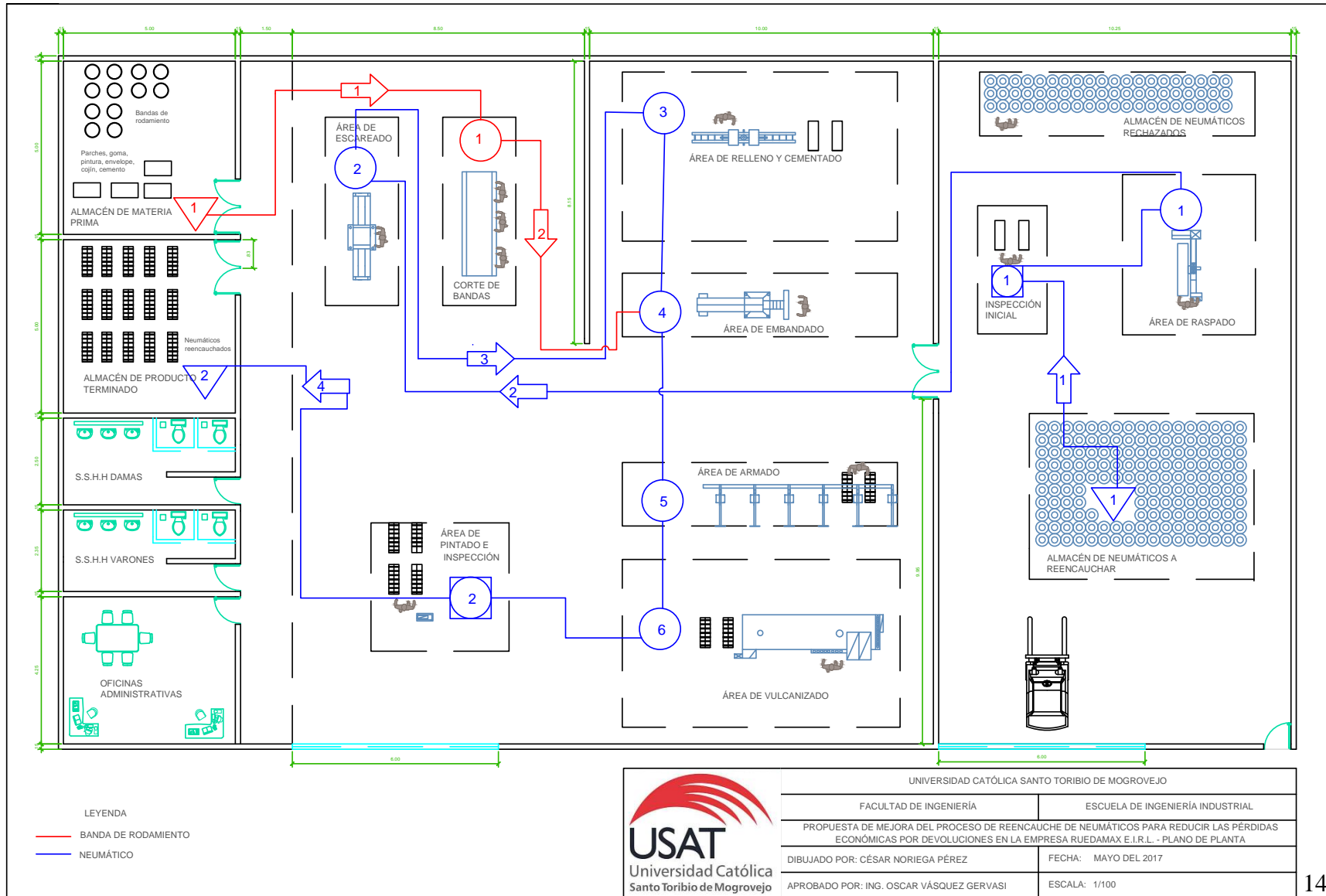


Figura 81. Diagrama de recorrido propuesto con nuevos números de estaciones y operadores

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Operación <input type="radio"/> Demora <input type="radio"/> Transporte <input type="checkbox"/> Inspección <input type="radio"/> Almacén					
		Propuesto	<input checked="" type="checkbox"/>						
#	Etapa de Raspado	Actividades					Total	V.A	N.V.A
1	Transporte de inspección inicial hacia raspado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	0,10		0,10
2	Verificar hoja de ruta	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	0,80	0,80	
3	Inflar neumático a presión requerida según Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	1,02	1,02	
4	Inspeccionar neumático inflado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	0,50	0,50	
5	Alzar neumático hacia raspadora	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	0,07	0,07	
6	Raspar neumático en raspadora	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	5,74	5,74	
7	Verificar textura del raspado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	1,01	1,01	
8	Medir superficie de la carcasa	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	1,50	1,50	
9	Señalizar heridas y daños	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	1,09	1,09	
10	Registrar cantidad de heridas y daños	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	0,42	0,42	
11	Transportar a Escareado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	0,33		0,33
Total		6	2	0	3	0	12,58	12,15	0,43

Figura 83. Cursograma analítico propuesto de la operación Raspado

En la figura 83, se muestra que respecto a las actividades actuales del proceso de reencauche, se agregó la actividad de marcar daños y heridas encontradas, además se eliminó la actividad de inspeccionar el neumático inflado y registrar la cantidad de heridas y daños. Además se eliminaron actividades que no agregaban valor (transporte hacia almacén de materia prima). La etapa propuesta tiene una duración de 12,58 minutos y solo 0,43 minutos son los que no agregan valor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input type="checkbox"/>	Operación	Demora	Almacén			
		Propuesto	<input checked="" type="checkbox"/>	Transporte	Inspección				
#	Etapas de Escareado	Actividades					Total	V.A	N.V.A
1	Verificar hoja de ruta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,56	0,56	
2	Contabilizar heridas señaladas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,42	0,42	
3	Verificar heridas y daños	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,80	0,80	
4	Medir diámetro de la herida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,78	0,78	
5	Pulido de la herida con mini-taladro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5,48	5,48	
6	Limpieza de la herida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,50	1,50	
7	Cementado de herida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,70	0,70	
8	Preparar parche según herida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,42	0,42	
9	Colocación de parches	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,30	2,30	
10	Inspección de parche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,48	0,48	
11	Rodillar parches colocados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,48	1,48	
12	Contabilizar y registrar parches y reparaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,00	2,00	
13	Transporte a cementado y Relleno	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,26		0,26
Total		9	1	0	3	0	17,18	16,92	0,26

Figura 84. Cursograma analítico propuesto de la operación Escareado

En la figura 84, se muestra que con respecto a las actividades del proceso actual, se agregaron actividades, tales como: rodillar los parches para eliminar el aire atrapado lo cual hace que se despeguen, además contabilizar que la cantidad de parches para que sea igual al conteo de la etapa previa, para reparar todas las heridas encontradas al inicio del proceso. La etapa propuesta tiene una duración de 17,18 minutos y solo el 0,26 no agregan valor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual		Propuesto		Operación			Demora			Almacén			Transporte			Inspección		
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
#	Etapa de Cementado y Relleno	Actividades					Total	V.A	N.V.A											
1	Verificar hoja de ruta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,39	0,39												
2	Inspección el neumático	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,71	0,71												
3	Limpieza de neumático con cepillo y aire seco	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,54	1,54												
4	Colocación de cemento sobre la carcasa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,89	2,89												
5	Movimiento de frotación circular a superficie	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,07	1,07												
6	Secado de la carcasa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,06		1,06											
7	Preparación de extractora	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,98	0,98												
8	Rellenar reparaciones de la carcasa con goma extruída	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,94	3,94												
9	Inspeccionar uniformidad de la carcasa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,34	0,34												
10	Transporte hacia embandado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,14		0,14											
Total		5	1	1	3	0	13,96	11,86	1,20											

Figura 85. Cursograma analítico propuesto de la etapa Cementado y Relleno

En la figura 85, se muestra que se decidió juntar etapas de Cementado y Relleno, formado una sola estación de trabajo. Las actividades nuevas fueron: contabilizar las heridas rellenadas para que coincidan con las etapas previas. También se eliminó la actividad de espera a que seque el neumático, ya que como ahora lo realiza un solo operario, mientras se transporta el neumático, se seca y por ende disminuyó el tiempo, la cantidad de operarios y se equilibró el tiempo. La etapa propuesta tiene una duración de 13,96 minutos y solo el 1,20 no agrega valor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual									
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
#	Etapa de Corte De Bandas	Actividades					Total	V.A	N.V.A		
1	Transporte hacia almacén de materia prima	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,25		0,25		
2	Verificar hoja de ruta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,10	0,10			
3	Buscar diseño de banda de rodamiento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,41		0,41		
4	Transportar rollo hacia mesa de cortado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,26		0,26		
5	Cortar banda de rodamiento a medida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,00	2,00			
6	Cementar banda de rodamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,68	0,68			
7	Medir cojín laminado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,27	0,27			
8	Cortar cojín laminado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,43	0,43			
9	Transporte hacia embandado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,28		0,28		
10	Envolver carcasa con cojín laminado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,55	2,55			
11	Cortar restos de cojín laminado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,29		0,29		
12	Mover neumático a máquina rodilladora	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,11		0,11		
13	Ejecución de máquina rodilladora	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,97	3,97			
14	Llevar bandas de rodamiento a embandado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,40		0,40		
Total		8	4	1	1	0	12,00	10,00	2,00		

Figura 86. Cursograma analítico propuesto de la operación Corte de bandas

En la figura 86 se muestra que con respecto a las actividades actuales, se incorporaron actividades de embandado, ya que se propone que el corte del cojín laminado, además de esa actividad se agregaron otras tales como: envolver neumático en cojín y mover neumático en máquina rodilladora, para equilibrar el tiempo del proceso. El tiempo propuesto es de 12 minutos y solo 2 minutos no agregan valor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual									
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
#	Etapa de Embandado	Actividades					Total	V.A	N.V.A		
1	Verificar hoja de ruta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,29	0,29			
2	Mover neumático a montura	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,23		0,23		
3	Adherir banda de rodamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7,27	7,27			
4	Cortar restos de banda de rodamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,26		0,26		
5	Colocar grapas de empate	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,12	0,12			
6	Mover neumático a máquina rodilladora	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,19		0,19		
7	Ejecución de máquina rodilladora	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5,77	5,77			
8	Transporte hacia armado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,16		0,16		
Total		4	2	0	1	0	14,29	13,45	0,84		

Figura 87. Cursograma analítico propuesto de la operación Embandado

En la figura 87, se aprecia que con respecto a las actividades actuales del proceso, se redujeron de 15 a 8 actividades, ya que las demás fueron distribuidas a etapas de corte de bandas y armado. Con ello, se logró equilibrar el tiempo en todo el proceso y además esta etapa ya no es el cuello de botella. El tiempo propuesto de la etapa es de 14,29 minutos y tiene 0,84 minutos que no agregan valor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual		Propuesto					<input type="radio"/> Operación <input type="radio"/> Demora <input type="radio"/> Transporte <input type="radio"/> Inspección <input type="radio"/> Almacén		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
#	Etapa de Armado	Actividades					Total	V.A	N.V.A		
1	Transporte hacia armado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,17		0,17		
2	Verificar hoja de ruta	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,09	0,09			
3	Buscar envelope a la medida de carcasa	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,34		0,34		
4	Verificar el buen estado del envelope	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,25		0,25		
5	Colocar aro de vulcanizado	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2,11	2,11			
6	Colocar neumático en envelope	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,35	1,35			
7	Extraer aire del neumático	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,09	1,09			
8	Inspección del neumático	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,70		0,70		
Total		3	1	1	3	0	6,10	4,64	1,46		

Figura 88. Cursograma analítico propuesto del Armado

En la figura 88, se aprecia que con respecto a las actividades actuales del proceso, se incorporaron: el transporte hacia armado. El tiempo propuesto de la etapa es de 6,10 siendo 1,46 minutos que no agregan valor.

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Actual		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/> Operación		
Propuesto		<input checked="" type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/> Demora		
							<input type="checkbox"/> Almacén		
							<input type="checkbox"/> Inspección		
							<input type="checkbox"/> Transporte		
#	Etapa de Vulcanizado	Actividades					Total	V.A	N.V.A
1	Verificar hoja de ruta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,11	0,11	
2	Adherir a neumático sello de la empresa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,64	0,64	
3	Programar autoclave industrial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,28	0,28	
4	Introducir neumático en autoclave	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,51	0,51	
5	Iniciar ciclo de vulcanizado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15,03	15,03	
6	Verificar autoclave	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,52	0,52	
7	Realizar descarga de neumáticos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,17	1,17	
Total		5	0	0	2	0	18,26	18,26	

Figura 89. Cursograma analítico propuesto de la operación Vulcanizado

En la figura 89, se aprecia que con respecto a las actividades actuales del proceso, como esta etapa es crítica, ya que en su totalidad es efectuada por la autoclave industrial, se redujo el tiempo de transporte el cual fue repartido a etapas de armado y pintado. Las actividades de retirar el envelope y el aro de vulcanizado fueron propuestas a otro etapa para equilibrar la línea de producción. La etapa propuesta dura 18,26 minutos y es el nuevo cuello de botella del proceso.

CURSOGRAMA ANALÍTICO		Actual	<input type="checkbox"/>	Propuesto	<input checked="" type="checkbox"/>	○ Operación	◐ Demora	◑ Inspección	▽ Almacén	⇒ Transporte			
#	Etapas de Inspección Final y Pintado	Actividades					Total	V.A	N.V.A				
1	Retirar envelope	●	⇒	◐	◑	▽	1,07	1,07					
2	Retirar aro de vulcanizado	●	⇒	◐	◑	▽	0,80	0,80					
3	Transporte neumático hacia pintado	○	●	⇒	◐	◑	▽	0,24	0,24				
4	Pintar el neumático	●	⇒	◐	◑	▽	3,19	3,19					
5	Secado del neumático	○	⇒	●	◐	▽	1,30	1,30					
6	Transporte hacia inspección final	○	●	⇒	◐	◑	▽	0,26	0,26				
7	Verificar hoja de ruta	○	⇒	◐	●	◑	▽	0,10	0,10				
8	Revisar condiciones del neumático	●	⇒	◐	◑	▽	1,19	1,19					
9	Medición de parches	●	⇒	◐	◑	▽	1,47	1,47					
10	Uso de lezna para encontrar fallas	●	⇒	◐	◑	▽	1,32	1,32					
11	Recorte de empates	●	⇒	◐	◑	▽	0,79	0,79					
12	Inspección de grietas	○	⇒	◐	●	◑	▽	0,96	0,96				
13	Transporte hacia almacén de producto terminado	○	●	⇒	◐	◑	▽	0,14	0,14				
Total		8	4	1	1	0	12,83	11,03	1,80				

Figura 90. Cursograma analítico propuesto de la operación Inspección final y Pintado

En la figura 90, se muestra que con respecto a las actividades del proceso actual, se decidió juntar las etapas de pintado e inspección final.

En ella se agregaron los transportes de actividades previas, además al juntar estas etapas se redujo un operario, y además equilibrar el tiempo. El tiempo de la etapa propuesta es de 12,83 minutos.

Después de haber detallado las actividades de las nuevas agrupaciones (estaciones) se calculó que la suma de actividades que no agregan valor (N.V.A) en todas las actividades del proceso es de 18,86 min.

Además, se calculó el desperdicio de tiempo de cada etapa del proceso de reencauche, con la siguiente formula:

$$cdM = 1 + \frac{\sum \text{Tiempo de tareas VA} + \sum \text{Tiempo de tareas NVA}}{\sum \text{Tiempo de tareas que agregan valor}}$$

VA = Agregan valor
valor

NVA= No agregan
valor

Tabla 71. Resumen de la pérdida en el método con el proceso propuesto

Etapa	Tiempo promedio (min)	Tiempo V.A (min)	Tiempo N.V.A. (min)	cDM	% cDM
Inspección inicial	13,97	13,86	0,11	2,25	16,11 %
Raspado	12,58	12,15	0,43	2,20	17,49 %
Escareado	17,18	16,92	0,26	2,10	12,22 %
Cementado y relleno	13,96	11,86	1,20	2,61	18,70%
Corte de bandas	12,00	10,00	2,00	2,24	18,67 %
Embandando	14,29	13,45	0,84	2,03	14,21 %
Armado	6,10	4,64	1,46	2,21	36,23 %
Vulcanizado	18,26	18,26	0,00	2,04	11,17 %
Inspección final y pintado	12,83	11,03	1,80	2,30	17,93 %
TOTAL	121,17	113,43	7,74	10,99	18,08%

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2017

La tabla 71, muestra un resumen de los tiempos estándar por etapa, además el tiempo que agrega valor y el que no agrega valor con respecto al método de trabajo propuesto. La pérdida en el método por cada etapa (cDM) y el porcentaje de desperdicio de tiempo en el método en el proceso asciende a 18,08%.

o Diagrama de bloques propuesto

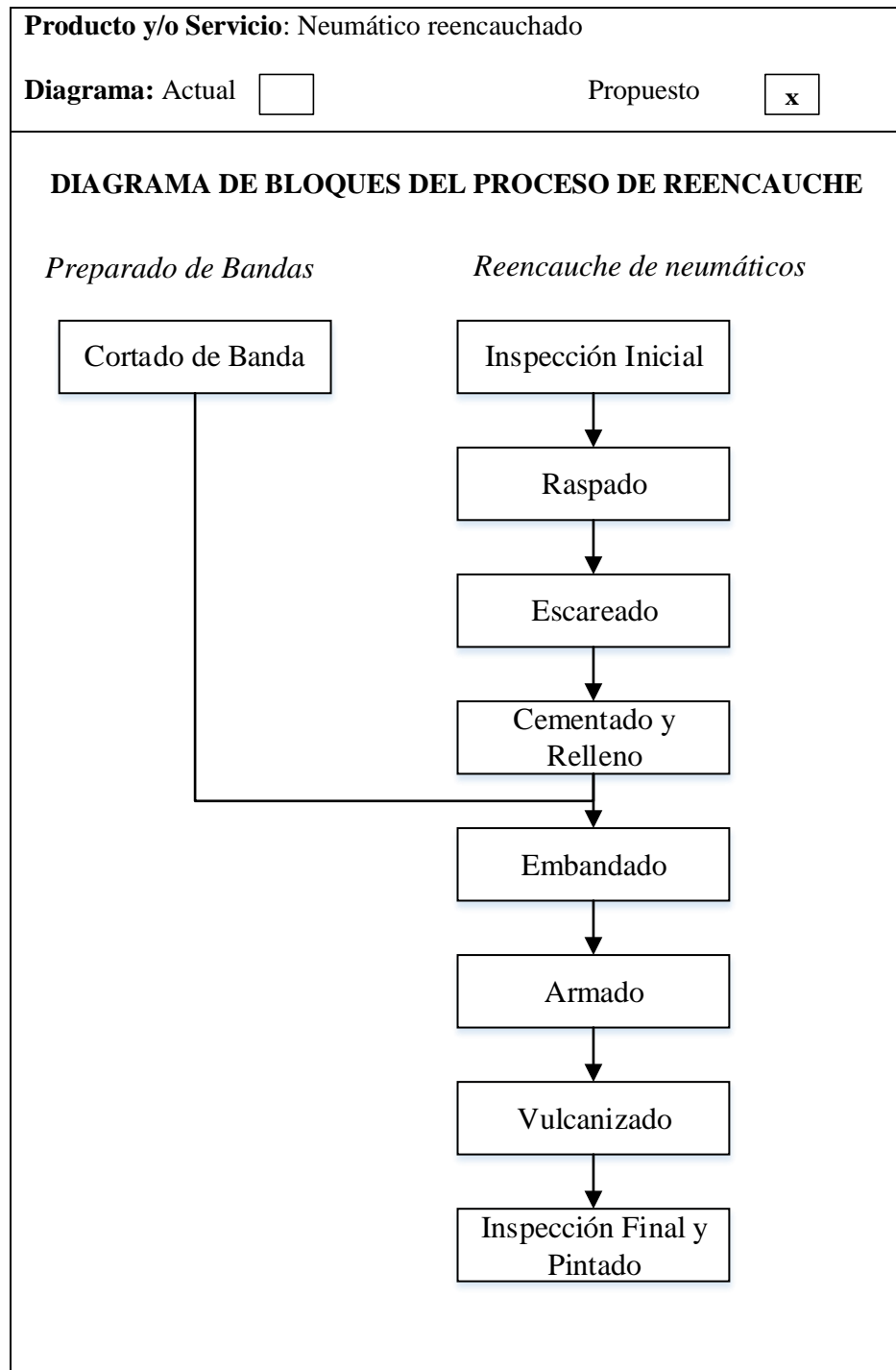


Figura 91. Diagrama de bloques propuesto del proceso de reencauche de neumáticos

o Diagrama de operaciones propuesto

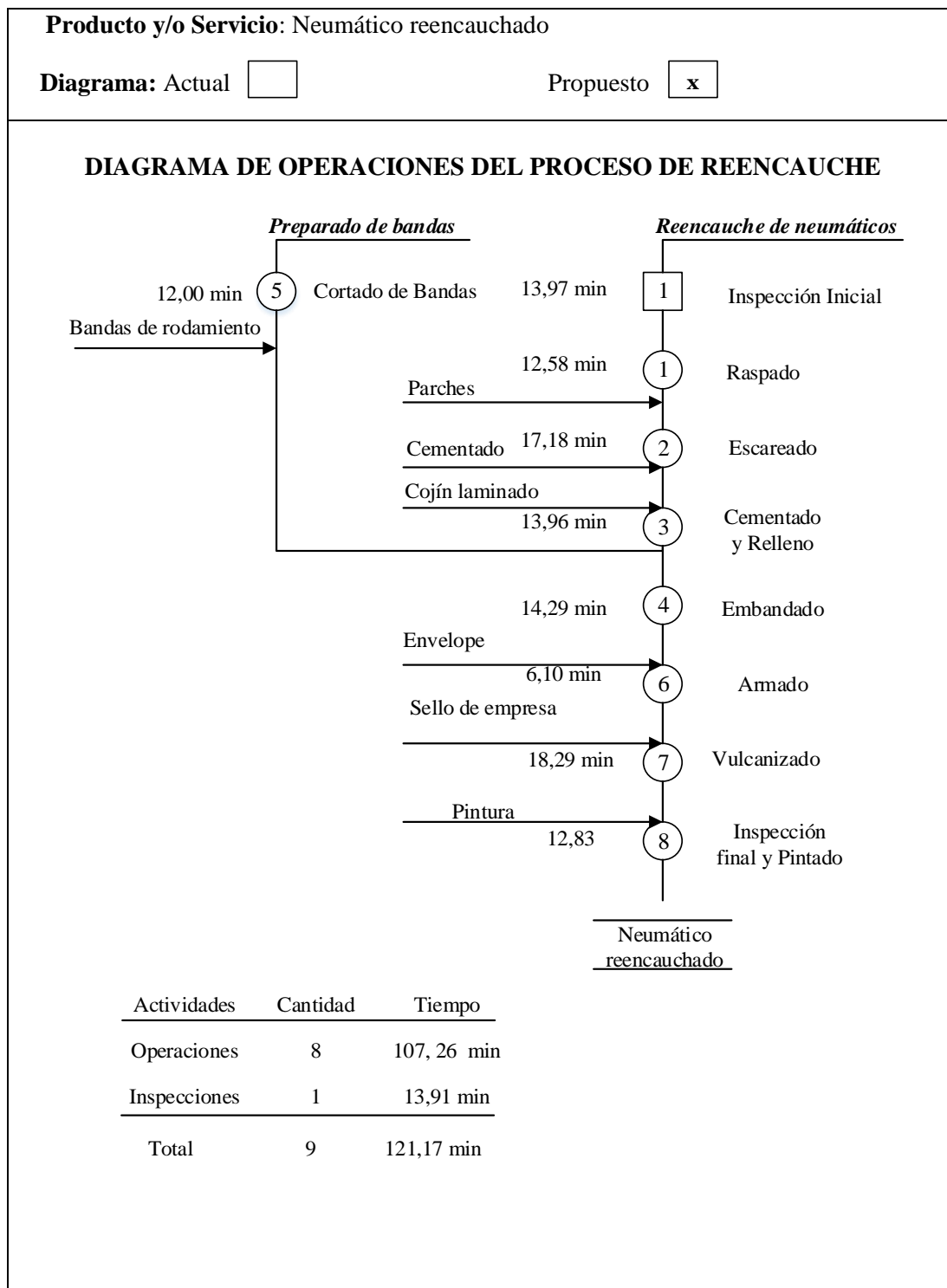


Figura 92. Diagrama de operaciones del proceso de reencauche de neumáticos propuesto

En la tabla figura 92, se aprecia que según el diagrama de operaciones propuesto del proceso de reencauche de neumáticos, existen 9 actividades, de las cuales 8 son operaciones y 1 es inspección.

Las operaciones son:

- Raspado
- Escareado
- Cementado y Relleno
- Corte de bandas
- Embandado
- Armado
- Vulcanizado
- Inspección final y Pintado

Las inspecciones son:

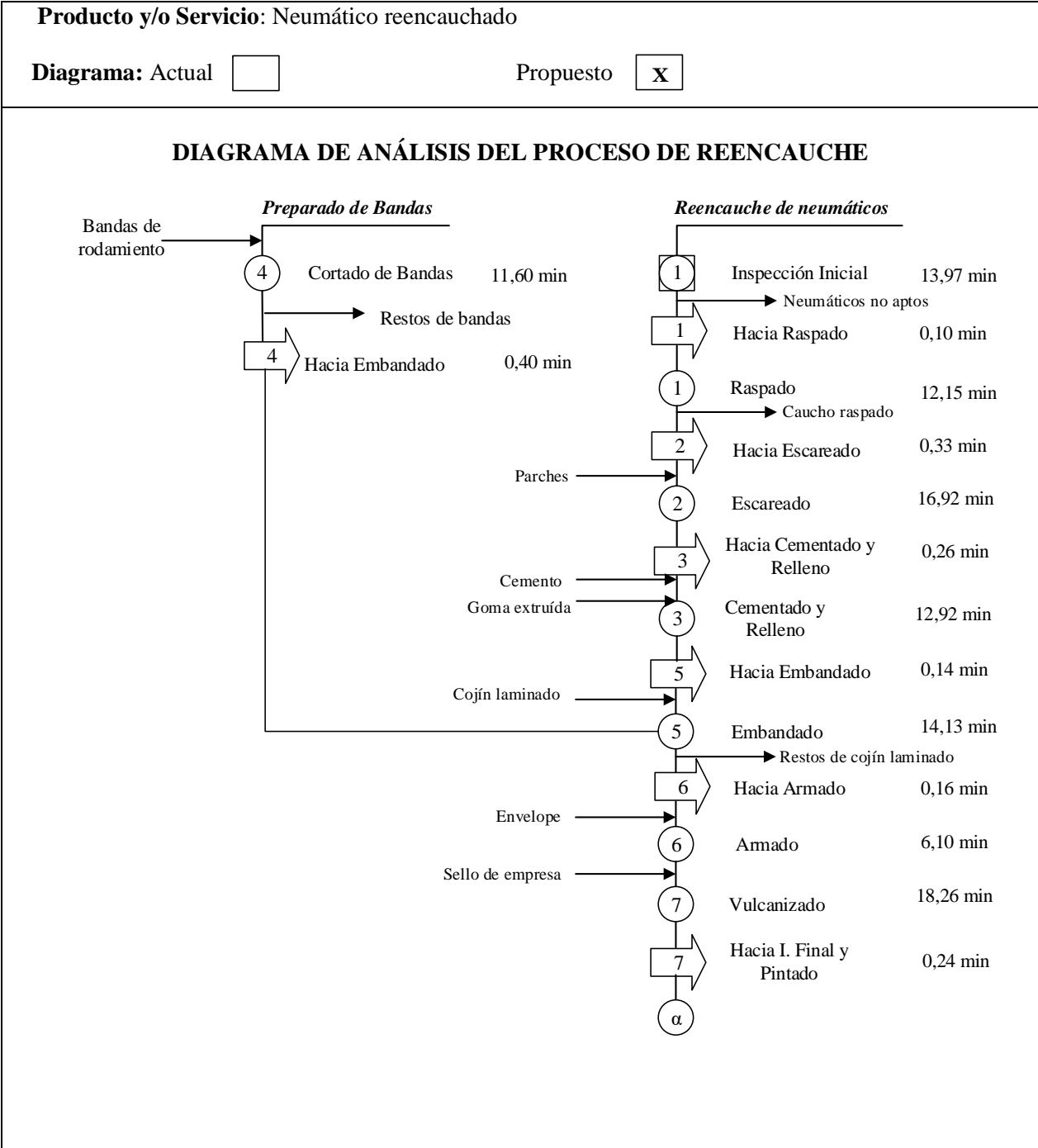
- Inspección inicial

En el diagrama de operaciones se detallaron las operaciones e inspecciones, el tiempo estándar en minutos y los insumos que ingresan en cada una de estas.

En las inspecciones del diagrama de operaciones, la inspección inicial dura 13,91 minutos.

En cuanto a las operaciones, el raspado dura 12,58 minutos y en el no ingresan insumos, la operación de escareado dura 17,18 minutos e ingresan parches como insumos, en el cementado y relleno ingresa el cemento y la goma extruida como insumo y dura 13,96 minutos, en el corte de bandas ingresa la banda de rodamiento como insumo y la operación dura 12,00 minutos, en el embandado ingresa el cojín laminado como insumo y la operación dura 14,29 minutos, en el armado ingresa el envelope como insumo y la operación dura 6,10 minutos, la operación de vulcanizado dura 18,29 minutos (nuevo cuello de botella) y finalmente la inspección final y pintado ingresa pintura como insumo y la operación dura 12,83 minutos.

o Diagrama de análisis del proceso propuesto



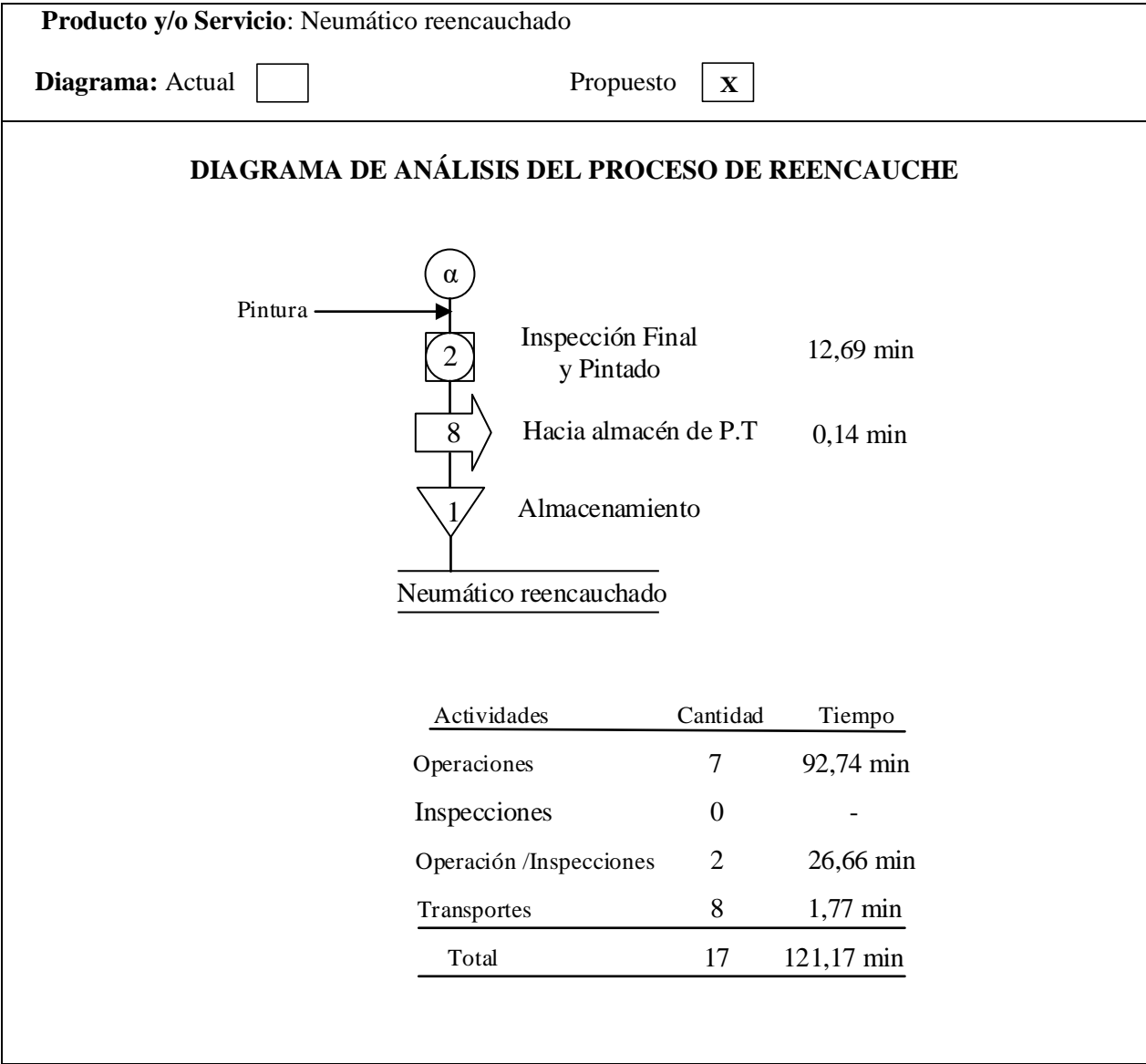


Figura 93. Diagrama de análisis del proceso del reencauche de neumático propuesto

En la tabla 93, se aprecia que según el diagrama de análisis del proceso propuesto del proceso de reencauche de neumáticos, existen 17 actividades, de las cuales 7 son operaciones, 8 son transportes, 2 son almacenes, una inspección y dos actividades combinadas que es inspección y operación a la vez.

Las operaciones son: Raspado, Escareado, Cementado y Relleno, Corte bandas, Embandado, Armado, Vulcanizado

3.3.3. Procedimiento de las propuestas realizadas.

Para la elaboración de este procedimiento se tomaron en cuenta los nuevos métodos de trabajo propuestos anteriormente, mientras que para las especificaciones y estándares de medidas como presión, temperatura, centímetros y más datos técnicos mencionados, se tomó como referencia la *Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)*, brindada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, por ser una norma de calidad, sus parámetros garantizan que el reencauche saldrá de calidad y no generarán devoluciones.

PROCEDIMIENTO DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS		
		
	<i>Empresa</i>	RUEDAMAX E.I.R.L.
	<i>Referencia</i>	NTE 2592
	<i>Área</i>	Producción
<p>Objetivo: Este procedimiento tiene como objetivo describir las operaciones que se realizan en las etapas del proceso de reencauche de neumáticos.</p> <p>Alcance: Este procedimiento aplica al proceso de reencauche de neumáticos en frío para camiones pesados.</p>		<p>Reencauche: Neumático en el cual se ha sustituido la banda de rodadura por una nueva, con el objeto de prolongar su vida útil</p> <p>Reparación: Reconstrucción de la carcasa con el objeto de recuperar las características originales del neumático y su capacidad de carga.</p> <p>Daños y heridas: Son todo los imperfectos que sufren los neumáticos y afectan su funcionamiento. (Desgaste, huecos, roturas, quemaduras, picaduras, etc.).</p>
<p>Elaborado por:</p> <div style="text-align: center;">  César Noriega </div>		<p>Aprobado por:</p> <div style="text-align: center;">  Julio Luzón – Gerente General </div>

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN INICIAL			
Etapa	Inspección Inicial	Duración (estándar)	16,73 minutos
Materiales, Herramientas y/o máquinas			
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tizas ○ Reglas 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Lezna
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pre – inspeccionar cada neumático y verificar que no tenga más de 7 años de antigüedad desde su fecha de fabricación, además que esté legible la información original de la llanta (dimensión, marca, serie, etc.), también se rechazará neumáticos que tengan más de 4 reencauches. 2. Señalizar la cantidad de heridas, daños, imperfecciones que presenten. 3. Contabilizar y registrar la cantidad de heridas, picaduras, etc. que presenten ya que este conteo será fundamental para que pueda circular por todo el proceso de reencauche. 4. Montar la carcasa en la mesa de trabajo y revisar con la lezna la banda de rodamiento, hombros, costados, pestañas, aros e interior. 5. Realizar mediciones en las siguientes partes del neumático, ya que deberán cumplir obligatoriamente los siguientes especificaciones: <ul style="list-style-type: none"> ○ Banda de rodamiento: Revisar que no tenga exposición de lonas, además de marcar todos los daños que presente. Además que tenga de 12 mm de desgaste, como máximo. ○ Hombros: Revisar que no hayan separaciones entre el caucho y la estructura. ○ Costados: Verificar que no tenga sopladuras ○ Pestañas: Verificar que no tenga quemaduras, alambres expuestos o muy contaminados. ○ Interior: Verificar que no tenga hilos sueltos, ni más de 4 picaduras 6. Retirar los materiales extraños que presente, tales como (agua, piedras, vidrios, arena, etc.). 7. Llenar la hoja de ruta con las especificaciones de la etapa. 			
Tabla 72. Especificaciones para la Inspección Inicial			
<hr/>			
Especificaciones para la inspección inicial			
<hr/>			
Antigüedad del neumático recibido	7 años		
Cantidad máxima de reencauches	4 reencauches		
Desgaste máximo de banda	12 mm		
Número máximo de picaduras	4		
<hr/>			
Fuente: Norma técnica ecuatoriana de reencauche			

PROCEDIMIENTO DE RASPADO													
Etapa	Raspado	Duración (estándar)	16,17 minutos										
Materiales, Herramientas y/o máquinas													
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Inflador ○ Máquina raspadora 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Reglas ○ Tiza 										
<ul style="list-style-type: none"> ○ Inflar el neumático a una presión de 30 PSI. ○ Verificar en hoja de ruta medidas de la banda de rodamiento. ○ Raspar la banda de rodamiento antigua 2 mm y eliminar el labrado anterior, dándole una textura adecuada y el ancho ideal de acuerdo al diseño solicitado por el cliente. ○ Realizar respectivas mediciones, de manera que: <ul style="list-style-type: none"> ○ La banda de rodamiento de la carcasa, debe quedar como mínimo 1 mm de caucho. ○ Respecto a la circunferencia de los hombros, la medida entre uno y otro no debe ser superior a 5mm. ○ Marcar en el lateral del neumático con una tiza, las heridas (daños) encontradas durante el raspado para facilitar el trabajo de la etapa posterior, además para que se reparen todos los daños. 													
Tabla 73. Especificaciones para el Raspado													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Especificaciones para el Raspado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 70%;">Inflado del neumático</td> <td style="text-align: right;">30 PSI</td> </tr> <tr> <td>Raspado máximo de neumático</td> <td style="text-align: right;">2 mm</td> </tr> <tr> <td>Post-raspado: banda (como mínimo)</td> <td style="text-align: right;">1 mm</td> </tr> <tr> <td>Post-raspado: Hombros (como máximo)</td> <td style="text-align: right;">5 mm</td> </tr> </tbody> </table>				Especificaciones para el Raspado		Inflado del neumático	30 PSI	Raspado máximo de neumático	2 mm	Post-raspado: banda (como mínimo)	1 mm	Post-raspado: Hombros (como máximo)	5 mm
Especificaciones para el Raspado													
Inflado del neumático	30 PSI												
Raspado máximo de neumático	2 mm												
Post-raspado: banda (como mínimo)	1 mm												
Post-raspado: Hombros (como máximo)	5 mm												
Fuente: Norma técnica ecuatoriana de reencauche													

PROCEDIMIENTO DE ESCAREADO			
Etapa	Escareado	Duración (estándar)	22,50 minutos
Materiales, Herramientas y/o máquinas			
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mini taladro ○ Parches 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rodillo metálico ○ Reglas 	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Montar el neumático en la montura para neumáticos, en la cual se realizarán todas las reparaciones. 2. Utilizar el mini taladro para reparar heridas 3. Durante las reparaciones concernientes a esta etapa el límite para desgastar el neumático es de 0,8 mm como mínimo y 2 mm como máximo 4. Realizar excavaciones en el sentido de la perforación, en forma cónica para que no tenga acabado en puntas o filos que impidan el pegue del caucho. 5. Colocación de parches <ul style="list-style-type: none"> ○ Las heridas con más de 8 mm, deben colocarse parches. ○ En lo que respecta a los talones, el límite máximo es un parche de 65 mm. ○ Para los hombros es de 20 mm. ○ Para la superficie de la banda de rodamiento 30 mm. ○ Si sobrepasa esa medida no se deben colocar parches, por ende se rechazarían, Los parches no deben ser superpuesto uno sobre el otro. ○ La cantidad máxima de parches para los neumáticos es de 6. 6. Se debe utilizar un rodillo luego de haber colocado el parche, para que no exista aire atrapado y se debe hacer desde el centro hacia los extremos del parche. 7. Contabilizar la cantidad de parches y reparaciones, el cual debe coincidir con el conteo inicial 			
Tabla 74. Especificaciones para el Escareado			
Especificaciones para el Escareado			
Medida mínima para colocar parches		8 mm	
Desgaste del neumático a reparar		0,8 mm – 2mm	
Medida máxima de talones para colocar parche		65 mm	
Medida máxima de hombros para colocar parche		20 mm	
Cantidad máxima de parches		6	
Medida máxima de banda para colocar parche		30 mm	
Fuente: Norma técnica ecuatoriana de reencauche			

PROCEDIMIENTO DE CEMENTADO Y RELLENO			
Etapas	Cementado y Relleno	Duración (estándar)	18,83 minutos
Materiales, Herramientas y/o máquinas			
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Brocha manual ○ Extractora 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Cojín o goma
<ol style="list-style-type: none"> 1. Con el uso de la brocha se coloca el cemento sobre la superficie del neumático, cubriendo todas las reparaciones realizadas en etapas previas. Este debe hacer con un movimiento de frotación circular para que el cemento trabaje dentro de la superficie. Esto impedirá que se produzcan encharcamientos. 2. Mientras los neumáticos secan, se debe inspeccionar si se ha realizado una adecuada cantidad de cemento. 3. Se prepara la extractora a una temperatura entre 200°C y 300°C, además la preparación incluye colocar dentro de esta herramienta el cojín o goma para poder cubrir. 4. Con la extractora preparada, se procede a rellenar las excavaciones, cercos y flancos del neumático, tratando siempre que no quede aire atrapado. El relleno debe sobresalir a la herida o imperfección, nunca debe quedar por debajo. 5. Se debe contar la cantidad de partes rellenadas, la cual debe ser congruente al conteo de la etapa de escareado. 			
Tabla 75. Especificaciones para el cementado y relleno			
Especificaciones para el cementado y relleno			
Presión de la extractora		200°C – 300°C	
Fuente: Norma técnica ecuatoriana de reencauche			

PROCEDIMIENTO DE EMBANDADO							
Etapa	Embandado	Duración (estándar)	16,95 minutos				
Materiales, Herramientas y/o máquinas							
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cojín laminado ○ Molde 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Cortadora manual 				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar el molde del cojín laminado y ejecutar el corte, sin dejar tolerancias 2. Envolver cojín laminado en neumático cementado, ejerciendo ligera presión para que tenga una buena adherencia. 3. Envolver banda de rodamiento en neumático encojinado, ejerciendo mucha presión para que tenga una buena adherencia. Se deben dar ligeros golpes con un martillo constantemente para una buena unión 4. Colocar neumático embandado en máquina rodilladora a 80 PSI, para que esta elimine todo el aire que pueda contener 							
<p>Tabla 76. Especificaciones para el Embandado</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Especificaciones para el Embandado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Presión de máquina rodilladora</td> <td style="text-align: center;">80 PSI</td> </tr> </tbody> </table>				Especificaciones para el Embandado		Presión de máquina rodilladora	80 PSI
Especificaciones para el Embandado							
Presión de máquina rodilladora	80 PSI						
Fuente: Norma técnica ecuatoriana de reencauche							

PROCEDIMIENTO DE CORTE DE BANDAS			
Etapa	Corte de bandas	Duración (estándar)	14,65 minutos
Materiales, Herramientas y/o máquinas			
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Banda de rodamiento ○ Molde de banda 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Cortadora manual
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se recepciona el neumático y verifica la hoja de ruta de reencauche, desde el área de relleno. 2. Colocar el molde de la banda de rodamiento y ejecutar el corte en la cortadora manual , sin dejar tolerancias ya que el molde ya tienen la medida adecuada, conservando siempre el diseño de la banda 3. Cementar la banda de rodamiento cortada, con una brocha 4. Mover la banda de rodamiento hacia embandado y sostener desde la parte inferior ayudando a que seque mientras se transporta. 			

PROCEDIMIENTO DE ARMADO			
Etapa	Armado	Duración (estándar)	7,49 minutos
Materiales, Herramientas y/o máquinas			
	○ Envelope		○ Manguera de extracción de aire
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se recepciona el neumático embandado y verifica la hoja de ruta de reencauche. 2. Limpiar el envelope con el fin de retirar contaminantes u objetos extraños 3. Armado del neumático, seleccionando el rin adecuado de acuerdo a la dimensión del neumático, además de verificar la dimensión de los aros de la llanta. 4. Colocar el envelope en el neumático armado 5. Se procede a retirar del aire del envelope armado en el neumático. 6. Inspeccionar condiciones de armado, constatando que los platos y el rin se encuentren colocados adecuadamente 			

PROCEDIMIENTO DE VULCANIZADO											
Etapa	Vulcanizado	Duración (estándar)	23,86 minutos								
Materiales, Herramientas y/o máquinas											
<ul style="list-style-type: none"> ○ Autoclave industrial 											
<ol style="list-style-type: none"> 1. Programación de la autoclave industrial <ul style="list-style-type: none"> ○ Presión de la autoclave: 80 PSI ○ Temperatura de la autoclave: 100°C ○ Tiempo de vulcanizado: 2,5 horas 2. Colocar los neumáticos en el interior de la autoclave industrial, conectando las mangueras de presión y escape a cada una de las válvulas. 3. Ejecución de vulcanizado de neumáticos <ul style="list-style-type: none"> ○ Durante el tiempo de vulcanizado se debe controlar que las variables de presión, temperatura y tiempo estén acorde a lo programado previamente. ○ Si la autoclave no ha alcanzado los 10 minutos de trabajo y se detecta alguna falla se puede cancelar el vulcanizado, reparar e iniciar nuevamente. ○ Revisar el funcionamiento de la autoclave durante la ejecución, verificando las fugas existentes. ○ Revisar que las resistencias eléctricas trabajen adecuadamente. 4. Verificar que la presión interna de la autoclave industrial se encuentre en 0 PSI. Si esta no posee este valor, no se debe abrir la puerta de la autoclave. 											
Tabla 77. Especificaciones para el Vulcanizado											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Especificaciones para el Vulcanizado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 60%;">Presión de la autoclave</td> <td style="text-align: center;">80 PSI</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de autoclave</td> <td style="text-align: center;">100°C</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de Vulcanizado</td> <td style="text-align: center;">2,5 horas</td> </tr> </tbody> </table>				Especificaciones para el Vulcanizado		Presión de la autoclave	80 PSI	Temperatura de autoclave	100°C	Tiempo de Vulcanizado	2,5 horas
Especificaciones para el Vulcanizado											
Presión de la autoclave	80 PSI										
Temperatura de autoclave	100°C										
Tiempo de Vulcanizado	2,5 horas										
Fuente: Norma técnica ecuatoriana de reencauche											

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN FINAL Y PINTADO									
Etapa	Inspección final y Pintado	Duración (estándar)	16,41 minutos						
Materiales, Herramientas y/o máquinas									
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pintura ○ Reglas 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Lezna 						
<ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar los neumáticos, desconectando las mangueras, retirando envelopes, rin, plato, etc. 2. Colocar pintura de caucho negro sobre el neumático proveniente del vulcanizado. 3. Secar el neumático pintado. 4. Revisar e inspeccionar condiciones del neumático <ul style="list-style-type: none"> ○ Verificar que no haya heridas superficiales sin relleno, separaciones de lonas, alambres expuestos en las pestañas. 5. Los vacíos de hombro en carcasas no se extienden bajo la banda más de 13 mm, lo cual se verifica con la lezna 6. Medición de distancia entre parches (10 mm – 12 mm) 7. Utilizando la lezna se debe verificar que no existan despegues de banda 8. Comprobar que no existan grietas circunferenciales que afecten estructuralmente el neumático. <p style="text-align: center;">Tabla 78. Especificaciones para Inspección final</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Especificaciones para Inspección final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Vacíos de hombro como máximo</td> <td style="text-align: center;">13 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Distancia entre parches</td> <td style="text-align: center;">10 mm-12mm</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Norma técnica ecuatoriana de reencauche</p>				Especificaciones para Inspección final		Vacíos de hombro como máximo	13 mm	Distancia entre parches	10 mm-12mm
Especificaciones para Inspección final									
Vacíos de hombro como máximo	13 mm								
Distancia entre parches	10 mm-12mm								

3.3.4. Capacitación sobre el procedimiento propuesto

En la *figura 5* se muestran los pasos para el estudio de métodos de trabajo. Luego de seleccionar el método de trabajo, recolectar los datos (*Ver tabla 23*), examinar el proceso de reencauche (*Ver figuras 63 – 67*), ahora se procede a implantar el nuevo método de trabajo para el proceso de reencauche, enfocado a reducir las devoluciones.

Para implementar las mejoras, resulta de suma importancia capacitar al personal sobre los nuevos procedimientos propuestos del proceso de reencauches de neumáticos. Para ello, se realizará una capacitación a todos los trabajadores de producción, la cual tendrá como principal responsable al gerente de la empresa. La capacitación contará con dos fases.

- **Primera Fase**

En la primera fase se les informará a los trabajadores sobre los alcances del nuevo método a emplear, se le explicará de forma general los nuevos cambios y se les dará en forma escrita el nuevo método para su comprensión y lectura de procesos y diagramas.


- **Segunda Fase**

Para la segunda fase, se le mostrará a cada trabajador la forma en que se deben realizar cada una de las mejoras aplicadas en su área de trabajo, así como las herramientas, métodos y parámetros a implementar.

- **Estructura del programa de capacitación**

El programa de capacitación se centrará en los métodos de trabajos propuestos, cuyo objetivo es que el trabajador realice los métodos de trabajo de acuerdo al procedimiento estipulado. Tendrá una duración de 6 meses de acuerdo a un temario. A continuación, se muestra los temas a tratar:


Tabla 79. Plan de capacitación del nuevo método de trabajo

PLAN DE CAPACITACIÓN								
Capacitador: Julio Luzón								
Objetivo: Lograr que los empleados apliquen de manera correcta el nuevo método de trabajo								
Tema	Contenido	Herramientas	Ene 19	Feb 19	Mar 19	Abr 19	May 19	Jun 19
Control estadístico de calidad	Especificaciones, parámetros	Afiches						
NTE 2582 Requisitos del reencauche	Parámetros del reencauche	Norma técnica impresa						
Devoluciones de reencauches	Diagnóstico de investigación	Imágenes, cuadros						
Nuevo método de trabajo	Nuevas estaciones, tiempo estándar	Procedimiento impreso						
Etapas de Inspección Inicial	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Etapas de Raspado	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Etapas de Cementado y Relleno	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Etapas de Corte de Bandas	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Etapas de Escareado	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Etapas de Relleno	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Etapas de Embandado	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Etapas de Armado	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Etapas de Vulcanizado	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Etapas de I. Final y Pintado	Explicación de nuevos métodos	Procedimiento impreso						
Nueva hoja de ruta	Explicación de registro de datos	Hoja de ruta						

3.3.5. Fichas de control y verificación propuestas para hacer cumplir el nuevo método de trabajo

Para controlar el procedimiento previamente descrito, se propone la elaboración de una nueva hoja de ruta. Estas serán registradas por cada operador y controladas por el Gerente General de la empresa, ya que el siempre supervisa la planta inspeccionando de manera visual

Tabla 80. Hoja de ruta del proceso de reencauche propuesta

		HOJA DE RUTA DEL PROCESO DE REENCAUCHE	
		Cliente	
Fecha de Ingreso		Marca	
Medida		Diseño de banda	
Serie		Obsv.	
Medidas			
INSPECCIÓN INICIAL	RESULTADO	PARÁMETRO	OBSV.
Antigüedad del neumático		≤ 7 años	
Reencauches previos		≤ 4 reencauches	
Cantidad de picaduras, heridas		≤ 4 picaduras	
Materiales extraños		N/A	
ESTADO: (Marcar)	APTO	NO APTO	
RASPADO	RESULTADO	PARÁMETRO	OBSV.
Presión de Inflado		30 PSI	
Textura de raspado		≤ 2 mm	
Cantidad de picaduras, daños		N/A	
ESCAREADO	RESULTADO	PARÁMETRO	OBSV.
Cantidad de picaduras, daños		N/A	
Número de parches colocados		≤ 6 parches	
Cantidad de daños reparadas		N/A	
CEMENTADO Y RELLENO	RESULTADO	PARÁMETRO	OBSV.
Cantidad de daños rellenados		N/A	
CORTE DE BANDAS	SÍ	NO	OBSV.
¿Se cementó banda rodamiento?			
EM BANDADO	RESULTADO	PARÁMETRO	OBSV.
Presión de rodilladora		80 PSI	
ARMADO	SÍ	NO	OBSV.
¿El estado del envelope es adecuado?			
¿Se retiró todo el aire del neumático?			
VULCANIZADO	RESULTADO	PARÁMETRO	OBSV.
Presión de autoclave		80 PSI	
Temperatura de autoclave		100°C	
Tiempo de vulcanizado		2,5 horas/lote	
INSP. FINAL Y PINTADO	RESULTADO	PARÁMETRO	OBSV.
Medición de parches		≤ 13 mm	
Vacíos en hombros		10 mm – 12 mm	
CONFORME		REPROCESO	
Verificado por: GERENTE GENERAL - Julio Luzón		Firma:	

3.3.6. Tiempo estándar

3.3.6.1. Tiempo normal de la propuesta

Representa el tiempo que demora un operario normal trabajando a ritmo cómodo en producir una unidad. (Kanawaty 2006). Se calculó el tiempo normal usando la siguiente formula

$$\text{Tiempo Nomal} = TCP * FC$$

Donde:

TCP = Tiempo de ciclo promedio

FC Facto de calificación de desempeño

El factor de calificación de desempeño, se determinó a través del sistema de calificación Westinghouse, el cual muestra los diversos factores para hallar las calificaciones a la habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia. (Ver anexo 8)

En la tabla 81 se aprecia la valorización de la calificación la cual se estimó según lo observado en el diagnóstico. Para el cálculo del total se han establecido valores numéricos equivalentes al anexo 8, determinando los cuatro valores y la adición de una unidad en la suma, tal y como se aprecia a continuación:

Tabla 81. Factor de calificación de desempeño

Etapas	Destreza	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
Inspección Inicial	0,03	0,02	0,02	-0,04	1,03
Raspado	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08
Escareado	0,03	0,02	0,02	0,03	1,10
Cementado y Relleno	0,08	0,05	0,02	0,01	1,16
Corte de bandas	0,00	0,02	0,02	0,01	1,05
Embandado	0,00	0,02	0,02	-0,02	1,02
Armado	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08
Vulcanizado	0,06	0,02	0,04	0,03	1,15
Inspección Final y Pintado	0,06	0,02	0,02	0,00	1,10

Una vez obtenido el factor de calificación por etapa, se multiplica por el tiempo promedio del método propuesto y se obtiene el tiempo normal, tal y como se muestra en la tabla 82.

Tabla 82. Tiempo normal de la propuesta

Etapa	Factor de calificación	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)
Inspección inicial	1,03	13,97	14,39
Raspado	1,08	12,58	13,59
Escareado	1,10	17,18	18,90
Cementado y Relleno	1,16	13,96	16,19
Corte de bandas	1,05	12,00	12,60
Embandado	1,02	14,29	14,58
Armado	1,08	6,10	6,59
Vulcanizado	1,15	18,26	21,00
Inspección Final y Pintado	1,10	12,83	14,11
Total	-	121,17	131,94

3.3.6.2. Tiempo estándar de la propuesta

Con el tiempo normal ya se puede calcular el tiempo estándar, el cual se define como el tiempo requerido para que un operario con un trabajo ritmo normal, calificado y estandarizado lleve a cabo una tara. Para el cálculo del tiempo estándar, se utilizó la siguiente formula:

$$Tiempo\ estándar = \frac{Tiempo\ normal}{(1 - Factor\ de\ suplemento)}$$

(Kanawaty 2006).

o Factor de suplemento o tolerancias

Como ya se había mencionado, la empresa no maneja suplementos ni tolerancias, a pesar de ello estas se deben considerar ya que reflejan los retrasos que se dan en el proceso. Las tolerancias deben expresar la realidad de los tiempos estándares obtenidos. Para el cálculo de estas, se tomó en cuenta la tabla de tolerancias típicas proporcionadas por la Organización Internacional del trabajo (OIT), tal y como se muestra en el *anexo 9*.

En la tabla 83, se muestra el total del factor suplemento o tolerancias por cada etapa del proceso propuesto de reencauche, cabe resaltar que las tolerancias constantes (Tolerancias personas y básica o por fatiga que dan 9%) son obligatorias. Además, se consideraron a 8 etapas la tolerancia de 2% porque son etapas que se hacen de pie y en fuerza 3%, ya que cargan neumáticos que pesan en promedio 10 Kg (*Ver anexo 10*). Y 2% en ruido solo en las etapas de

Raspado (la máquina raspadora emite ruido) y en el escareado (el mini taladro al reparar heridas)

Tabla 83. Factor suplemento o tolerancia

Etapa / Tolerancias	Constantes	Estar de pie	Fuerza	Ruido	Total
Inspección inicial	9%	2%	3%	-	14%
Raspado	9%	2%	3%	2%	16%
Escareado	9%	2%	3%	2%	16%
Cementado y Relleno	9%	2%	3%	-	14%
Corte de bandas	9%	2%	3%	-	14%
Embandado	9%	2%	3%	-	14%
Armado	9%	-	3%	-	12%
Vulcanizado	9%	-	3%	-	12%
Inspección final y Pintado	9%	2%	3%	-	14%

Una vez obtenido el factor de suplemento o tolerancia por etapa, se aplica la fórmula previamente mostrada y se obtiene el tiempo estándar, tal y como se muestra en la tabla 84. El tiempo estándar según el método de trabajo propuesto asciende a 153,59 min. (Ver anexo 12)

Tabla 84. Tiempo estándar de la propuesta

Etapa	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tolerancia	Tiempo estándar (min)
Inspección inicial	13,97	14,39	14%	16,73
Raspado	12,58	13,59	16%	16,17
Escareado	17,18	18,90	16%	22,50
Cementado y Relleno	13,96	16,19	14%	18,83
Corte de bandas	12,000	12,60	14%	14,65
Embandado	14,29	14,58	14%	16,95
Armado	6,10	6,59	12%	7,49
Vulcanizado	18,26	21,00	12%	23,86
Inspección final y Pintado	12,83	14,11	14%	16,41
Total	121,17	131,94	-	153,59

3.3.7. Nuevos indicadores de producción y productividad

3.3.7.1. Nuevos indicadores del proyecto

A. Devoluciones

Como la propuesta de mejora atacó a todas las causas que generaban devoluciones estas ahora son 0%.

B. Pérdidas económicas

Como la propuesta de mejora atacó a todas las causas que generaban devoluciones y por ende a las pérdidas económicas estas ahora son 0%.

3.3.7.2. Nuevos indicadores de producción

A. Producción

Para calcular la producción se divide el tiempo base de 600 *min/día* entre el tiempo de ciclo 18,26 *min/unidad*. Resultando 30 *unidades/día*.

$$\textit{Producción de reencauche} = \frac{\textit{Tiempo base}}{\textit{Ciclo}}$$

$$\textit{Producción de reencauche} = \frac{600 \textit{ min/ día}}{18,26 \textit{ min/ unid}}$$

$$\textit{Producción de reencauche} = 30 \textit{ reencauches/día}$$

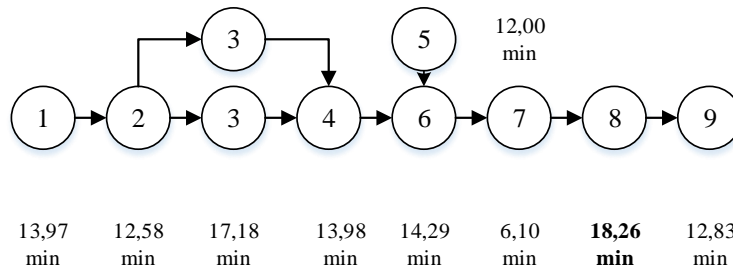
Como se trabajan 6 días a la semana, la producción mensual se calcularía multiplicando por 26 días que se trabajarían al mes, por lo que la producción mensual resultaría 780 *unidades/mes*.

$$\textit{Producción de reencauche} = 30 \frac{\textit{unidades}}{\textit{día}} \times 26 \frac{\textit{días}}{\textit{mes}}$$

$$\textit{Producción de reencauche} = 780 \textit{ reencauches/mes}$$

3.3.7.3. Nuevos indicadores de tiempo

A. Cuello de botella



La etapa que más demora (cuello de botella) en el proceso de reencache es la etapa de Vulcanizado con 18,26 minutos por cada operario en un día laboral.

- o **Cuello de botella** = 18,26 min/op * día

B. Tiempo de ciclo

El nuevo tiempo de ciclo (promedio) del proceso de reencache es 121,17 minutos

- o **Tiempo de ciclo** = 121,17 min / reencache

El tiempo que demora en producir un reencache sin tomar en cuenta suplementos, demoras, fatigas es de 121,17 minutos.

C. Desperdicio de tiempo

- o **Desperdicio de tiempo** = 18,08%

El desperdicio de tiempo en el método de trabajo es de 18,08% en todo el proceso de reencache de neumáticos (Ver tabla 71)

3.3.7.4. Nuevos indicadores de productividad

A. Productividad de materia prima

Para calcular la productividad de materia prima, se divide la unidad de cada producto entre la cantidad de material que se requiere para su producción.

En promedio de todas las bandas de rodamiento que brinda la empresa, para elaborar un reencache se necesitan 5,35 Kg, ya que según el procedimiento propuesto no se necesita dejar tolerancias en el corte de bandas de rodamiento por lo que la productividad de la materia prima es de:

$$\text{Productividad M. P} = \frac{1 \text{ Reencauche}}{5,35 \text{ Kg}} = 0,19 \text{ reencauche/Kg}$$

La productividad de materia prima resultó 0,19 reencauche/Kg, quiere decir que por cada Kg de banda de rodamiento se harán 0,19 reencauches.

B. Productividad de mano de obra

Para calcular la productividad de mano de obra, se divide la producción diaria de cada producto entre los 10 operarios propuesta para este método de trabajo

$$\text{Productividad M. O} = \frac{30 \text{ Reencauches}}{10 \text{ operarios}} = 3,00 \frac{\text{reencauches}}{\text{operario} * \text{día}}$$

La productividad de mano de obra resultó 3 reencauche/operario*día, quiere decir que cada operario realiza 3 reencauches de neumáticos al día

C. Productividad Económica

En la tabla 85 se muestra el nuevo costo de mano obra por unidad. Se observa que son 10 operarios en el proceso y el sueldo mensual de los operarios es de 950 soles. El costo por hora se calculó dividiendo el sueldo de operarios entre las 10 horas al día por 6 días a la semana por 4 semanas al mes, obteniendo 3,96 soles por hora. El reencauche por hora se calculó dividiendo la producción 780 unidades entre 10 horas al día por 6 días a la semana por 4 semanas al mes, obteniendo 3,25 reencauche por hora. El costo de mano de obra por unidad se calculó dividiendo 3,25 reencauche por hora y 3,96 soles/hora obteniendo 0,82 soles/operario calculándolo para los 10 operarios de la planta, el costo de mano de obra asciende a 16,80 soles/unidad.

Tabla 85. Nuevo Costo de Mano de obra

Actividad del proceso	Operarios	Sueldo de M.O (S/)	Costo por hora (S/)	Reencauche por hora(S/)	Costo M.O por unidad (S/)
Inspección inicial	1				0,82
Raspado	1				0,82
Escareado	2				1,64
Cementado y Relleno	1				0,82
Cortado de bandas	1	950	3,96	3,25	0,82
Embandado	1				0,82
Armado	1				0,82
Vulcanizado	1				0,82
Pintado e inspección final	1				0,82
TOTAL (Por unidad)	10	-	-	-	8,20

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

El costo de materia prima se calculó mediante el promedio en Kg de todos los tipos de bandas de rodamiento que la empresa maneja (MZY, M188, MCT, MDR, MTK, M29, MZZ, MLA, MHR), el cual es de 5,35 kg (*Ver tabla 8*) multiplicado por 11,46 soles o 3,64 dólares en promedio que cuesta el Kg de banda de rodamiento (*Ver anexo 2*), se obtuvo 61,31 soles/ materia prima.

Tabla 86. Costo de materia prima

Actividad del proceso	Costo por Kg de banda(S/)	Kg de banda usado en reencauche	Costo de materia prima por unidad (S/)
Corte de bandas	11,46	5,35	61,31

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

Tabla 87. Costos de materiales

Materiales	Etapa	Operadores	Costo parcial	Costo total
Parches	Escareado	2	10,00	20,00
Cemento	Cementado		5,86	5,86
Goma extruída	Relleno	1	6,28	6,28
Cojín laminado	Embandado	1	2,98	2,98
Pintura para caucho	Pintado	1	3,85	3,85
Total				38,97

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2018

En la tabla 88, se muestra el costo de producción unitario en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L, equivalente a un reencauche de neumático el cual es 106,01.

Tabla 88. Nuevo Costo de producción por unidad

Recursos	Costo por unidad (S/)
Materiales	38,97
Materia Prima	61,31
Mano de obra	8,20
PRODUCCIÓN (Total)	108,48

$$Productividad\ económica = \frac{30\ reencauches}{108,48\ S/ * Unid} = 0,28 \frac{Reencauches}{S/}$$

La productividad económica resultó 0,28 reencauche/ S/, quiere decir que por cada reencauche hecho se tiene un costo de producción de 0,28 soles al día.

3.3.7.5. Nuevos indicadores de capacidad

A. Capacidad de diseño

La capacidad diseñada, sigue siendo la misma a la actual, ya que esta se ve restringida por la capacidad de la autoclave industrial (10 neumáticos)

Por ello:

$$Capacidad\ Diseñada = 30 \frac{reencauches}{día} \times \frac{26\ días}{mes} = 780 \frac{reencauches}{mes}$$

La capacidad diseñada resultó 780 reencauches/mes, es decir, la máxima capacidad teórica de reencauche que se puede producir en condiciones ideales es de 780 reencauches al mes.

B. Capacidad real

Para determinar la producción mejorada se proyectó la data de producción de 2017, se tomó la producción real con las devoluciones ya que con la propuesta no existirán devoluciones y se convertirá en producción.

Para determinar el método de proyección de reencauche se procedió a realizar la gráfica de dispersión, para decidir el mejor método de proyección.

En la figura 94, se observa la gráfica de dispersión de la producción real, la cual tiene un coeficiente de correlación de 0,1801. Lo cual refleja la buena linealidad de los datos.

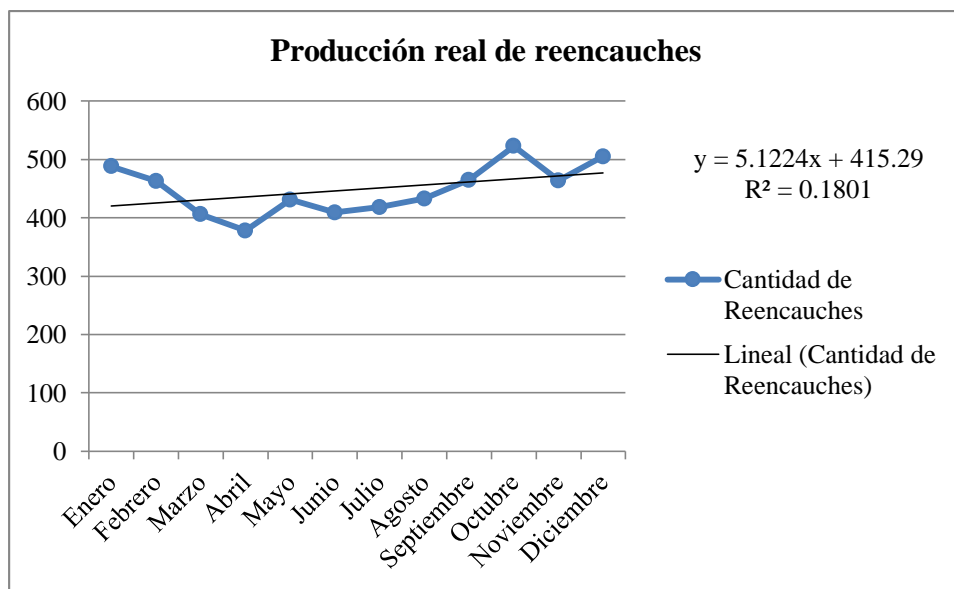


Figura 94. Proyección de la producción real de reencauches

En la figura 95, se observa la gráfica de dispersión de los reencauches devueltos, la cual tiene un coeficiente de correlación de 0,1758. Lo cual refleja la buena linealidad de los datos.

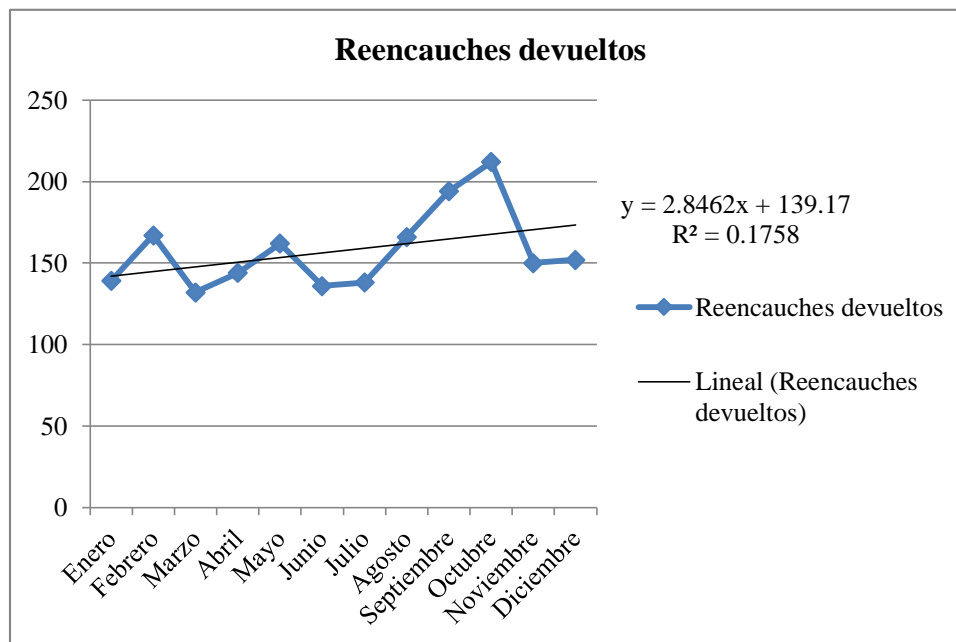


Figura 95. Proyección de la cantidad de reencauches devueltos

La cantidad de reencauche proyectada se muestra a continuación:

Tabla 89. Cantidad de reencauches para 2018

Año	Mes	Cantidad de Reencauches
2018	Enero	482
	Febrero	487
	Marzo	492
	Abril	497
	Mayo	502
	Junio	507
	Julio	513
	Agosto	518
	Septiembre	523
	Octubre	528
	Noviembre	533
	Diciembre	538
TOTAL		6 121
Promedio		510

La capacidad real desde el periodo estudiado (proyectado), en el 2018 es de 6 121, teniendo como promedio 510 reencauches.

$$\text{Capacidad Real} = 510 \frac{\text{reencauches}}{\text{mes}}$$

La capacidad real resultó 510 reencauches al mes (según las proyecciones), esto quiere decir que la empresa en el periodo del 2018 producirá realmente 510 reencauches al mes en promedio

C. Capacidad efectiva

En la planta, se realizar cuatro sesiones de mantenimiento preventivo al mes, constando cada uno de tres horas.

- o **Tiempo de ciclo** = 260 horas – (5 horas/semana) x (5 sesiones de mantenimiento) = 235 horas (14 100 min/mes)

Para el cálculo de esta se divide, el nuevo tiempo de ciclo restado las horas de mantenimiento preventivo al mes, entre el cuello de botella, obteniendo 649 reencauches/mes.

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{14\ 100 \text{ Min/mes}}{18,26 \text{ min/ unid}} = 772 \text{ reencauches/mes}$$

La capacidad efectiva resultó 772 reencauches al mes, esto quiere decir la empresa produce al mes 772 reencauches en condiciones reales, teniendo en cuenta los paros, mantenimientos y demoras

D. Utilización

La utilización es el cociente entre la capacidad real y la capacidad diseñada, representando la capacidad que se utiliza de la planta.

$$\text{Utilización} = \frac{510 \text{ reencauches/mes}}{780 \text{ reencauches/ mes}} = 65,38\%$$

La utilización nos dio 65,38%, esto quiere decir que respecto a la capacidad diseñada que tiene la empresa y la producción real, esta ha utilizará el 65,38% del 100% que es el teórico.

3.3.7.6. Nuevos indicadores de eficiencia

A. Eficiencia económica

$$Eficiencia\ económica = \frac{Producción * Precio\ de\ venta}{Recursos\ (M.O + Mat + M.P + Maquinaria)}$$

INGRESOS

- Según nuestro nuevo indicador de producción es de 780 *unidades/mes*, multiplicado por el precio de venta 191,30 tenemos como ingresos: **149 214,00** soles/mes

EGRESOS

- El nuevo costo unitario de mano de obra en todo el proceso es de 8,20 soles/unidad (*Ver tabla 88*) multiplicado por la producción mensual propuesta que es 780 *unidades/mes* obtenemos **6 396,00** soles/mes.
- El costo unitario de materia prima en todo el proceso es de 61,31 soles/unidad (*Ver tabla 86*) multiplicado por la producción mensual propuesta que es 780 *unidades/mes* obtenemos **47 821,80** soles/mes.
- El costo unitario de materiales en todo el proceso es de 36,50 soles/unidad (*Ver tabla 87*) multiplicado por la producción mensual propuesta que es 780 *unidades/mes* obtenemos **24 674,00** soles/mes.
- La autoclave industrial que se utiliza en la etapa de vulcanizado utiliza gas, la cual tiene un costo promedio de **1 177,11** soles/mes. (*Ver anexo 5*)
- En el área de producción la empresa gasta en energía un costo promedio de **4 113,80** soles/mes. (*Ver anexo 4*)
- Debido a que con esta propuesta se eliminan las devoluciones, ya no existiría costo de reproceso.

La eficiencia económica se halló dividiendo los ingresos y los egresos (costos de materia prima, mano de obra, materiales, energía, gas y reproceso).

$$E.E = \frac{149\ 214,00\ \text{soles/mes}}{(6\ 396,00 + 47\ 821,80 + 24\ 674,00 + 1\ 177,11 + 4\ 113,80)\ \text{Soles/mes}}$$

$$E.E = \frac{149\ 214,00\ \text{soles/mes}}{(84\ 182,71)\ \text{Soles/mes}}$$

$$Eficiencia\ económica = 1,77$$

La eficiencia económica hallada nos dio 1,77 soles. Esto quiere decir que por cada sol que la empresa invierte esta gana 0,77 soles.

B. Eficiencia de la línea de producción

La eficiencia de la línea de producción con los métodos propuestos nos da 73,73%. (Ver pág. 134 y 135)

$$\text{Eficiencia de la línea} = 73,73 \%$$

C. Coeficiente de desequilibrio de tiempo

Con la nueva agrupación de actividades propuestas en estaciones de trabajo el coeficiente de desequilibrio nos da 26,27% (Ver pág. 134)

$$\text{Coeficiente de Desequilibrio} = 26,27\%$$

En la tabla 92, se puede observar que el tiempo (promedio) de ciclo aumentó en 5,81%. La producción aumentó en 15,38%, además el cuello de botella se redujo en 15,38%. En cuanto a los indicadores de productividad, en materia prima incrementó 5,56%, la mano de obra en 38,25%, la económica en 21,74%. Respecto a capacidades, la diseñada se mantuvo ya que depende de la capacidad de la autoclave industrial, la real se incrementó en 13,84%, la efectiva en 18,95%, la utilización aumentó en 13,82%, el desperdicio de tiempo disminuyó en 45,99%. Mientras que en eficiencias la económica aumentó 53,11%, la de la línea de producción aumentó en 59,04% y el coeficiente de desequilibrio disminuyó en 51,03%. Las devoluciones redujeron en un 100%.

3.3.8. Cuadro comparativo de indicadores

Tabla 90. Mejora de Indicadores

Indicador	Actual	Propuesta	Mejora
Indicadores del proyecto			
Porcentaje de devoluciones	77,55%	0 %	↓ 100%
Porcentaje de pérdidas económicas	39,03%	0%	↓ 100%
Indicadores del producción			
Producción	26 reencauches/día	30 reencauches/día	↑ 15,38%
Indicadores de tiempo			
Cuello de botella	22,90 min / op. x día	18,26 min / op x día	↓ 20,26%
Tiempo de ciclo	114,13 min/ reencauche	121,17 min/reencauche	↑ 5,81%
Desperdicio de tiempo en método	33,17%.	18,08%	↓ 45,49%
Indicadores del productividad			
Productividad de materia prima	0,18 reencauche/ Kg	0,19 reencauche/ Kg	↑ 5,56%
Productividad de mano de obra	2,17 reencauche/ op x día	3,00 reencauche/ op x día	↑ 38,25%
Productividad económica	0,23 reencauche / S/	0,28 reencauche / S/	↑ 21,74%
Indicadores de capacidad			
Capacidad de diseño	780 reencauches/ mes	780 reencauches/ mes	-
Capacidad real	448 reencauches / mes	510 reencauches / mes	↑ 13,84%
Capacidad efectiva	649 reencauches / mes	772 reencauches/mes	↑ 18,95%
Utilización	57,44%	65,38%	↑ 13,82%
Indicadores de eficiencia			
Eficiencia económica (Productividad total)	S/ 0,83	S/ 1,77	↑ 53,11%
Eficiencia de la línea de producción	46,36%	73,73%	↑ 59,04%
Coficiente de desequilibrio	53,64%	26,27%	↓ 51,03 %
Número de operarios	12	10	↓ 16,67 %
Número de estaciones	11	9	↓ 22,22 %
Costo de producción	127,08	106,01	↓ 16,58 %

3.4. ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

3.4.1. Beneficio de la propuesta de mejora

El beneficio de la propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos que se ha realizado, trae como beneficios los ingresos de las devoluciones ya que al no contar con devoluciones, estos se convierten en ingresos porque serán producidos y vendidos, además las pérdidas económicas (costos de reproceso) que se originaban por devoluciones también se convertirán en beneficios para la propuesta.

En la tabla 91, se muestra la proyección de producción real y devoluciones del 2018. El pronóstico realizado (*Ver figuras 94 y 95*), nos da como resultado la cantidad total de reencauches en el próximo año del periodo estudiado.

Tabla 91. Proyección de Reencauches y devoluciones

Año	Mes	Cantidad de Reencauches	Producción Real	Reencauches devueltos	Cantidad de reencauches recuperadas
2018	Enero	482	306	176	176
	Febrero	487	308	179	179
	Marzo	492	310	182	182
	Abril	497	313	185	185
	Mayo	502	315	188	188
	Junio	507	317	190	190
	Julio	513	319	193	193
	Agosto	518	322	196	196
	Septiembre	523	324	199	199
	Octubre	528	326	202	202
	Noviembre	533	328	205	205
	Diciembre	538	331	207	207
TOTAL		6 121	3 819	2 302	2 302
Promedio		510	318	192	192

o **Beneficios de ingresos por venta de reencauche recuperados**

En la tabla 92, se muestran los ingresos, respecto a la cantidad de reencauches recuperados, la cual se multiplicó por el precio de venta del servicio de reencauche, obteniendo los ingresos del periodo proyectado.

Tabla 92. Ingresos por venta de reencauches recuperados

Año	Mes	Reencauches recuperados	Precio de Venta (S/)	Ingresos (S/)
2018	Enero	176	156,78	27 619,62
	Febrero	179	156,78	28 065,81
	Marzo	182	156,78	28 512,01
	Abril	185	156,78	28 958,21
	Mayo	188	156,78	29 404,40
	Junio	190	156,78	29 850,60
	Julio	193	156,78	30 296,79
	Agosto	196	156,78	30 742,99
	Septiembre	199	156,78	31 189,19
	Octubre	202	156,78	31 635,38
	Noviembre	205	156,78	32 081,58
	Diciembre	207	156,78	32 527,77
TOTAL		2 302		360 884,36

○ **Beneficios de ingresos por eliminación de devoluciones**

En la tabla 93, se muestran los ingresos, por la eliminación de las devoluciones, la cual se multiplicó por el costo de reproceso del servicio de reencauche, obteniendo los ingresos del periodo proyectado.

Tabla 93. Ingresos por eliminación de devoluciones

Año	Mes	Reencauches recuperados	Costo de Reproceso Unitario (S/)	Ingresos (S/)
2018	Enero	176	97,78	17 225,71
	Febrero	179	97,78	17 503,99
	Marzo	182	97,78	17 782,27
	Abril	185	97,78	18 060,55
	Mayo	188	97,78	18 338,83
	Junio	190	97,78	18 617,12
	Julio	193	97,78	18 895,40
	Agosto	196	97,78	19 173,68
	Septiembre	199	97,78	19 451,96
	Octubre	202	97,78	19 730,24
	Noviembre	205	97,78	20 008,53
	Diciembre	207	97,78	20 286,81
TOTAL		2 302		225 075,09

En la tabla 94, se muestran los beneficios de la propuesta, la cual se halló sumando los ingresos por la eliminación de devoluciones y los ingresos por ventas de reencaches recuperados, todo ello respecto al periodo proyectado.

Tabla 94. Beneficios de la propuesta

Año	Mes	Reencaches recuperados	Ingresos Económicos
2018	Enero	176	44 845,33
	Febrero	179	45 569,80
	Marzo	182	46 294,28
	Abril	185	47 018,76
	Mayo	188	47 743,24
	Junio	190	48 467,71
	Julio	193	49 192,19
	Agosto	196	49 916,67
	Septiembre	199	50 641,15
	Octubre	202	51 365,63
	Noviembre	205	52 090,10
	Diciembre	207	52 814,58
TOTAL		2302	585 959,45

3.4.2. Egresos de la propuesta de mejora

3.4.2.1. Inversión inicial

Tabla 95. Inversión para la propuesta de mejora

Descripción	Inversión Total	
Inversión propia	100%	
INVERSIÓN TANGIBLE		
Máquina cortadora manual	S/	20 212,50
Rodillo Manual	S/	360,96
Portaherramientas	S/	699,00
Subtotal	S/	20 971,66
Imprevistos (5%)	S/	1 052,79
INVERSIÓN TOTAL	S/	22 336,08

En la tabla 95, se muestra la inversión total para la propuesta de mejora del proceso de reencache, donde se consideran en inversiones tangibles la máquina cortadora manual para la etapa de corte de bandas, los 6 rodillos manuales para el escareado y el porta herramientas, ascendiendo a una inversión total de 22 336,08 soles.

3.4.2.2. Costos anuales

Tabla 96. Ingresos por nuevos costo de producción

Año	Mes	Reencauches recuperados	Nuevo costo de producción (S/)	Ingresos (S/)
2018	Enero	176	S/. 108,48	19 110.70
	Febrero	179	S/. 108,48	19 419.44
	Marzo	182	S/. 108,48	19 728.17
	Abril	185	S/. 108,48	20 036.91
	Mayo	188	S/. 108,48	20 345.64
	Junio	190	S/. 108,48	20 654.38
	Julio	193	S/. 108,48	20 963.11
	Agosto	196	S/. 108,48	21 271.84
	Septiembre	199	S/. 108,48	21 580.58
	Octubre	202	S/. 108,48	21 889.31
	Noviembre	205	S/. 108,48	22 198.05
	Diciembre	207	S/. 108,48	22 506.78
TOTAL		2 302	-	249 704,90

En la tabla 96, se muestran los ingresos por los nuevos costos de producción determinados en la mejora, ya que este disminuyó por la reducción de los 2 operarios con la mejora. El total ascendió 249 704,90 en el periodo proyectado.

3.4.3. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Tabla 97. Flujo de caja de la propuesta

CONCEPTO	0	AÑO 2018				
		Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
I. INGRESOS						
INVERSIÓN	S/ 22 336,08					
INGRESOS		S/ 49 916,67	S/ 50 641,15	S/ 51 365,63	S/ 52 090,10	S/ 52 814,58
Ingresos adicionales por la venta de reencaches recuperados		S/ 30 742,99	S/ 31 189,19	S/ 31 635,38	S/ 32 081,58	S/ 32 527,77
Ingreso por recuperación de pérdidas económicas por costo de reproceso		S/ 19 173,68	S/ 19 451,96	S/ 19 730,24	S/ 20 008,53	S/ 20 286,81
II. EGRESOS						
TOTAL DE EGRESOS		S/ 21 271,84	S/ 21 580,58	S/ 21 889,31	S/ 22 198,05	S/ 22 506,78
Costos de producción (venta de nuevos productos)		S/ 21 271,84	S/ 21 580,58	S/ 21 889,31	S/ 22 198,05	S/ 22 506,78
Flujo Neto (Inversión)	S/, -22 336,08	S/ 28 644,83	S/ 29 060,57	S/ 29 476,31	S/ 29 892,06	S/ 30 307,80
Flujo de Caja acumulada		S/ 6 308,74	S/ 35 369,32	S/ 64 845,63	S/ 94 737,69	S/ 125 045,49

En la tabla 97, finalmente, en el flujo de caja se especifica los ingresos y egresos durante el periodo proyectado lo cual son los 5 últimos meses del año 2018 de la empresa respecto a la propuesta de mejora.

Tabla 98. Costo Beneficio de la propuesta

		Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INGRESOS		S/ 49 916,67	S/ 50 641,15	S/ 51 365,63	S/ 52 090,10	S/ 52 814,58
EGRESOS	S/ 22 336,08	S/ 21 271,84	S/ 21 580,58	S/ 21 889,31	S/ 22 198,05	S/ 22 506,78
B/C	S/ 1,95					

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{256\,828,13}{131\,782,64}$$

$$\text{Costo Beneficio} = 1,95$$

En la tabla 98, se muestra el costo beneficio de la propuesta la cual se calculó dividiendo el total de ingresos sobre el total de egresos, respecto al periodo proyectado durante el primer periodo del 2018, resultando 1,95 soles, lo que quiere decir que por cada sol invertido la empresa genera 0,95 soles de ganancia.

El periodo de recuperación de la propuesta es de 23 días. Este se calculó con la siguiente formula:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Flujo neto}}$$

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{28\,644,83}{29\,129,17} \times 30 \text{ días/mes}$$

$$\text{Periodo de recuperación} = 23 \text{ días.}$$

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. Del trabajo de investigación podemos determinar que se redujeron las pérdidas económicas por devoluciones en 100%, mejorándose el proceso de reencauche de neumáticos confirmándose así la hipótesis de investigación.
2. En el diagnóstico se evidenció que las causas más frecuentes de las pérdidas económicas por devoluciones fueron ineficiente etapa de Raspado con 17,28 %, daños y heridas sin reparar con 16,86 %, mal cubrimiento de daños y heridas con 15,22 %, mal corte de las bandas de rodamiento con 13,58 %, inspección inicial fuera de límites con 10,68 %, aire atrapado en los parches con 8,30 %, exceso de colocación de parches con 7,14 %, inspección final fuera de límites con 5,81 % e ineficiente etapa de cementado con 5,13 %. Además se encontró también que el desperdicio de tiempo en el método de trabajo ascendía a 33,17 %, la producción a 26 reencauches/día, la productividad de mano de obra 2,17 reencauches/día*operario y el cuello de botella en 22,90 minutos /operario* día.
3. En el segundo objetivo de la determinación de métodos y herramientas de mejora se empleó la matriz de priorización y esta nos dio como prioridad realizar primero un estudio de trabajo con 20,57%, seguido por Estandarizar con 14,00 %, balance de líneas con 13,79 %, Capacitación del método propuesto con un 13,13 % y determinación del tiempo estándar con 12,69 %.
4. Mediante la propuesta mejora del proceso de reencauche de neumáticos se logró reducir las pérdidas económicas por devoluciones en 100%. Se propusieron nuevas actividades, métodos de trabajo, procedimientos, herramientas, maquinaria, tiempo estándar y balance de líneas de producción reduciendo así en un 20,26 % el cuello de botella, el coeficiente de desequilibrio en 52,11 % y el desperdicio de tiempo en 45,99 %. También se logró incrementar los indicadores de productividad entre ellos la producción en 15,38%, la productividad de materia prima incrementó en 5,56%, la de mano de obra en 38,25 %, eficiencia de la línea de producción en 59,04 % y la eficiencia económica en 53,11 %.
5. Aplicando la mejora del proceso de reencauche de neumático con una inversión de 22 336,08 soles el costo beneficio nos dio 1,95 soles, lo cual quiere decir que por cada sol que la empresa invierte esta obtiene 0,95 soles de ganancia.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar un estudio sobre la ergonomía en el proceso de reencauche, ya que en todo momento los operarios cargan constantemente los 9,75 Kg (*Ver anexo 10*) que pesan en promedio los neumáticos, lo cual puede influir en el desarrollo de sus actividades.

- Se recomienda realizar una redistribución en el área de producción de la empresa para disminuir los transportes, aumentar la productividad y disminuir el desperdicio de tiempo.

- Se recomienda que la empresa no renueve operarios, es decir conservar a los que ha contratado e invertir en constantes capacitaciones, para que se procesen productos de manera eficaz.

- Se recomienda que se realice un estudio de riesgos y peligros, especialmente por el ruido ya que los operarios están expuestos a estos durante toda la jornada laboral.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahan, Camilo. 2013. *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería De Métodos*. 5ta ed. México: Limusa
- Alvelos, Helena y Behnam Bahmankhah. 2012. *Exploring the potential of quality tools in tire retreading industry*. International Journal of Engineering Science and Technology. Mayo. www.researchgate.net/publication/228769281
- Bastidas, Yohana. 2012. *Estructuración del proceso de devoluciones para la recuperación de su valor económico en la empresa RTA DESIGN- Planta Yumbo*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma De Occidente.
- Bonilla, Elsie, Díaz Bertha, Kleeberg Fernando. & Noriega María. (2010). *Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas*. Lima, Perú: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Carvajal, Luis, Jesús García, Josefa Ormeño y Maria Valverde. 2014. *Preparación de pedidos y venta de productos*. España Madrid: Editex, S.A
- Colby, Bruce. 2016. *Methods of tire retreading with abutting tread components*. Michelin recherche et technique. Febrero. www.freepatentsonline.com/y2016/0052219.html
- Cruelles, José. 2013. *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*. México: Alfaomega
- Cuatrecasas, Lluís. 2009. *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible*. España Barcelona: Profit Editorial.
- Direct Industry. 2017. www.directindustry.com/prod/eastman-machine-company/product-54829-436560.html. (último acceso: 1 de septiembre)
- Euromaster. Mantenimiento del vehículo. 2017. www.euromaster-neumaticos.es/. (último acceso: 23 de abril del 2017)
- Fernández, Manuel. 2013. *Análisis y descripción de puestos de trabajo Teoría, métodos y ejercicios*. España Madrid: Publidisa.
- García, Roberto. 2005. *Estudio del trabajo medición del trabajo*. España Madrid: McGrawHill
- Giannasi Elba, 2012. *Desperdicios en la producción*. Instituto Nacional De Tecnología Industrial. Córdoba, Argentina.
- Goldrat, Eliyahu. 2000. *La Meta*. Madrid: Ediciones Díaz De Santos
- Google Inc. 2017. *Google Maps*. www.google.pe/maps. (último acceso: 30 de mayo de 2017).
- Hansen, Don. 2000. *Administración de costos: Contabilidad y control*. México: Mc Grawhill
- Heizer, Jay. 2011. *Administración de operaciones*. Texas: Pearson
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 2011. *Reencauche de neumáticos, Requisitos*. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA- NTE INEN 2582:2011, 2.
- Kanawaty, George. 2006. *Introducción al estudio del trabajo*. Mexico DF: Limusa
- Krajewski, Lee y Ritzman Larry. 2000. *Administración de operación estrategias y análisis*. México: Pearson.

- Merino, José. *Method for retreading a tyre casing using a roller*. <http://www.google.co.in/patents/US4088521> (Consultado el 27 de noviembre).
- Meyers, Fred. 2000. *Estudio de tiempos y movimientos*. Mexico D.F: Pearson Education
- Michael, Gerardo. 2006. *Microeconomía*. Mexico D.F: Pearson Education
- Niebel, Benjamín. 2000. *Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos*. Novena Edición. Ed. Alfaomega (acceso junio 17, 2017).
- Nobuki, Karita. *Retreaded tire manufacturing method and tires suited therefor*. <https://www.google.com/patents/US9327465>. (Consultado el 01 de noviembre)
- Pimenta de Moraes, Claudio. 2012. *Aplicação do Lean Manufacturen em plantas de recapagem de PNE*. Excelencia em gestao, agosto.
- Resineco. 2017. Resineco Green Composites. www.tienda.resineco.com/es/CC0031. (último acceso: 12 de noviembre)
- RIS Solutions. 2013. Importancia de los manuales de procedimientos en la gestión administrativa. www.rissolutions.com/importancia-de-los-manuales-de-procedimientos-en-la-gestion-administrativa. (último acceso: 17 de septiembre)
- Ruedamax. 2017. www.ruedamax.com/. (último acceso: 10 de mayo de 2017).
- Silicio, Alfonso. 2006. *Capacitación y desarrollo de personal*. México DF: Limusa.
- Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía. 2015. Norma Técnica. www.cursosyeventosnmpe.org.pe/uploads/documentos//56e01c7572302.pdf (último acceso: 08 de diciembre)
- Sodimac. 2017. www.sodimac.com.pe/sodimacpe/product/2240327/Triplay-Fenolico-Film-18-mm-1.22-x-2.44-m/2240327. (último acceso: 21 de septiembre)
- Tesén, Martha. 2010. *Herramientas y Control estadístico de la Calidad: apuntes de estudio*. Chiclayo: Facultad de Ingeniería Industrial -USAT.
- Trías, Monica, Gonzalez Patricia, Fajardo Simone y Flores Laura. 2009. *Las 5W+H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos*. Uruguay: LATO
- Union of Japanese Scientist and Engineers. 2015. www.juse.or.jp/english/. (último acceso: 18 de mayo del 2017)
- Vásquez, Óscar. 2010. *Ingeniería De Métodos: apuntes de estudio*. Chiclayo: Facultad de Ingeniería Industrial -USAT.

VI. ANEXOS

Anexo 1. Hoja De Ruta Actual

ruedamax E.I.R.L. **Nº 015001**
REENCAUCHE AL FRIO

FECHA DE INGRESO:.....
 CLIENTE:.....
 MEDIDA:.....
 MARCA:.....
 SERIE:.....
 DISEÑO DE BANDA:..... ANCHO:.....

Figura 96. Hoja de ruta actual del proceso de reencauche en RUEDAMAX E.I.R.L.

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2017

Anexo 2. Factura

INVERSIONES BANDAEXPRESS E.I.R.L.
 VENTA DE MATERIALES PARA REENCAUCHE
 Av. Pedro Ruiz Gallo Nro. 2007 Urb. Entrada de Huachipa
 Ate - Lima - Lima
 CEL.: 977308574 / 977308293
 E-mail: ventasbandaexpress@gmail.com

R.U.C. 20565650191
FACTURA
 0001- Nº 001961

Lima 19 de Agosto del 20 2016

Señor(es): **RUEDAMAX E.I.R.L**

R.U.C.: **20487607917** Guía de Remisión Nº **001-001611**

Dirección **Mn. C LOTE. 01.PJ. JORGE BASADRE LAMBAYEQUE-CHICLAYO-CHICLAYO**

CANTIDAD	DESCRIPCION		P. UNIT.	VALOR DE VENTA	
	KILOS	UNID		PRECIO UNI	TOTAL
M1B-202C ✓	39.40	1 BANDA PRECURADA M1B8, BASE 202MM, PROF. 18MM, LARG.	3.64	143.42	
MCB-160C ✓	22.50	1 BANDA PRECURADA MCB, BASE 160MM, PROF. 12MM, LARG.	3.64	81.90	
MCB-170C ✓	23.70	1 BANDA PRECURADA MCB, BASE 170MM, PROF. 12MM, LARG.	3.64	86.27	
MDA-230A ✓	32.60	2 BANDA PRECURADA MDA, BASE 230MM, PROF. 14.5MM	3.64	118.66	
MDY-220C ✓	46.00	1 BANDA PRECURADA MDY, BASE 220MM, PROF. 17MM, LARG.	3.64	167.44	
MZE-220C ✓	41.00	1 BANDA PRECURADA MZE, BASE 220MM, PROF. 15MM	3.64	149.24	
MZY-220C ✓	328.00	8 BANDA PRECURADA MZY, BASE 220MM, PROF. 15MM, LARG.	3.64	1193.92	
MZY-235C ✓	297.50	7 BANDA PRECURADA MZY, BASE 235MM, PROF. 16MM, LARG.	3.64	1082.90	
MZY-260C ✓	132.00	3 BANDA PRECURADA MZY, BASE 260MM, PROF. 16MM, LARG.	3.64	480.48	
MZZ-235C ✓	49.00	1 BANDA PRECURADA MZZ, BASE 235MM, PROF. 18MM, 11 M'	3.64	178.36	
	1011.70	26			
CE0-0055	55.00	1 CEMENTO PARA REENCAUCHE, ENV. X 55 GLN	9.00	495.00	
LAM-130A	150.00	30 GOMA COJIN LAMINADO CAL. 1.3MM, X 5 KG	4.72	708.00	
MEX-0003	75.00	5 GOMA COJIN EXTRUIDO, DIAM. 11 MM, CJ X 15 KG	4.72	354.00	

Figura 97. Factura de materia prima e insumos en RUEDAMAX E.I.R.L.

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L 2017

Anexo 3. Precio de Venta

Tabla 99. Promedio del precio de venta del servicio de reencauche de neumáticos

Diseño de banda de rodamiento	Dimensiones (mm x mm x m)	Peso promedio banda por neumático (Kg)	Precio del servicio de reencauche (S/)
MZY	490 mm x 13 mm x 4,12 m	8,30	163,80
	520 mm x 15 mm x 4,08 m	8,05	173,30
	535 mm x 16 mm x 4,93 m	6,57	170,10
	560 mm x 16 mm x 4,08 m	7,32	176,50
	600 mm x 16 mm x 4,13 m	4,12	179,60
M188	502 mm x 18 mm x 4,02 m	6,13	154,30
	520 mm x 20 mm x 4,02 m	5,90	182,80
	530 mm x 20 mm x 4,02	5,12	167,00
	554 mm x 20 mm x 4,13 m	4,77	156,30
MCT	460 mm x 12 mm x 4,02 m	4,25	148,00
	470 mm x 12 mm x 4,13 m	4,93	151,10
	502 mm x 13 mm x 4,13 m	4,20	182,80
	530 mm x 13 mm x 4,15 m	6,30	189,10
M29	640 mm x 19 mm x 4,10 m	7,80	223,90
MZZ	520 mm x 17 mm x 4,02 m	3,93	157,50
	535 mm x 17,50 mm x 4,02 m	4,40	163,80
	550 mm x 17,50 mm x 4,02 m	4,60	185,90
MLA	550 mm x 15,50 mm x 4 m	6,34	189,19
	535 mm x 24 mm x 4,18 m	6,73	162,30
MHR	555 mm x 24 mm x 4,14 m	4,06	364,30
MTK	502 mm x 17 mm x 4,13 m	4,45	204,90
	520 mm x 17 mm x 4,13 m	4,75	214,40
	530 mm x 20 mm x 4,13 m	4,10	195,40
	530 mm x 18 mm x 4,13 m	4,5	179,62
MDR	535 mm x 18 mm x 4,02 m	3,73	258,70
	550 mm x 18 mm x 4,02 m	3,75	239,22
Promedio (4,31 m)		5,35	156,78

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L. 2017


Anexo 4. Costo de electricidad en la planta

RECIBO Nº 251-35100380
Pimentel, Chiclayo - Lambayeque/

Para Consultas, su código es: **26445878**

LUZON RIVERA, JULIO CESAR
Mz. "R" 0LT-3 PP. JJ JUAN VELASCO ALVARADO

Noviembre-2017



Ensa
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.
San Martín Nº 250 - Chiclayo
RUC: 20114809717

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO


Tensión: 380/220 V - BT
 SA - Estación Nº: D-202225 (SE0094)
 T - Conexión: Trifásica-Aérea(C2,1)
 Opción Tarifaria: BT56 - Residencial
 Medidor Nº: 00000001854780 - Electrón.
 Hilo: 4
 Lectura Anterior: 67.775,00 (21/10/2017)
 Lectura Actual: 70.865,00 (29/11/2017)
 Diferencia de Lectura: 3.085,00
 Factor: 1,0000
 Consumo: 3.085,00 kWh
 Cons. Prom.6: 3.351,83 kWh

Política Contratada: 250 MW
 Inicio Contrato: 04/12/2011
 Término Contrato: 03/12/2018
 Fecha Expirar: 28/11/2017

IMPORTES FACTURADOS

Recibo por Consumo del 22/10/2017 al 20/11/2017

Cargo Fijo	3,13
Cargo por Reparación y Mantenimiento	1,47
Enc.Activo(S/ 0,5380 x 3686,000 kWh)	1968,37
Alumbrado Público (Módulo: S/0,2880)	58,48
Interés Compensatorio	14,87
SUB TOTAL	1736,16
Imp. Graf. e Imp. Ventas	313,65
Interés Moratorio	1,54
Saldo por retención	-0,55
Aporte Ley Nro. 28149	6,60
TOTAL RECIBO DE NOVIEMBRE-2017	2055,17
Deuda Anterior (1 Mes)	3835,19
Acosta XORE(Ley Nº27510) S/ 91,32	



Mes: Nov. Dic. Ene. Feb. Mar. Abr. May. Jun. Jul. Ago. Sep. Oct. Nov. Dic. Año 2017

Impuesto 3 (Diferencia Meses Facturación)

Sep - 2017 S/ 2225,00 Oct - 2017 S/ 2038,16

Fecha Corte: 08/12/2017
 Haga hasta la fecha de vencimiento evitar el corte, gastos y molestias innecesarias.

FECHA DE VENCIMIENTO 07/12/2017

TOTAL A PAGAR S/ **4,113.80**

RECIBO Nº 251-35100380 **Noviembre-2017**
 Suministro: 26445878 LUZON RIVERA, JULIO CESA
 Pimentel, Chiclayo - Lambayeque/
 1312 - 10773 - 7891 / 21/11/2017 / 07/12/2017
TOTAL A PAGAR S/ **4,113.80**




Figura 98. Factura de electricidad en la planta

Anexo 5. Costo del Gas para autoclave Industrial

REPORTE DE COMPRAS
DEL 01/01/2018 AL 12/07/2018

Fecha : 12/07/2018
Hora : 15:49:04
Página 1 / 1

ALMACEN : TODOS LOS ALMACENES
TIPO DE DOCUMENTO : TODOS LOS DOCUMENTOS

DÍA	PROVEEDOR		UNID. MED.	CANTIDAD	M	PRECIO	IMPORTE	CONDICION DE COMPRA					
	N° DOCUMENTO	ARTICULO											
FEBRERO 2,018													
1	EP/.F002-0011614	00040 LIMA GAS S A.						CREDITO					
	000152	GLP AGRANEL	G.L.	150.000	S	7.860	1,177.11						
VALOR VENTA :							997.55	IGV	179.56	TOTAL DOCUMENTO	1,177.11	PERCEPCION:	0.00
											MONTO FINAL:	1,177.11	
26	EP/.F002-0012142	00040 LIMA GAS S A.						CREDITO					
	000152	GLP AGRANEL	G.L.	150.000	S	7.860	1,177.11						
VALOR VENTA :							997.55	IGV	179.56	TOTAL DOCUMENTO	1,177.11	PERCEPCION:	0.00
											MONTO FINAL:	1,177.11	
MARZO 2,018													
26	EP/.F002-0012824	00040 LIMA GAS S A.						CREDITO					
	000152	GLP AGRANEL	G.L.	150.000	S	7.860	1,177.11						
VALOR VENTA :							997.55	IGV	179.56	TOTAL DOCUMENTO	1,177.11	PERCEPCION:	0.00
											MONTO FINAL:	1,177.11	
ABRIL 2,018													
25	EP/.F002-0013664	00040 LIMA GAS S A.						CREDITO					
	000152	GLP AGRANEL	G.L.	150.000	S	7.860	1,177.11						
VALOR VENTA :							997.55	IGV	179.56	TOTAL DOCUMENTO	1,177.11	PERCEPCION:	0.00
											MONTO FINAL:	1,177.11	
MAYO 2,018													
23	EP/.F002-0014422	00040 LIMA GAS S A.						CREDITO					
	000152	GLP AGRANEL	G.L.	150.000	S	7.860	1,177.11						
VALOR VENTA :							997.55	IGV	179.56	TOTAL DOCUMENTO	1,177.11	PERCEPCION:	0.00
											MONTO FINAL:	1,177.11	

Figura 99. Costo del Gas utilizado en Autoclave Industrial

Anexo 6. Estudio de Tiempos

Tabla 100. Estudio de tiempo de Inspección inicial

Etapa de Inspección Inicial												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Mover neumático de almacén I. inicial	0,09	0,12	0,11	0,10	0,10	0,12	0,11	0,12	0,10	0,10	0,11
2	Pre-inspeccionar neumático	1,52	1,47	1,50	1,44	1,42	1,51	1,48	1,44	1,57	1,50	1,49
3	Transporte hacia almacén de M.P	2,21	2,19	2,18	2,18	2,20	2,21	2,21	2,20	2,17	2,19	2,19
4	Buscar lezna	1,02	1,01	0,89	0,90	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,93	0,94
5	Montar neumático en carcasa para inspección	0,21	0,20	0,18	0,17	0,22	0,20	0,18	0,17	0,19	0,20	0,19
6	Inspección de averías	2,37	2,38	2,38	2,37	2,42	2,35	2,37	2,31	2,40	2,38	2,37
7	Inspección de pestañas	1,33	1,34	1,34	1,36	1,37	1,39	1,41	1,37	1,38	1,35	1,36
8	Inspección de picaduras	0,24	0,20	0,18	0,20	0,22	0,20	0,20	0,21	0,22	0,20	0,21
9	Inspección de alambres	0,96	0,92	0,93	0,97	0,91	0,89	0,94	0,95	0,96	0,94	0,94
10	Retiro de materiales extraños	3,12	3,15	3,01	2,99	3,06	3,07	3,09	3,11	3,08	3,07	3,08
11	Llenado de hoja de ruta	0,80	0,80	0,89	0,80	0,84	0,83	0,82	0,81	0,79	0,77	0,82
Total / Promedio											14,56	

Tabla 101. Estudio de tiempo de Raspado

		Etapa de Raspado										
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Transporte de Inspección inicial a raspado	0,14	0,11	0,10	0,09	0,08	0,10	0,11	0,13	0,09	0,08	0,10
2	Transporte hacia almacén de M.P	0,33	0,21	0,26	0,29	0,32	0,29	0,28	0,27	0,31	0,30	0,29
3	Verificar hoja de ruta	0,90	0,77	0,81	0,77	0,78	0,81	0,82	0,80	0,79	0,78	0,80
4	Inflar neumático	1,50	1,41	1,40	1,56	1,53	1,52	1,41	1,62	1,61	1,46	1,50
5	Inspeccionar neumático inflado	0,51	0,49	0,52	0,49	0,42	0,48	0,53	0,52	0,50	0,51	0,50
6	Alzar neumático hacia raspadora	0,05	0,09	0,05	0,07	0,07	0,03	0,08	0,08	0,07	0,06	0,07
7	Raspar neumático en raspadora	5,75	5,76	5,77	5,71	5,76	5,72	5,73	5,73	5,77	5,72	5,74
8	Verificar textura del raspado	1,04	1,01	0,99	1,06	1,02	0,96	1,03	1,02	1,01	1,00	1,01
9	Medir superficie de la carcasa	1,50	1,55	1,50	1,49	1,51	1,51	1,49	1,50	1,49	1,48	1,50
10	Transporte a escareado	0,31	0,29	0,32	0,29	0,32	0,28	0,33	0,32	0,30	0,51	0,33
Total / Promedio												11,85

Tabla 102. Estudio de tiempo de Escareado

Etapa de Escareado												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Verificar hoja de ruta	0,29	0,28	0,27	0,28	0,29	0,27	0,31	0,29	0,28	0,28	0,28
2	Verificar heridas y daños	0,42	0,40	0,39	0,38	0,41	0,40	0,41	0,40	0,39	0,39	0,40
3	Medir diámetro de la herida	0,38	0,37	0,39	0,38	0,41	0,40	0,41	0,40	0,39	0,39	0,39
4	Pulido de la herida con mini – taladro	2,73	2,72	2,79	2,77	2,71	2,80	2,72	2,71	2,75	2,73	2,74
5	Limpieza de la herida	0,84	0,71	0,72	0,73	0,78	0,77	0,75	0,72	0,76	0,71	0,75
6	Cementado de la herida	0,38	0,37	0,39	0,38	0,33	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,35
7	Transporte hacia almacén de M.P	0,35	0,31	0,39	0,38	0,27	0,26	0,34	0,32	0,31	0,30	0,32
8	Preparar parche según herida	0,19	0,21	0,22	0,23	0,17	0,23	0,18	0,22	0,21	0,21	0,21
9	Colocación de parches	1,14	1,11	1,15	1,16	1,18	1,15	1,13	1,20	1,14	1,13	1,15
10	Inspección de parche	0,24	0,21	0,22	0,23	0,28	0,27	0,25	0,22	0,26	0,21	0,24
11	Transporte a cementado	0,11	0,13	0,12	0,12	0,16	0,11	0,17	0,10	0,16	0,14	0,13
Total / Promedio											6,95	

Tabla 103. Estudio de Tiempos de Cementado

Etapa de cementado												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Verificar hoja de ruta	0,39	0,38	0,37	0,38	0,39	0,39	0,41	0,39	0,38	0,38	0,39
2	Inspección del neumático	0,74	0,71	0,68	0,69	0,70	0,77	0,71	0,70	0,71	0,70	0,71
3	Limpieza de neumático con aire seco	1,55	1,54	1,53	1,56	1,53	1,52	1,48	1,62	1,61	1,46	1,54
4	Colocación de cemento sobre carcasa	2,83	2,82	2,89	2,97	2,92	2,80	2,92	2,94	2,85	2,93	2,89
5	Secado de la carcasa	0,90	0,77	0,81	1,31	1,22	1,28	0,82	1,18	1,15	1,12	1,06
6	Inspección de la carcasa	0,31	0,30	0,31	0,32	0,29	0,33	0,30	0,31	0,38	0,38	0,32
Total / Promedio											6,91	

Tabla 104. Estudio de tiempo de Relleno

Etapa de Relleno												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Transporte hacia almacén de M.P	0,41	0,39	0,37	0,40	0,37	0,33	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38
2	Verificar hoja de ruta	0,32	0,33	0,32	0,30	0,34	0,33	0,31	0,29	0,28	0,30	0,30
3	Preparar extractora	1,12	0,95	0,98	0,98	0,96	0,99	0,96	0,99	0,98	0,91	0,98
4	Rellenar reparaciones de la carcasa	3,49	3,50	3,51	3,52	3,50	3,57	3,69	3,11	3,58	3,57	3,50
5	Inspeccionar uniformidad de la carcasa	0,26	0,21	0,30	0,32	0,24	0,31	0,82	0,21	0,36	0,32	0,34
6	Transporte hacia embandado	0,12	0,13	0,12	0,11	0,10	0,12	0,09	0,09	0,18	0,12	0,14
Total / Promedio											5,63	

Tabla 105. Estudio de tiempo de Corte de Bandas

Etapa de corte de bandas												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Transporte hacia almacén M.P	0,24	0,2	0,28	0,23	0,22	0,21	0,26	0,27	0,29	0,26	0,25
2	Verificar hoja de ruta	0,10	0,11	0,09	0,08	0,12	0,08	0,11	0,19	0,09	0,07	0,10
3	Buscar diseño de banda de rodamiento	0,44	0,42	0,38	0,43	0,42	0,39	0,41	0,4	0,49	0,36	0,41
4	Transporte de rollo hacia mesa de corte	0,24	0,2	0,28	0,23	0,22	0,29	0,31	0,3	0,29	0,26	0,26
5	Medir banda de rodamiento	1,12	1,21	1,22	1,26	1,04	1,45	1,14	1,10	1,11	1,10	1,18
6	Cortar banda de rodamiento	4,99	4,92	4,95	4,92	4,9	4,91	4,89	5,01	5,00	4,80	4,93
7	Pulido de filos de banda	0,17	0,11	0,12	0,13	0,22	0,21	0,14	0,19	0,18	0,16	0,16
8	Cementar banda de rodamiento	0,64	0,82	0,83	0,73	0,62	0,69	0,53	0,6	0,7	0,62	0,68
9	Secado de banda de rodamiento	0,44	0,42	0,83	0,43	0,62	0,69	0,43	0,45	0,39	0,51	0,52
10	Llevar bandas a embandado	0,17	0,2	0,22	0,23	0,22	0,21	0,26	0,19	0,18	0,16	0,20
Total / Promedio											8,68	

Tabla 106. Estudio de tiempo de Embandado

		Etapa de embandado										
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Transporte hacia almacén de M.P	0,51	0,44	0,47	0,49	0,51	0,55	0,48	0,46	0,44	0,49	0,48
2	Verificar hoja de ruta	0,21	0,24	0,27	0,39	0,31	0,25	0,33	0,26	0,34	0,29	0,29
3	Medir cojín laminado	0,21	0,24	0,12	0,11	0,31	0,15	0,13	0,16	0,34	0,29	0,21
4	Cortar cojín laminado	0,41	0,44	0,42	0,40	0,41	0,45	0,44	0,51	0,44	0,36	0,43
5	Envolver carcasa con cojín laminado	2,55	2,57	2,58	2,53	2,52	2,5	2,58	2,54	2,52	2,58	2,55
6	Cortar restos de cojín laminado	0,11	0,22	0,41	0,45	0,15	0,26	0,11	0,34	0,44	0,36	0,29
7	Mover neumático a máquina rodilladora	0,22	0,12	0,09	0,08	0,12	0,08	0,11	0,1	0,1	0,1	0,11
8	Ejecución de máquina rodilladora	3,99	3,92	3,96	3,93	4,9	3,91	4,28	3,01	3,02	4,8	3,97
9	Mover neumático a montura	0,16	0,22	0,21	0,45	0,15	0,26	0,21	0,14	0,17	0,36	0,23
10	Adherir banda de rodamiento	7,55	7,57	7,03	7,12	7,21	6,98	7,36	7,28	7,32	7,3	7,27
11	Cortar restos de banda de rodamiento	0,45	0,22	0,21	0,45	0,15	0,26	0,21	0,14	0,17	0,36	0,26
12	Colocar grapas de empate	0,22	0,12	0,09	0,08	0,15	0,08	0,11	0,12	0,1	0,13	0,12
13	Mover neumático a máquina rodilladora	0,45	0,22	0,21	0,25	0,15	0,16	0,11	0,12	0,1	0,13	0,19
14	Ejecución de máquina rodilladora	5,98	5,57	5,45	5,12	5,51	6,67	5,86	5,98	5,73	5,84	5,77
15	Transporte hacia armado	0,35	0,22	0,09	0,15	0,15	0,16	0,11	0,12	0,10	0,13	0,16
		Total / Promedio										22,38

Tabla 107. Estudio de tiempo de Armado

Etapa de Armado											
# Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1 Transporte hacia almacén	0,22	0,2	0,09	0,19	0,18	0,08	0,17	0,21	0,22	0,1	0,17
2 Verificar hoja de ruta	0,09	0,07	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
3 Buscar envelope a medida de la carcasa	0,37	0,44	0,29	0,48	0,18	0,52	0,27	0,31	0,32	0,22	0,34
4 Verificar el buen estado del envelope	0,22	0,2	0,29	0,28	0,18	0,22	0,27	0,31	0,32	0,22	0,25
5 Colocar aro de vulcanización	2,11	2,09	2,10	2,10	2,12	2,12	2,11	2,11	2,09	2,11	2,11
6 Colocar neumático en envelope	1,39	1,41	1,36	1,29	1,38	1,32	1,28	1,23	1,3	1,52	1,35
7 Extraer aire el neumático	1,09	1,11	1,06	1,09	1,08	1,12	1,08	1,03	1,1	1,1	1,09
8 Inspección del neumático	0,7	0,83	0,62	0,48	0,88	0,89	0,6	0,68	0,66	0,69	0,70
Total / Promedio											6,90

Tabla 108. Estudio de tiempo de Vulcanizado

Etapa de Vulcanizado											
# Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1 Verifica hoja de ruta	0,22	0,12	0,09	0,08	0,12	0,08	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11
2 Adherir sello de la empresa	0,64	0,62	0,63	0,63	0,62	0,69	0,53	0,61	0,66	0,62	0,64
3 Programar autoclave industrial	0,30	0,27	0,26	0,30	0,31	0,28	0,28	0,29	0,28	0,27	0,28
4 Introducir neumático en autoclave	0,51	0,52	0,52	0,51	0,52	0,48	0,53	0,52	0,47	0,51	0,51
5 Inicio de ciclo de vulcanizado	15,03	12,03	16,03	15,03	13,03	14,03	17,00	18,00	15,03	15,03	15,03
6 Verificar autoclave	0,44	0,42	0,83	0,43	0,62	0,69	0,43	0,45	0,39	0,51	0,52
7 Realizar descarga de neumáticos	1,22	1,20	1,09	1,19	1,18	1,08	1,17	1,21	1,22	1,10	1,17
8 Retirar envelope	0,20	0,20	0,22	0,23	0,22	0,21	0,26	0,21	0,19	0,23	0,22
9 Retirar aro de vulcanizado	0,90	0,77	0,81	0,77	0,78	0,81	0,82	0,80	0,79	0,78	0,80
Total / Promedio											20,13

Tabla 109. Estudio de tiempo de Pintado

Etapa de Pintado											
# Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1 Transportar neumático hacia Pintado	0,26	0,22	0,22	0,23	0,22	0,21	0,26	0,21	0,25	0,23	0,24
2 Pintar el neumático	3,16	3,21	3,15	3,12	3,13	3,20	3,21	3,16	3,18	3,19	3,19
3 Secado del neumático	1,30	1,31	1,32	1,34	1,32	1,30	1,31	1,34	1,30	1,27	1,30
4 Transporte hacia I. Final	0,26	0,27	0,26	0,22	0,24	0,23	0,25	0,29	0,28	0,27	0,26
Total / Promedio											4,98

Tabla 110. Estudio de tiempo de Inspección final

Inspección final											
# Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1 Verificar hoja de ruta	0,12	0,12	0,09	0,08	0,12	0,08	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10
2 Revisar condiciones del neumático	1,21	1,19	1,34	1,11	1,12	1,10	1,18	1,18	1,17	1,17	1,19
3 Mediciones de parches	1,52	1,48	1,47	1,44	1,45	1,40	1,42	1,44	1,46	1,39	1,47
4 Uso de lezna para encontrar fallas	1,28	1,26	1,12	1,38	1,32	1,31	1,30	1,31	1,30	1,34	1,32
5 Recorte de empates	0,80	0,81	0,82	0,79	0,78	0,77	0,79	0,79	0,77	0,78	0,79
6 Inspección de grietas	0,99	0,87	0,93	0,95	0,94	0,93	0,91	0,94	0,95	0,96	0,96
7 Transporte hacia almacén de P.T	0,15	0,22	0,09	0,15	0,15	0,16	0,11	0,12	0,10	0,13	0,14
Total / Promedio											5,97

Anexo 7. Proceso Actual

Tabla 111. Resumen de las actividades actuales del proceso de reencauche

Etapa del proceso	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
Inspección inicial	Se verifica que los neumáticos demandados estén aptos para el reencauche	Con una lezna	Un operario verifica que tan dañado está el neumático
Raspado	Se elimina la banda de rodamiento antigua	Con la raspadora manual	Un operario coloca el neumático en la raspadora
Escareado	Se reparan o parchan las heridas e imperfecciones	Con el mini taladro MOTORTOOL y con parches	Colocan el neumático en la montura y utilizan el taladro.
Cementado	Se crea una capa con cemento para adherir posteriormente la banda	Con la brocha de manera manual	Un operario coloca el cemento sobre la superficie escareada.
Relleno	Se cubren las imperfecciones	Con el Extrusor de rotación DW130V-B2 de manera manual	Un operario utiliza el extrusor para rellenar imperfecciones
Corte de bandas	Se cortan las bandas de rodamiento al tamaño indicado	Con cuchillas	Un operario corta las bandas a la medida requerida.
Embandado	Se adhiere la nueva banda de rodamiento a la carcasa	Se hace manualmente y luego se emplea la Rodilladora de llantas	Un operario junta la banda con la carcasa y coloca cojín para hacerlo de mejor manera
Armado	Se prepara la carcasa con nueva banda para el vulcanizado	Se hace manualmente	Un operario coloca el protector al neumático, además de quitar el aire al neumático
Vulcanizado	El neumático armado se vulcaniza a cierta presión y temperatura	Con la AUTOCLAVE INDUSTRIAL	El mismo operario de armado coloca los neumáticos en la vulcanizadora y mientras ejecuta la máquina inspección presión, temperatura, tiempo.
Pintado	El neumático se pinta para dar un mejor aspecto físico	Con una pintura spray de manera manual	Un operario pinta el neumático
Inspección final	Se verifica que el neumático sea de calidad	De manera visual y con winchas.	Se verifica el neumático, se hacen mediciones y se aprueba que el reencauche este bien.

Anexo 8. Factor de Calificación

Tabla 112. Porcentaje de calificación de la actuación del Sistema Westinghouse

DESTREZA O HABILIDAD			ESFUERZO O EMPEÑO		
+0,15	A1	EXTREMA	+0,16	A1	EXCESIVO
+0,13	A2	EXTREMA	+0,12	A2	EXCESIVO
+0,11	B1	EXCELENTE	+0,10	B1	EXCELENTE
+0,08	B2	EXCELENTE	+0,08	B2	EXCELENTE
+0,06	C1	BUENA	+0,05	C1	BUENA
+0,03	C2	BUENA	+0,02	C2	BUENA
0,00	D	REGULAR	0,00	D	REGULAR
-0,05	E1	ACEPTABLE	-0,04	E1	ACEPTABLE
-0,10	E2	ACEPTABLE	-0,08	E2	ACEPTABLE
-0,16	F1	DEFICIENTE	-0,12	F1	DEFICIENTE
-0,22	F2	DEFICIENTE	-0,17	F2	DEFICIENTE

CONDICIONES			CONCISTENCIA		
+0,06	A	IDEALES	+0,04	A1	IDEALES
+0,04	B	EXCELENTES	+0,03	A2	EXCELENTES
+0,02	C	BUENAS	+0,01	B1	BUENAS
0,00	D	REGULARES	0,00	B2	REGULARES
-0,03	E	ACEPTABLES	-0,02	C1	ACEPTABLES
0,07	F	DEFICIENTES	0,04	C2	DEFICIENTES

Fuente: Westinghouse Electric Company

Anexo 9. Tolerancias de la O.I.T.

Tabla 113. Tolerancias de la organización internacional del trabajo

A. Tolerancias constantes	%
1. Tolerancia personal	5
2. Tolerancia básica por fatiga	4
B. Tolerancias variables	
1. Tolerancia por estar de pies	2
2. Tolerancia por posición no normal	
a. Ligeramente molesta	0
b. Molestia (Cuerpo encorvado)	2
c. Muy molesta (Acostado extendido)	7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar, empujar)	
Peso levantado (Kg y Lb respectivamente)	
2,5: 5	0
5: 10	1
7,5: 15	2
10:20	3
12,5:25	4
15:30	5
17,5:35	7
20:40	9
22,5:45	11
25:50	13
30:60	17
35:70	22
4. Alumbrado deficiente	
a. Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b. Muy inferior	2
c. Sumamente inadecuado	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) variables	0
6. Atención estricta	-10
a. Trabajo moderado fino	
b. Trabajo fino o de gran cuidado	0
c. Trabajo muy fino o muy exacto	2
7. Nivel de ruido	5
a. Continuo	
b. Intermitente-fuerte	0
c. Intermitente-muy fuerte	2
d. De alto volumen-fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	5
a. Proceso moderadamente complicado	
b. Proceso complicado o que requiere alta atención	1
c. Muy complicado	4
9. Monotonía	8
a. Escaso	8
b. Moderada	0
c. Excesiva	1
10. Tedio	4
a. Algo tedioso	
b. Tedioso	0
c. Muy tedioso	2

Fuente: Organización internacional del Trabajo (OIT)

Anexo 10. Peso de los neumáticos

Tabla 114. Peso de los neumáticos que cargan los operarios

Diseño de banda de rodamiento	Dimensiones (mm x mm x m)	Peso promedio banda por neumático (Kg)	Peso del neumático Kg
MZY	490 mm x 13 mm x 4,12 m	8,30	15,12
	520 mm x 15 mm x 4,08 m	8,05	14,66
	535 mm x 16 mm x 4,93 m	6,57	11,97
	560 mm x 16 mm x 4,08 m	7,32	13,33
	600 mm x 16 mm x 4,13 m	4,12	7,51
M188	502 mm x 18 mm x 4,02 m	6,13	11,17
	520 mm x 20 mm x 4,02 m	5,90	10,75
	530 mm x 20 mm x 4,02	5,12	9,33
	554 mm x 20 mm x 4,13 m	4,77	8,69
MCT	460 mm x 12 mm x 4,02 m	4,25	7,74
	470 mm x 12 mm x 4,13 m	4,93	8,98
	502 mm x 13 mm x 4,13 m	4,20	7,65
M29	530 mm x 13 mm x 4,15 m	6,30	11,48
	640 mm x 19 mm x 4,10 m	7,80	14,21
MZZ	520 mm x 17 mm x 4,02 m	3,93	7,16
	535 mm x 17,50 mm x 4,02 m	4,40	8,02
	550 mm x 17,50 mm x 4,02 m	4,60	8,38
MLA	550 mm x 15,50 mm x 4 m	6,34	11,55
	535 mm x 24 mm x 4,18 m	6,73	12,26
MHR	555 mm x 24 mm x 4,14 m	4,06	7,40
	502 mm x 17 mm x 4,13 m	4,45	8,11
MTK	520 mm x 17 mm x 4,13 m	4,75	8,65
	530 mm x 20 mm x 4,13 m	4,10	7,47
	530 mm x 18 mm x 4,13 m	4,5	8,20
MDR	535 mm x 18 mm x 4,02 m	3,73	6,79
	550 mm x 18 mm x 4,02 m	3,75	6,83
Promedio (4,31 m)		5,35	9,75

Fuente: RUEDAMAX E.I.R.L.

Anexo 11. Causas de devoluciones

Tabla 115. Proforma de producción enero del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	520x15x4,08	MARSHAL	MZY	10	ENTREGADO			
2	490x13x4,12	MARSHAL	MZY	8	ENTREGADO			
3	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	6	DEVUELTO	07/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
4	502x18x4,02	MARSHAL	MZY	4	ENTREGADO			
5	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	10	DEVUELTO	10/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
6	535x24x4,18	AEOLUS	MLA	8	ENTREGADO			
7	535x17,5x4,02	AEOLUS	MZZ	12	DEVUELTO	11/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
8	520x20x4,02	JKTYRE	M188	9	ENTREGADO			
9	600x16x4,13	GOODTYRE	MZY	14	DEVUELTO	13/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
10	535x16x4,93	MICHELIN	MZY	10	ENTREGADO			
11	550x17,50x4,02	MICHELIN	MZZ	12	DEVUELTO	15/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
12	502x18x4,02	MICHELIN	MZY	10	ENTREGADO			
13	502x18x4,02	MICHELIN	MZY	12	ENTREGADO			
14	550x18x4,02	ANNAITE	MDR	14	ENTREGADO			
15	535x18x4,02	ANNAITE	MDR	12	ENTREGADO			
16	530x18x4,13	ANNAITE	MTK	10	DEVUELTO	20/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
17	530x20x4,13	ANNAITE	MTK	15	ENTREGADO			
18	502x18x4,02	PRIME WELL	MZY	16	ENTREGADO			
19	600x16x4,13	MICHELIN	MZY	18	ENTREGADO			
20	520x20x4,02	GOODTYRE	M188	15	DEVUELTO	22/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
21	550x15,50x4	GOODTYRE	MZZ	8	DEVUELTO	23/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
22	490x13x4,12	AEOLUS	MZY	8	ENTREGADO			
23	460x12x4,15	MARSHAL	M188	6	ENTREGADO			
24	550x15,50x4	MARSHAL	MLA	3	DEVUELTO	23/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
25	470x12x4,13	GOODTYRE	MCT	5	ENTREGADO			
26	520x20x4,02	PRIME WELL	M188	26	ENTREGADO			
27	555x24x4,14	JKTYRE	MHR	12	ENTREGADO			
28	550x18x4,02	AEOLUS	MDR	28	ENTREGADO			
29	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	10	DEVUELTO	25/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
30	490x13x4,12	ANNAITE	MZY	10	ENTREGADO			
31	520x20x4,02	GOODTYRE	M188	8	DEVUELTO	27/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
32	460x12x4,15	MICHELIN	M188	1	DEVUELTO	27/01/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	EXCESO DE PICUDURAS

Tabla 116. Proforma de producción febrero del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	520x15x4,08	MARSHAL	MZY	10	ENTREGADO			
2	490x13x4,12	MICHELIN	MZY	16	DEVUELTO	09/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
3	520x20x4,02	MICHELIN	M188	7	DEVUELTO	09/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
4	535x16x4,93	MICHELIN	MZY	12	ENTREGADO			
5	535x16x4,94	MICHELIN	MZY	10	ENTREGADO			
6	535x16x4,95	MICHELIN	MTK	8	ENTREGADO			
7	535x16x4,96	MICHELIN	MDR	2	ENTREGADO			
8	550x18x4,02	MICHELIN	MDR	10	DEVUELTO	11/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
9	550x18x4,03	MICHELIN	MDR	6	ENTREGADO			
10	530x16x4,95	MICHELIN	MTK	18	DEVUELTO	11/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
11	530x16x4,96	MICHELIN	MTK	8	ENTREGADO			
12	530x16x4,97	MICHELIN	MTK	13	DEVUELTO	12/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
13	530x16x4,98	MICHELIN	MTK	4	ENTREGADO			
14	640x19x4,10	GOODTYRE	M29	10	DEVUELTO	13/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
15	520x20x4,02	GOODTYRE	M188	8	ENTREGADO			
16	520x20x4,03	MARSHAL	M188	7	DEVUELTO	15/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
17	520x20x4,04	MARSHAL	M188	14	DEVUELTO	16/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
18	520x20x4,05	MARSHAL	M188	7	ENTREGADO			
19	520x20x4,06	MARSHAL	M188	15	DEVUELTO	17/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
20	550x15,5x4	MARSHAL	MLA	10	DEVUELTO	18/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	INSPECCIÓN FINAL
21	550x15,5x5	MARSHAL	MLA	6	ENTREGADO			
22	535x17,5x4,02	MARSHAL	MZZ	8	ENTREGADO			
23	535x17,5x4,03	MARSHAL	MZZ	10	ENTREGADO			
24	535x17,5x4,04	MARSHAL	MZZ	12	ENTREGADO			
25	520x17,5x4,02	MARSHAL	MZZ	26	DEVUELTO	21/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
26	535x17,5x4,06	MARSHAL	MZZ	6	ENTREGADO			
27	535x17,5x4,07	MARSHAL	MZZ	2	ENTREGADO			
28	640x19x4,10	MARSHAL	M29	4	ENTREGADO			
29	640x19x4,11	MARSHAL	M29	6	ENTREGADO			
30	640x19x4,12	MARSHAL	M29	5	DEVUELTO	24/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
31	640x19x4,13	MARSHAL	M29	16	DEVUELTO	26/02/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	EXCESO DE PICUDURAS

Tabla 117. Proforma de producción marzo del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	520x20x4,03	MARSHAL	M188	6	ENTREGADO			
2	520x20x4,04	MARSHAL	M188	4	ENTREGADO			
3	520x20x4,05	MARSHAL	M188	8	ENTREGADO			
4	520x20x4,06	MARSHAL	M188	12	DEVUELTO	08/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
5	550x15,5x4	MARSHAL	MLA	10	DEVUELTO	09/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
6	550x15,5x5	MARSHAL	MLA	6	ENTREGADO			
7	535x17,5x4,02	MARSHAL	MZZ	4	ENTREGADO			
8	535x17,5x4,03	MARSHAL	MZZ	2	ENTREGADO			
9	535x17,5x4,04	MARSHAL	MZZ	12	DEVUELTO	10/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
10	520x17,5x4,02	MARSHAL	MZZ	4	ENTREGADO			
11	535x17,5x4,06	MARSHAL	MZZ	4	ENTREGADO			
12	530x18x4,13	MARSHAL	MTK	14	DEVUELTO	12/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
13	530x20x4,13	MARSHAL	MTK	2	ENTREGADO			
14	502x18x4,02	MARSHAL	MZY	5	DEVUELTO	12/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
15	600x16x4,13	MICHELIN	MZY	6	ENTREGADO			
16	520x20x4,02	MARSHAL	M188	8	DEVUELTO	13/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
17	550x15,50x4	MARSHAL	MZZ	4	ENTREGADO			
18	490x13x4,12	MARSHAL	MZY	2	ENTREGADO			
19	460x12x4,15	GOODTYRE	M188	6	ENTREGADO			
20	550x15,50x4	GOODTYRE	MLA	8	ENTREGADO			
21	520x15x4,08	GOODTYRE	MZY	2	ENTREGADO			
22	490x13x4,12	GOODTYRE	MZY	16	DEVUELTO	15/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
23	520x20x4,02	GOODTYRE	MZY	5	ENTREGADO			
24	535x16x4,93	GOODTYRE	MZY	2	ENTREGADO			
25	535x16x4,94	GOODTYRE	MDR	10	DEVUELTO	20/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	EXCESO DE PICUDURAS
26	535x16x4,95	GOODTYRE	MLA	20	DEVUELTO	20/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
27	535x16x4,96	GOODTYRE	MZZ	17	DEVUELTO	20/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
28	550x18x4,02	GOODTYRE	M188	9	DEVUELTO	25/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DESGASTE DE LA BANDA
29	550x18x4,03	GOODTYRE	MZY	27	DEVUELTO	26/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
30	530x16x4,95	GOODTYRE	MZY	14	DEVUELTO	26/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
31	550x17,50x4,02	GOODTYRE	MZZ	13	DEVUELTO	26/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	ANTIGÜEDAD DEL NEUMÁTICO
32	502x18x4,02	GOODTYRE	MZY	12	DEVUELTO	26/03/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	INSPECCIÓN FINAL

Tabla 118. Proforma de producción abril del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	520x20x4,03	MARSHAL	M188	6	ENTREGADO			
2	520x20x4,04	MARSHAL	M188	4	ENTREGADO			
3	520x20x4,05	PRIME WELL	MZY	18	DEVUELTO	16/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
4	520x20x4,06	PRIME WELL	MZY	17	DEVUELTO	17/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
5	550x15,5x4	PRIME WELL	MZY	20	DEVUELTO	18/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
6	550x15,5x5	PRIME WELL	MZY	22	DEVUELTO	22/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
7	535x17,5x4,02	PRIME WELL	MZY	30	DEVUELTO	22/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	INSPECCIÓN FINAL
8	535x17,5x4,03	PRIME WELL	MZY	15	DEVUELTO	22/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
9	535x17,5x4,04	JKTYRE	MHR	11	DEVUELTO	22/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
10	520x17,5x4,02	JKTYRE	MHR	11	DEVUELTO	24/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
11	535x17,5x4,06	JKTYRE	MHR	20	DEVUELTO	25/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
12	530x18x4,13	JKTYRE	MHR	9	DEVUELTO	25/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
13	530x20x4,13	JKTYRE	MHR	39	DEVUELTO	25/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
14	502x18x4,02	JKTYRE	MHR	12	DEVUELTO	25/04/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	ANTIGÜEDAD DEL NEUMÁTICO

Tabla 119. Proforma de producción mayo del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	550x15,5x4	MARSHAL	MLA	2	ENTREGADO			
2	550x15,5x5	MARSHAL	MLA	4	ENTREGADO			
3	550x15,5x4	MARSHAL	MLA	11	DEVUELTO	07/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
4	550x15,5x5	MARSHAL	MLA	4	ENTREGADO			
5	550x15,5x4	MARSHAL	MLA	12	DEVUELTO	07/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
6	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	2	ENTREGADO			
7	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	2	ENTREGADO			
8	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	20	DEVUELTO	09/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
9	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	6	ENTREGADO			
10	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	14	DEVUELTO	10/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
11	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	2	ENTREGADO			
12	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	1	ENTREGADO			
13	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	1	ENTREGADO			
14	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	20	DEVUELTO	12/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
15	490x13x4,12	GOODTYRE	MZY	8	ENTREGADO			
16	520x20x4,04	MARSHAL	M188	20	DEVUELTO	12/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
17	520x20x4,05	MARSHAL	M188	2	ENTREGADO			
18	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	4	ENTREGADO			
19	490x13x4,12	MARSHAL	MZY	2	ENTREGADO			
20	550x18x4,02	BRIDGESTONE	MLA	17	DEVUELTO	16/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
21	550x18x4,02	BRIDGESTONE	MLA	40	DEVUELTO	17/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
22	550x18x4,02	FIRESTONE	MLA	6	ENTREGADO			
23	490x13x4,12	FIRESTONE	MZY	1	ENTREGADO			
24	490x13x4,12	FIRESTONE	MZY	14	DEVUELTO	20/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
25	490x13x4,12	FIRESTONE	MZY	2	ENTREGADO			
26	520x20x4,04	FIRESTONE	M188	2	ENTREGADO			
27	520x20x4,05	FIRESTONE	M188	2	ENTREGADO			
28	550x15,5x4	FIRESTONE	MLA	2	ENTREGADO			
29	550x15,5x5	KAPSEN	MLA	10	DEVUELTO	23/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
30	550x15,5x4	KAPSEN	MLA	10	DEVUELTO	24/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
31	550x15,5x5	KAPSEN	MLA	21	DEVUELTO	25/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
32	550x15,5x6	KAPSEN	MLA	3	DEVUELTO	26/05/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CANTIDAD DE REENCAUCHES PREVIOS
33	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	5	ENTREGADO			

Tabla 120. Proforma de producción junio del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	520x20x4,04	FIRESTONE	M188	2	ENTREGADO			
2	520x20x4,05	FIRESTONE	M188	1	ENTREGADO			
3	550x15,5x4	FIRESTONE	MLA	9	DEVUELTO	05/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	ANTIGÜEDAD DEL NEUMÁTICO
4	550x15,5x5	KAPSEN	MLA	4	ENTREGADO			
5	550x15,5x4	KAPSEN	MLA	8	DEVUELTO	05/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
6	550x15,5x5	KAPSEN	MLA	2	ENTREGADO			
7	550x15,5x6	KAPSEN	MLA	9	DEVUELTO	06/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DESGASTE DE LA BANDA
8	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	4	ENTREGADO			
9	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	25	DEVUELTO	08/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
10	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	4	ENTREGADO			
11	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	4	ENTREGADO			
12	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	20	DEVUELTO	10/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
13	520x20x4,04	MARSHAL	M188	2	ENTREGADO			
14	520x20x4,05	MARSHAL	M188	3	ENTREGADO			
15	520x20x4,06	MARSHAL	M189	40	DEVUELTO	12/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
16	550x15,5x4	MARSHAL	M190	2	ENTREGADO			
17	550x15,5x5	MARSHAL	M191	1	ENTREGADO			
18	535x17,5x4,02	MARSHAL	M192	1	ENTREGADO			
19	535x17,5x4,03	MARSHAL	M193	13	DEVUELTO	14/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
20	535x17,5x4,04	MARSHAL	M194	1	ENTREGADO			
21	520x17,5x4,02	MARSHAL	M195	1	ENTREGADO			
22	535x17,5x4,06	MARSHAL	M196	2	ENTREGADO			
23	535x17,5x4,07	MARSHAL	M197	2	ENTREGADO			
24	640x19x4,10	MARSHAL	M198	31	DEVUELTO	20/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
25	640x19x4,11	MARSHAL	M199	20	DEVUELTO	21/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
26	640x19x4,12	MARSHAL	M200	2	ENTREGADO			
27	502x18x4,02	PRIME WELL	MZY	8	ENTREGADO			
28	555x24x4,14	JKTYRE	MHR	16	DEVUELTO	22/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
29	555x24x4,14	JKTYRE	MHR	33	DEVUELTO	23/06/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
30	555x24x4,14	JKTYRE	MHR	3	ENTREGADO			

Tabla 121. Proforma de producción julio del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	490x13x4,12	KAPSEN	MZY	2	ENTREGADO			
2	460x12x4,15	KAPSEN	M188	4	ENTREGADO			
3	550x15,50x4	KAPSEN	MLA	17	DEVUELTO	06/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
4	520x15x4,08	KAPSEN	MZY	2	ENTREGADO			
5	490x13x4,12	KAPSEN	MZY	21	DEVUELTO	08/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DANOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
6	520x20x4,02	KAPSEN	MZY	2	ENTREGADO			
7	535x16x4,93	KAPSEN	MZY	2	ENTREGADO			
8	535x16x4,94	KAPSEN	MDR	20	DEVUELTO	11/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
9	535x16x4,95	KAPSEN	MLA	1	ENTREGADO			
10	535x16x4,96	KAPSEN	MZZ	12	DEVUELTO	12/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CANTIDAD DE REENCAUCHES PREVIOS
11	550x18x4,02	KAPSEN	M188	6	ENTREGADO			
12	550x18x4,03	KAPSEN	MZY	22	DEVUELTO	12/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
13	530x16x4,95	KAPSEN	MZY	8	ENTREGADO			
14	550x17,50x4,02	KAPSEN	MZZ	16	DEVUELTO	16/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
15	502x18x4,02	KAPSEN	MZY	1	ENTREGADO			
16	530x16x4,98	MICHELIN	M188	1	ENTREGADO			
17	640x19x4,10	MICHELIN	MZY	1	ENTREGADO			
18	520x20x4,02	MICHELIN	MZY	19	DEVUELTO	16/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
19	520x20x4,03	MICHELIN	MLA	2	ENTREGADO			
20	520x20x4,04	MICHELIN	MLA	2	ENTREGADO			
21	520x20x4,05	BRIDGESTONE	MLA	2	ENTREGADO			
22	520x20x4,06	BRIDGESTONE	MZY	19	DEVUELTO	18/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
23	550x15,5x4	BRIDGESTONE	MZY	16	DEVUELTO	19/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	INSPECCIÓN FINAL
24	550x15,5x5	BRIDGESTONE	MZY	36	DEVUELTO	20/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
25	535x17,5x4,02	BRIDGESTONE	M188	1	ENTREGADO			
26	535x17,5x4,03	BRIDGESTONE	M188	19	DEVUELTO	20/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
27	535x17,5x4,04	MICHELIN	M189	1	ENTREGADO			
28	520x17,5x4,02	MICHELIN	MZY	18	DEVUELTO	21/07/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
29	535x17,5x4,06	MICHELIN	MZY	1	ENTREGADO			
30	535x17,5x4,05	MICHELIN	MLA	3	ENTREGADO			
31	535x17,5x4,06	MICHELIN	MLA	1	ENTREGADO			
32	520x17,5x4,03	MICHELIN	MLA	1	ENTREGADO			
33	535x17,5x4,07	MICHELIN	MZY	1	ENTREGADO			

Tabla 122. Proforma de producción agosto del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	490x13x4,12	502x18x4,02	BRIDGESTONE	MZY	6	ENTREGADO		
2	460x12x4,15	502x18x4,02	BRIDGESTONE	MZY	7	ENTREGADO		
3	550x15,50x4	550x18x4,02	ANNAITE	MDR	6	ENTREGADO		
4	520x15x4,08	535x18x4,02	ANNAITE	MDR	19	DEVUELTO	12/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
5	490x13x4,12	530x18x4,13	ANNAITE	MTK	2	ENTREGADO		
6	520x20x4,02	530x20x4,13	ANNAITE	MTK	12	DEVUELTO	12/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
7	535x16x4,93	502x18x4,02	ANNAITE	MZY	2	ENTREGADO		
8	535x16x4,94	600x16x4,13	MICHELIN	MZY	2	ENTREGADO		
9	535x16x4,95	520x20x4,02	MICHELIN	M188	15	DEVUELTO	12/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
10	535x16x4,96	550x15,50x4	MICHELIN	MZZ	1	ENTREGADO		
11	550x18x4,02	490x13x4,12	MICHELIN	MZY	18	DEVUELTO	14/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
12	550x18x4,03	460x12x4,15	MICHELIN	M188	2	ENTREGADO		
13	530x16x4,95	550x15,50x4	MICHELIN	MLA	1	ENTREGADO		
14	550x17,50x4,02	470x12x4,13	MICHELIN	MCT	18	DEVUELTO	18/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
15	502x18x4,02	520x20x4,02	MICHELIN	M188	17	DEVUELTO	18/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
16	530x16x4,98	555x24x4,14	MICHELIN	MHR	2	ENTREGADO		
17	640x19x4,10	550x18x4,02	MICHELIN	MDR	4	ENTREGADO		
18	520x20x4,02	550x18x4,02	MICHELIN	MDR	6	ENTREGADO		
19	520x20x4,03	490x13x4,12	ANNAITE	MZY	1	ENTREGADO		
20	520x20x4,04	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	26	DEVUELTO	22/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
21	520x20x4,05	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	3	ENTREGADO		
22	520x20x4,06	550x18x4,02	GOODTYRE	MDR	25	DEVUELTO	23/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
23	550x15,5x4	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	4	ENTREGADO		
24	550x15,5x5	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY		ENTREGADO		
25	535x17,5x4,02	490x13x4,12	GOODTYRE	MZY	38	DEVUELTO	23/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
26	535x17,5x4,03	640x19x4,10	GOODTYRE	M29	3	ENTREGADO		
27	535x17,5x4,04	520x20x4,02	GOODTYRE	M188	2	ENTREGADO		
28	520x17,5x4,02	640x19x4,10	GOODTYRE	M29	19	DEVUELTO	25/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA
29	535x17,5x4,06	520x20x4,02	GOODTYRE	M188	6	DEVUELTO	25/08/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA

Tabla 123. Proforma de producción septiembre del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	520x20x4,02	MICHELIN	M188	1	ENTREGADO			
2	550x15,50x4	MICHELIN	MZZ	2	ENTREGADO			
3	490x13x4,12	MICHELIN	MZY	3	ENTREGADO			
4	460x12x4,15	MICHELIN	M188	2	ENTREGADO			
5	550x15,50x4	MARSHAL	MLA	1	ENTREGADO			
6	520x15x4,08	MARSHAL	MZY	21	DEVUELTO	11/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
7	490x13x4,12	MARSHAL	MZY	29	DEVUELTO	12/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DESGASTE DE LA BANDA
8	520x20x4,02	MARSHAL	MZY	25	DEVUELTO	12/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
9	535x16x4,93	MARSHAL	MZY	20	DEVUELTO	12/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
10	535x16x4,94	MARSHAL	MDR	2	ENTREGADO			
11	535x16x4,95	MARSHAL	MLA	22	DEVUELTO	14/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
12	520x20x4,02	AEOLUS	M188	1	ENTREGADO			
13	555x24x4,14	AEOLUS	MHR	31	DEVUELTO	15/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
14	550x18x4,02	AEOLUS	MDR	2	ENTREGADO			
15	550x18x4,03	PRIME WELL	MDR	23	DEVUELTO	17/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
16	520x20x4,02	PRIME WELL	M188	25	DEVUELTO	17/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
17	555x24x4,14	PRIME WELL	MHR	17	DEVUELTO	18/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
18	550x18x4,02	PRIME WELL	MDR	1	ENTREGADO			
19	555x24x4,14	PRIME WELL	MHR	1	ENTREGADO			
20	555x24x4,15	PRIME WELL	MHR	39	DEVUELTO	21/09/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
21	555x24x4,16	GOODYRE	MHR	3	ENTREGADO			

Tabla 124. Proforma de producción octubre del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	520x15x4,08	MARSHAL	MZY	6	ENTREGADO			
2	490x13x4,12	MARSHAL	MZY	4	ENTREGADO			
3	490x13x4,12	PRIME WELL	MZY	21	DEVUELTO	08/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	INSPECCIÓN FINAL
4	502x18x4,02	MARSHAL	MZY	2	ENTREGADO			
5	550x18x4,02	GOODYRE	MDR	6	DEVUELTO	09/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
6	535x24x4,18	AEOLUS	MLA	16	DEVUELTO	10/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
7	535x17,5x4,02	AEOLUS	MZZ	1	ENTREGADO			
8	520x20x4,02	JKTYRE	M188	4	ENTREGADO			
9	600x16x4,13	GOODYRE	MZY	41	DEVUELTO	12/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
10	535x16x4,93	MICHELIN	MZY	27	DEVUELTO	12/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
11	550x17,50x4,02	MICHELIN	MZZ	6	ENTREGADO			
12	502x18x4,02	MICHELIN	MZY	28	DEVUELTO	14/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
13	502x18x4,02	MICHELIN	MZY	2	ENTREGADO			
14	550x18x4,02	ANNAITE	MDR	26	DEVUELTO	15/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
15	535x18x4,02	ANNAITE	MDR	2	ENTREGADO			
16	530x18x4,13	ANNAITE	MTK	2	ENTREGADO			
17	530x20x4,13	ANNAITE	MTK	41	DEVUELTO	16/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
18	502x18x4,02	PRIME WELL	MZY	1	ENTREGADO			
19	600x16x4,13	MICHELIN	MZY	1	ENTREGADO			
20	520x20x4,02	GOODYRE	M188	3	ENTREGADO			
21	550x15,50x4	GOODYRE	MZZ	4	ENTREGADO			
22	490x13x4,12	AEOLUS	MZY	29	DEVUELTO	21/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	ANTIGÜEDAD DEL NEUMÁTICO
23	460x12x4,15	MARSHAL	M188	2	ENTREGADO			
24	550x15,50x4	MARSHAL	MLA	4	ENTREGADO			
25	490x13x4,12	MICHELIN	MLA	1	ENTREGADO			
26	550x18x4,02	BRIDGESTONE	MLA	1	ENTREGADO			
27	550x18x4,02	BRIDGESTONE	MLA	30	DEVUELTO	24/10/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DESGASTE DE LA BANDA

Tabla 125. Proforma de producción noviembre del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	530x18x4,13	Marca	MTK	14	ENTREGADO			
2	530x20x4,13	Marca	MTK	2	ENTREGADO			
3	502x18x4,02	Marca	MZY	5	ENTREGADO			
4	600x16x4,13	MICHELIN	MZY	6	ENTREGADO			
5	520x20x4,02	MICHELIN	M188	8	DEVUELTO	05/11/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
6	550x15,50x4	MICHELIN	MZZ	4	DEVUELTO	06/11/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
7	490x13x4,12	MICHELIN	MZY	2	ENTREGADO			
8	460x12x4,15	MICHELIN	M188	6	ENTREGADO			
9	550x15,50x4	MICHELIN	MLA	8	DEVUELTO	07/11/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
10	520x15x4,08	MICHELIN	MZY	2	ENTREGADO			
11	490x13x4,12	MICHELIN	MZY	16	DEVUELTO	09/11/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
12	520x20x4,02	MICHELIN	MZY	5	DEVUELTO	09/11/2017		
13	550x15,5x4	BRIDGESTONE	MZY	14	DEVUELTO	09/11/2017		
14	550x15,5x5	BRIDGESTONE	MZY	19	DEVUELTO	09/11/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
15	535x17,5x4,02	BRIDGESTONE	M188	10	ENTREGADO			
16	535x17,5x4,03	BRIDGESTONE	M188	4	ENTREGADO			
17	535x17,5x4,04	MICHELIN	M189	16	ENTREGADO			
18	520x17,5x4,02	MICHELIN	MZY	3	ENTREGADO			
19	535x17,5x4,06	MICHELIN	MZY	10	DEVUELTO	12/11/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
20	535x17,5x4,05	MICHELIN	MLA	2	ENTREGADO			
21	535x17,5x4,06	MICHELIN	MLA	31	DEVUELTO	12/11/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
22	520x17,5x4,03	MICHELIN	MLA	2	ENTREGADO			
23	535x17,5x4,07	MICHELIN	MZY	2	ENTREGADO			
24	550x15,5x4	MARSHAL	MLA	10	DEVUELTO		DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
25	550x15,5x5	MARSHAL	MLA	6	ENTREGADO			
26	535x17,5x4,02	MARSHAL	MZZ	4	ENTREGADO			
27	535x17,5x4,03	MARSHAL	MZZ	2	ENTREGADO			
28	535x17,5x4,04	MARSHAL	MZZ	12	DEVUELTO	20/11/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
29	520x17,5x4,02	MARSHAL	MZZ	4	ENTREGADO			
30	535x17,5x4,06	MARSHAL	MZZ	4	ENTREGADO			

Tabla 126. Proforma de producción diciembre del 2017

Ítem	Dimensión	Marca	Detalle/Banda	Cantidad	Estado	F. Rechazo	Motivo del rechazo	Causa
1	550x15,5x6	JKTYRE	MZZ	10	ENTREGADO			
2	490x13x4,12	MARSHAL	MZZ	2	ENTREGADO			
3	550x18x4,02	MARSHAL	MZZ	3	ENTREGADO			
4	490x13x4,12	MARSHAL	MZZ	4	ENTREGADO			
5	490x13x4,12	FIRESTONE	MZZ	21	DEVUELTO	09/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	DAÑOS EN RASPADO POR MAL INFLADO
6	490x13x4,12	FIRESTONE	MTK	2	ENTREGADO			
7	520x20x4,04	KAPSEN	MTK	2	ENTREGADO			
8	520x20x4,05	KAPSEN	MZY	12	DEVUELTO	09/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	AIRE EN PARCHES
9	520x20x4,06	KAPSEN	MZY	6	ENTREGADO			
10	550x15,5x4	GOODTYRE	M188	6	ENTREGADO			
11	550x15,5x5	GOODTYRE	MZZ	15	DEVUELTO	10/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
12	535x17,5x4,02	JKTYRE	MZY	4	ENTREGADO			
13	535x17,5x4,03	JKTYRE	M188	35	DEVUELTO	10/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	CEMENTO NO EXPANDIDO
14	535x17,5x4,04	JKTYRE	MLA	2	ENTREGADO			
15	520x17,5x4,02	JKTYRE	MZY	2	ENTREGADO			
16	535x17,5x4,06	JKTYRE	MZY	6	ENTREGADO			
17	535x17,5x4,07	JKTYRE	MZY	25	DEVUELTO	11/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS NO REPARADAS
18	640x19x4,10	MICHELIN	MZY	4	ENTREGADO			
19	640x19x4,11	MICHELIN	MDR	20	DEVUELTO	11/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
20	640x19x4,12	MICHELIN	MLA	4	ENTREGADO			
21	550x15,5x5	MICHELIN	MZZ	2	ENTREGADO			
22	550x15,5x4	KAPSEN	M188	2	ENTREGADO			
23	550x15,5x5	PRIME WELL	MZY	2	ENTREGADO			
24	550x15,5x6	GOODTYRE	MZY	20	DEVUELTO	15/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	HERIDAS MAL CUBIERTAS
25	490x13x4,12	PRIME WELL	MZZ	8	ENTREGADO			
26	550x18x4,02	PRIME WELL	MZY	10	ENTREGADO			
27	490x13x4,12	PRIME WELL	M188	12	ENTREGADO			
28	490x13x4,12	MARSHAL	MZZ	34	DEVUELTO	21/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	SOBREPOSICIÓN DE PARCHES
29	640x19x4,12	MHR	MZY	21	DEVUELTO	23/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	EXCESO DE PICUDURAS
30	502x18x4,02	MDR	M188	32	DEVUELTO	23/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	EXCESO DE PICUDURAS
31	555x24x4,14	MDR	MLA	22	DEVUELTO	24/12/2017	DESPREDIMIENTO DE BANDA	MAL CORTE DE BANDA
32	555x24x4,14	MHR	MZY	3	ENTREGADO			

Anexo 12. Tiempo estándar de la propuesta

Tabla 127. Cálculo del tiempo estándar de Inspección inicial

Etapa de Inspección Inicial				
#	Actividades	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
1	Mover neumático de almacén hacia I. inicial	0,11	0,11	0,13
2	Verificación de antigüedad de los neumáticos	1,12	1,15	1,34
3	Verificación de la cantidad de reencauches previos	0,62	0,64	0,74
4	Montar neumático en carcasa para inspección	0,19	0,20	0,23
5	Inspección de picaduras, daños, heridas	1,84	1,90	2,20
6	Conteo y registro de cantidad de picaduras y	1,02	1,05	1,22
7	Inspección de desgaste de la banda	0,5	0,52	0,60
8	Inspección de averías	2,37	2,44	2,84
9	Inspección de pestañas	1,36	1,40	1,63
10	Inspección de alambres	0,94	0,97	1,13
11	Retiro de materiales extraños	3,08	3,17	3,69
12	Llenado de hoja de ruta	0,82	0,84	0,98
TOTAL		13,97	14,39	16,73

Tabla 128. Cálculo del tiempo estándar de Raspado

Etapa de Raspado				
#	Actividades	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
1	Transporte de inspección inicial hacia raspado	0,10	0,11	0,13
2	Verificar hoja de ruta	0,80	0,86	1,03
3	Inflar neumático a presión requerida según Norma Técnica: Requisitos del reencauche (NTE 2582)	1,02	1,10	1,31
4	Inspeccionar neumático inflado	0,50	0,54	0,64
5	Alzar neumático hacia raspadora	0,07	0,08	0,09
6	Raspar neumático en raspadora	5,74	6,20	7,38
7	Verificar textura del raspado	1,01	1,09	1,30
8	Medir superficie de la carcasa	1,5	1,62	1,93
9	Señalizar heridas y daños	1,09	1,18	1,40
10	Registrar cantidad de heridas y daños	0,42	0,45	0,54
11	Transportar a Escareado	0,33	0,36	0,42
TOTAL		12,58	13,59	16,17

Tabla 129. Cálculo del tiempo estándar de Escareado

Etapa de Escareado				
#	Actividades	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
1	Verificar hoja de ruta	0,56	0,62	0,73
2	Contabilizar heridas señaladas	0,42	0,46	0,55
3	Verificar heridas y daños	0,80	0,88	1,05
4	Medir diámetro de la herida	0,78	0,86	1,02
5	Pulido de la herida con mini-taladro	5,48	6,03	7,18
6	Limpieza de la herida	1,50	1,65	1,96
7	Cementado de herida	0,70	0,77	0,92
8	Preparar parche según herida	0,42	0,46	0,55
9	Colocación de parches	2,30	2,53	3,01
10	Inspección de parche	0,48	0,53	0,63
11	Rodillar parches colocados	1,48	1,63	1,94
12	Contabilizar y registrar parches y reparaciones	2,00	2,20	2,62
13	Transporte a cementado y Relleno	0,26	0,29	0,34
TOTAL		17,18	18,90	22,50

Tabla 130. Cálculo del tiempo estándar de Cementado y Relleno

Etapa de Cementado				
#	Actividades	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
1	Verificar hoja de ruta	0,39	0,45	0,53
2	Inspección el neumático	0,71	0,82	0,96
3	Limpieza de neumático con cepillo y aire seco	1,54	1,79	2,08
4	Colocación de cemento sobre la carcasa	2,89	3,35	3,90
5	Movimiento de frotación circular a superficie	1,07	1,24	1,44
6	Secado de la carcasa	1,06	1,23	1,43
7	Preparación de extractora	0,98	1,14	1,32
8	Rellenar reparaciones de la carcasa con goma extruída	3,94	4,57	5,31
9	Inspeccionar uniformidad de la carcasa	0,34	0,39	0,46
10	Transporte hacia embandado	0,14	0,16	0,19
TOTAL		13,96	16,20	18,83

Tabla 131. Cálculo del tiempo estándar de Corte de Bandas

Etapa de Corte de bandas				
#	Actividades	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
1	Transporte hacia almacén de materia prima	0,25	0,26	0,31
2	Verificar hoja de ruta	0,10	0,11	0,12
3	Buscar diseño de banda de rodamiento	0,41	0,43	0,50
4	Transportar rollo hacia mesa de cortado	0,26	0,27	0,32
5	Cortar banda de rodamiento a medida	2,00	2,10	2,44
6	Cementar banda de rodamiento	0,68	0,71	0,83
7	Medir cojín laminado	0,27	0,28	0,33
8	Cortar cojín laminado	0,43	0,45	0,53
9	Transporte hacia embandado	0,28	0,29	0,34
10	Envolver carcasa con cojín laminado	2,55	2,68	3,11
11	Cortar restos de cojín laminado	0,29	0,30	0,35
12	Mover neumático a máquina rodilladora	0,11	0,12	0,13
13	Ejecución de máquina rodilladora	3,97	4,17	4,85
14	Llevar bandas de rodamiento a embandado	0,4	0,42	0,49
TOTAL		12,00	12,60	14,60

Tabla 132. Cálculo del tiempo estándar de Embandado

Etapa de Embandado				
#	Actividades	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
1	Verificar hoja de ruta	0,29	0,30	0,34
2	Mover neumático a montura	0,23	0,23	0,27
3	Adherir banda de rodamiento	7,27	7,42	8,62
4	Cortar restos de banda de rodamiento	0,26	0,27	0,31
5	Colocar grapas de empate	0,12	0,12	0,14
6	Mover neumático a máquina rodilladora	0,19	0,19	0,23
7	Ejecución de máquina rodilladora	5,77	5,89	6,84
8	Transporte hacia armado	0,16	0,16	0,19
TOTAL		14,29	14,58	16,95

Tabla 133. Cálculo del tiempo estándar de Armado

Etapa de Armado				
#	Actividades	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
1	Transporte hacia armado	0,17	0,18	0,21
2	Verificar hoja de ruta	0,09	0,10	0,11
3	Buscar envelope a la medida de carcasa	0,34	0,37	0,42
4	Verificar el buen estado del envelope	0,25	0,27	0,31
5	Colocar aro de vulcanizado	2,11	2,28	2,59
6	Colocar neumático en envelope	1,35	1,46	1,66
7	Extraer aire del neumático	1,09	1,18	1,34
8	Inspección del neumático	0,70	0,76	0,86
TOTAL		6,10	6,59	7,49

Tabla 134. Cálculo del tiempo estándar de Vulcanizado

Etapa de Vulcanizado				
#	Actividades	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
1	Verificar hoja de ruta	0,11	0,13	0,14
2	Adherir a neumático sello de la empresa	0,64	0,74	0,84
3	Programar autoclave industrial	0,28	0,32	0,37
4	Introducir neumático en autoclave	0,51	0,59	0,67
5	Iniciar ciclo de vulcanizado	15,03	17,28	19,64
6	Verificar autoclave	0,52	0,60	0,68
7	Realizar descarga de neumáticos	1,17	1,35	1,53
TOTAL		18,26	21,00	23,86

Tabla 135. Cálculo del tiempo estándar de Inspección Final y Pintado

Etapa de Pintado				
#	Actividades	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
1	Retirar envelope	1,07	1,18	1,37
2	Retirar aro de vulcanizado	0,8	0,88	1,02
3	Transporte neumático hacia pintado	0,24	0,26	0,31
4	Pintar el neumático	3,19	3,51	4,08
5	Secado del neumático	1,3	1,43	1,66
6	Transporte hacia inspección final	0,26	0,29	0,33
7	Verificar hoja de ruta	0,1	0,11	0,13
8	Revisar condiciones del neumático	1,19	1,31	1,52
9	Medición de parches	1,47	1,62	1,88
10	Uso de lezna para encontrar fallas	1,32	1,45	1,69
11	Recorte de empates	0,79	0,87	1,01
12	Inspección de grietas	0,96	1,06	1,23
13	Transporte hacia almacén de producto terminado	0,14	0,15	0,18
TOTAL		12,83	14,11	16,41

Anexo 13. Cotización de máquina cortadora

Dear Mr. Noriega,

We are pleased to have your interest in our machines and I am happy to quote our Rubber Slitter with strip gauge. This machine has a cutting capacity of 5.08cm. This machine has a price for US\$5,775.00 ExWorks , Buffalo for this machine. Delivery would be 3-4 weeks from receipt of order and payment, either by wire transfer to our bank, or by credit card payment.

I trust you will find this information of interest and will look forward to hearing from you again. I have attached below a link to our website which has specifications on this machine:

[Rubber Slitter information](#)

If you would like a formal quotation (pro-forma invoice) including shipping & handling charges to Peru, please advise and I will be happy to send this.

Kristina Redman | Export Specialist /Customer Service

Eastman®

EASTMAN MACHINE COMPANY - Buffalo, New York 14203 USA
Tel: +1-716-856-2201, ext. 177 email: kredman@eastmancuts.com


[web](#) | [twitter](#) | [linkedin](#) | [youtube](#)

Figura 100. Cotización de máquina cortadora

Fuente: EASTMAN

Anexo 14. Costo del Rodillo propuesto



Presentación » **RODILLOS Y ACCESORIOS** » **ANILLAS** » **RODILLO ARANDELAS METALICAS 17 X 120 MM**




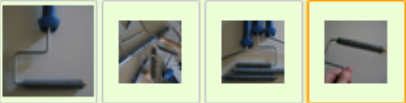
RODILLO ARANDELAS METALICAS 17 X 120 MM

★ Sea el primero en evaluar este producto

15,68 €
IVA Incluido, [Consulte el precio de la entrega](#)

 [Poner en la lista de la compra](#)  [Recomendar](#)

 [Hacer una pregunta](#)



Descripción

Rodillo metálico para aplicación de fibra de vidrio de forma manual, permite extraer fácilmente burbujas de aire que puedan quedar entre capas así como hacer más presión y eliminar excesos de resina. Es muy recomendable tener disolvente para mantenerlo siempre limpio y en perfectas condiciones. Ancho: 120mm - diámetro 17mm - Disolvente de limpieza recomendado: [THERMACLEAN UNISOLVE](#) < / span>

Figura 101. Costo del Rodillo propuesto

Fuente: RESINECO

Anexo 15. Costo de cinturón porta herramientas

[Ver más productos](#) [Ir a comprar](#)

Producto	Métodos de entrega	Cantidad	Precio Unitario	Total
 Stanley Cinturón Portaherramientas SKU: 185743-6	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	10 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 69.90 C/U	S/ 699
Eliminar Guardar para después				

Agregar productos
Puedes agregarlo directamente usando el código del producto (SKU) [Agregar productos](#)

Resumen de tu compra
Los precios están sujetos a cambios según su tienda seleccionada: [SODIMAC SAN MIGUEL](#)
- No incluye costos de envío

Precio a Pagar: S/ 699

[Ir a comprar](#)
[Ver más productos](#)

Fuente: SODIMAC

Figura 102. Costo del Cinturón portaherramientas

Anexo 16. Plan de acción para la mejora

Tabla 136. Plan de acción para la mejora

Objetivo de mejoramiento: Reducir las pérdidas económicas por devoluciones en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L.																		
Actividad	Responsable	Cronograma (2019)												Recursos			Presupuesto	Resultado (entregable)
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MAT	HUM	EQU.		
Señalización de heridas y defectos	Gerente general de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L.	X														X		
Implementación de cinturón porta herramientas			X											X				S/ 699,00
Adquisición del rodillo para los parches				X													X	S/ 65,00
Cortadora manual de banda de rodamiento					X												X	S/ 20 212,50
Elaboración de procedimiento del proceso de reencauche						X										X		
Elaboración de fichas para controlar el procedimiento propuesto							X									X		
Capacitaciones del procedimiento propuesto								X								X		

Anexo 17. Proceso Propuesto

Tabla 137. Proceso Propuesto

Etapa del proceso	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
Inspección inicial	Se verifica que los neumáticos demandados estén aptos para el reencauche	Con una lezna	Un operario verifica de manera detallada los parámetros según el procedimiento
Raspado	Se elimina la banda de rodamiento antigua	Con la raspadora manual	Un operario coloca el neumático en la raspadora y antes de raspar infla el neumático a la presión del procedimiento
Escareado	Se reparan o parchan las heridas e imperfecciones	Con el mini taladro MOTORTOOL y con parches	Colocan el neumático en la montura y utilizan el taladro, además marcan y contabilizan todas sus reparaciones para no dejar ninguna sin reparar.
Cementado y Relleno	Se crea una capa con cemento para adherir posteriormente la banda y se cubren las imperfecciones	Con la brocha de manera manual y Con el Extrusor de rotación DW130V-B2 de manera manual	Un operario coloca el cemento sobre la superficie escareada con movimiento circular y rellena las heridas hasta sobrepasarlas
Corte de bandas	Se cortan las bandas de rodamiento al tamaño indicado	Con máquina cortadora	Un operario corta las bandas con la máquina propuesta
Embandado	Se adhiere la nueva banda de rodamiento a la carcasa	Se hace manualmente y luego se emplea la Rodilladora de llantas	Un operario junta la banda con la carcasa y coloca cojín para hacerlo de mejor manera
Armado	Se prepara la carcasa con nueva banda para el vulcanizado	Se hace manualmente	Un operario coloca el protector al neumático, además de quitar el aire al neumático
Vulcanizado	El neumático armado se vulcaniza a cierta presión y temperatura	Con la AUTOCLAVE INDUSTRIAL	El mismo operario de armado coloca los neumáticos en la vulcanizadora y mientras ejecuta la máquina inspección presión, temperatura, tiempo.
Pintado e Inspección final	El neumático se pinta para dar un mejor aspecto físico y se verifica	Con una pintura spray de manera manual y con winchas	Un operario pinta el neumático y comprueba que el reencauche esté bien



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA - NTE INEN 2582: 2011

PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS. REQUISITOS

Primera edición

*RETREADED PNEUMATIC TIRES. RETREADING PROCESS.
SPECIFICATIONS*

DESCRIPTORES: Industria del caucho, llantas, proceso de reencauchado y reparación, requisitos.
QU 05.05-407
CDU: 629.11.012.5

REQUISITOS

1. INSPECCIÓN INICIAL

1.1. La carcasa que presente cualquiera de las siguientes condiciones no debe aceptarse para ser reencauchada y debe ser marcada como producto fuera de norma con las siglas “FN” con una dimensión de letra de 12 mm como mínimo, con un sistema de marcación permanente, en el lateral del neumático.

- Grietas por oxidación, ozono o envejecimiento con una profundidad mayor a 1,6 mm o que lleguen a la capa de la estructura del neumático.
- Señales visibles de contaminación por fluidos (aceites, hidrocarburos y/o productos químicos).
- La carcasa para reencauche no debe tener más de 7 años desde su fecha de fabricación
- Inscripciones de DOT, fecha de fabricación, capacidad de carga, índice de velocidad y presión de inflado ilegibles.
- Solo se aceptarán reencauches que hayan tenido antes como máximo 4 reencauches
- El neumático no debe tener más de 4 picaduras.
- El desgaste máximo de la banda de rodamiento del neumático demandado debe ser de 12 mm como máximo.
- Indicios de haber sido rodada a baja presión o sobrecarga.

2. RASPADO

2.1. La carcasa se debe raspar mediante sistemas compatibles con el proceso de reencauche utilizado, respetando los radios y anchos recomendados por organizaciones tales como: el TIA (Tire Industry Association) última versión, RMA (Rubber Manufacturers Association) última versión, el ARA (American Retreaders Association).

2.2. Antes de ser raspado, el neumático se debe inflar a una presión de 30 PSI.

NOTA 1. Hasta que exista la NTE INEN correspondiente, el reencauche de neumáticos debe cumplir con los requisitos establecidos en una norma de cualquiera de los niveles de normalización: internacional, regional, subregional, nacional, de asociación de empresas o de gremios y de empresa.

3. ESCAREADO

- 3.1. Todas las áreas de la carcasa a ser reparadas deben ser marcadas durante la inspección inicial y después de los procesos de raspado para que se reparen en el escareado.
- 3.2. Los daños no pasantes en la banda de rodamiento de cubiertas RADIALES de camiones y buses con medida superior a 8 mm, siempre exigen parche.
- 3.3. La distancia mínima entre dos parches vecinos debe respetar un ángulo mínimo de 45° (equivalente a 1/8 de circunferencia interna de la cubierta neumática) medido entre sus líneas de centro.
- 3.4. Los daños no pasantes en cubiertas de neumáticos convencionales de camiones y buses exigen la aplicación de parche de tela cuando el daño excede los 30 mm, aplica una reparación con refuerzo.
- 3.5. La cantidad máxima de parches para los neumáticos es de 6.

Tipos y categorías de cubiertas neumáticas		Área de talones	Área de costados	Área de hombros (a)	Área de banda de rodamiento (B)	Cantidad máxima de parches de tela permitidos por cubierta neumática
		Área no reparable medida (b) (mm)	Tamaño máximo de daño (mm)	Área no reparable medida (a) (mm)	Tamaño máximo de daño (mm)	
CONVENCIONAL	Automóviles y sus acoplados livianos	NP	NP	NP	10	2
	Camionetas de uso mixto y sus acoplados livianos	60	20	20	30	4
	Camiones, ómnibus, microómnibus y sus acoplados < 9,00 – 20	80	50	30	50	6
	≥ 9,00 – 20	90	70	30	70	6
RADIAL	Automóviles y sus acoplados livianos índice de velocidad S y T	NP	NP	NP	10	2
	Índice de velocidad H	NP	NP	NP	6	1
	Índice de velocidad V y superior	NP	NP	NP	NP	NP
	Camionetas o sus derivados y acoplados	65		15	30	6
	Camiones y ómnibus o sus derivados y acoplados con altura de sección inferior o igual a 230 mm	65		20	30	6
	Camiones y ómnibus o sus derivados y acoplados de transporte pesado	75		30	35	6

NP = No reparable

NOTA 1. Hasta que exista la NTE INEN correspondiente, el reencauche de neumáticos debe cumplir con los requisitos establecidos en una norma de cualquiera de los niveles de normalización: internacional, regional, subregional, nacional, de asociación de empresas o de gremios y de empresa.

3.6. Se debe utilizar un rodillo y pasarlo con fuerza sobre el parche para que todo el aire que contiene (atrapado) se elimine porque este interrumpiría el proceso.

4. CEMENTADO

4.1. *Cemento.* El reencauchador debe solicitar a su proveedor de cemento que garantice el suministro de información sobre los siguientes aspectos:

4.2. El(los) método(s) de aplicación, uso y almacenamiento.

4.3. Condiciones de utilización, como tiempos de agitación y secado.

4.4. Las carcasas raspadas por cementar deben estar libres de material extraño

4.5. El cementado debe hacerse con un movimiento de frotación circular para que el cemento trabaje dentro de la superficie

4.6. El cemento debe ser extendido en su totalidad evitando así el encharcamiento

5. RELLENO

5.1. Rellenar todas las cavidades con tira para relleno asegurando que no quede aire atrapado.

5.2. En las llantas con heridas más profundas requerirían la colocación de ventiles

5.3. El relleno siempre debe quedar ligeramente saliente, nunca debe quedar por debajo de la herida

6. EMBANDADO

6.1. *Banda de rodamiento.* La banda de rodamiento debe contar con certificación de conformidad con norma y la empresa fabricante con un sistema de gestión de calidad certificado.

6.2. Cuando el corte de bandas se hace de manera manual, se debe dejar una tolerancia máxima de 3cm de largo, siempre conservando el diseño de la banda, sin embargo cuando se cuenta con una máquina cortadora ya no se debe dejar ningún margen de tolerancia.

6.3. Las presiones de la rodilladora (si es aplicable) debe ser de 80 PSI

NOTA 1. Hasta que exista la NTE INEN correspondiente, el reencauche de neumáticos debe cumplir con los requisitos establecidos en una norma de cualquiera de los niveles de normalización: internacional, regional, subregional, nacional, de asociación de empresas o de gremios y de empresa.

7. ARMADO

- 7.1. Revisar condiciones de embandado a través de una inspección visual
- 7.2. Si se halla reparaciones mayores se debe colocar una bota de soporte sobre la reparación detectada.
- 7.3. Se debe limpiar el envelope para que no existan materiales extraños

8. VULCANIZADO

- 8.1. El neumático debe ser vulcanizado controlando el tiempo, temperatura y presión respetando las especificaciones correspondientes a los materiales, y las del proceso de vulcanización. Estas operaciones deben realizarse soportado en chequeos programados y utilizando termocuplas.
- 8.2. Las especificaciones del vulcanizado deben cumplirse tal y como se muestra a continuación
 - o Presión de la autoclave industrial: 80 PSI
 - o Temperatura de la autoclave industrial: 100°C
 - o Tiempo del Vulcanizado: 2,5 horas a 3 horas (*depende de la empresa*)
- 8.3. Por cuestiones de seguridad, se debe verificar que la presión de la autoclave industrial esté en 0 PSI, para poder retirar los neumáticos.

9. INSPECCIÓN FINAL

- 9.1. Todos los parches de las reparaciones deben estar vulcanizados y unidos a la carcasa y su contorno debe quedar emparejado con la superficie interna de la carcasa.
- 9.2. En neumáticos de tracción, los vacíos de hombro en carcasas con bloques no se extienden bajo la banda más de 13 mm.
- 9.3. Neumáticos sin materiales extraños por dentro y fuera (clavos, grapas, placas de identificación, soportes de reparación, plástico cubre parche, etc.)
- 9.4. No hay grietas de ozono o de envejecimiento mayores a 1,6 mm de profundidad

NOTA 1. Hasta que exista la NTE INEN correspondiente, el reencauche de neumáticos debe cumplir con los requisitos establecidos en una norma de cualquiera de los niveles de normalización: internacional, regional, subregional, nacional, de asociación de empresas o de gremios y de empresa.

Documento: TÍTULO: PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS - REQUISITOS	
ORIGINAL: Fecha de iniciación de estudio: 2010-08-31	REVISIÓN: 2010 – 10- 26

Integrantes del subcomité técnico

Nombres	Institución representada
Ing. Fausto Aguilera	CAUCHO SIERRA
Ing. Rodolfo Ayala	IMANEUMAGIC CIA LTDA.
Eco. Beatriz Déleg	MIPRO, AUSTRO
Ing. Inés Hidalgo	MIPRO, QUITO
Ing. Max Konanz	CONAUTO-RECAMIC
Ing. Jorge Luis Montero	RENOVALLANTA S.A.
Ing. Arturo Paredes	ISOLLANTA CIA. LTDA
Ing. Juan Manuel Parra	DURALLANTA S.A.
Ing. Danny Pérez	TIP TOP ECUADOR
Ing. Javier Pérez-Anda	LLANTERA OSO
Arq. Bruno Pozzallo	RENEU S.A.
Ing. Adriana Salgado	RENOVALLANTA S.A
Ing. Andrés Tamayo	CONTINENTAL TIRE ANDINA
Ing. Nardo Tenesaca	CONTINENTAL TIRE ANDINA
Ing. Juan J. Vallejo	TIP TOP ECUADOR
Ing. Nelson Vallejo	TIP TOP ECUADOR
Ing. Roberto Wohlgemuth (Presidente)	LLANTERA OSO
Ing. Lucia Cabrera (Secretaria técnica)	INEN CUENCA

COMITÉ INTERNO DEL INEN

Ing. Gustavo Jimenez	DIRECTOR DE NORMALIZACIÓN
Ing. Mauricio Alminante	DIRECTOR DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS
Ing. Enrique Troya	DIRECTOR DE VERIFICACIÓN
Ing. Hugo Alaya	DIRECTOR DE CERTIFICACIÓN
Ing. Fausto Lara	DIRECTOR DE NORMALIZACIÓN
Arq. Edwin Piñeiros	DIRECTOR DE VERIFICACIÓN
Ing. Lucia Cabrera	DIRECTOR DE INEN CUENCA

El directorio del INEN aprobó este documento el 2010-12-17

Figura 103. Resumen de la norma Técnica Ecuatoriana: Requisitos del Reencauche de neumáticos