

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



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE
NEUMÁTICOS PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L.**

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

AUTOR

KARLA LUISA CHAVEZ CHIROQUE

ASESOR

JOSELITO SANCHEZ PEREZ

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2020

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE
NEUMÁTICOS PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L.**

PRESENTADA POR:

KARLA LUISA CHAVEZ CHIROQUE

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Cesar Ulises Cama Pelaez

PRESIDENTE

María Luisa Espinoza García Urrutia

SECRETARIO

Joselito Sanchez Perez

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios.

Por darme la fortaleza y sabiduría para realizar este proyecto con éxito, además de brindarme la oportunidad de descubrir mi verdadera vocación a través de mi profesión y de esta manera estar siempre al servicio de los demás.

A mi Familia.

Por todo su apoyo, cariño, motivación y atención que tuvieron durante los días que me tomó realizar este proyecto.

A mis Amigos.

Por animarme y motivarme a salir adelante cuando a veces ya lo daba por perdido.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por ser la principal motivación para completar todas las metas planeadas en mi vida.

A mis Padres.

Por confiar en mí y darme las facilidades para desarrollarme como profesional.

A mi Asesor el Ing. Joselito Sánchez Pérez

Por la paciencia y la guía brindada en este proyecto.

Al Sr. Augusto Fidel Torres Monteza
Gerente General de la empresa
REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L.
por permitirme realizar mi proyecto de
investigación y darme las facilidades.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar una propuesta para mejorar el proceso de reencauche de neumáticos y aumentar la producción en la empresa “Reencauchadora del Norte E.I.R.L.” Se estableció como objeto de estudio el proceso de reencauche y las etapas que éste presenta.

La metodología que se utilizó fue: La observación directa del proceso de reencauche, una entrevista dirigida al gerente de la empresa, una encuesta que estuvo dirigida para los trabajadores que laboran en el área de producción y para calcular los tiempos se usó fichas de control.

En el diagnóstico realizado se encontraron problemas como: deficiente producción, incumplimiento de pedidos, procesos no estandarizados, actividades innecesarias, inadecuados métodos de trabajo, falta de orden y limpieza durante el proceso de reencauche, área de producción mal distribuida, bajo desempeño de la mano de obra y desequilibrio en la línea de producción.

La propuesta, como solución, se basó en el estudio de tiempos, la estandarización de procesos, la capacitación, la implementación de las 5 S', la redistribución y el balance de líneas.

Con dicha propuesta, se plantea reducir las pérdidas económicas por pedidos entregados a destiempo, para ello se proponen nuevos métodos y procedimientos de trabajo, la implementación de insumos, herramientas y maquinarias que faciliten las funciones de cada colaborador, la corrección de los tiempos estándar de cada proceso y un adecuado balance de líneas de producción, de manera que los indicadores de productividad incrementen y finalmente se obtenga un costo beneficio favorable.

Palabras claves: reencauche de neumáticos, pérdidas económicas, baja producción

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a proposal to improve the tire re-seizing process and increase production at the company “Reencauchadora del Norte E.I.R.L.” It was established as a study object the process of retreading and the stages that it presents.

The methodology that was used was: The direct observation of the process of retreading, an interview directed to the manager of the company, a survey that was directed for the workers who work in the area of production and to calculate the times control sheets were used.

In the diagnosis made, problems were found such as: poor production, non-fulfillment of orders, non-standardized processes, unnecessary activities, inadequate work methods, lack of order and cleaning during the process of retreading, poorly distributed production area, poor hand performance of work and imbalance in the production line.

The proposal, as a solution, was based on the study of time, standardization, training, the implementation of the 5 S', redistribution and balance of lines.

With this proposal, it is proposed to reduce the economic losses due to orders delivered on time, for this purpose new work methods and procedures are proposed, the implementation of supplies, tools and machinery that facilitate the functions of each employee, the correction of the standard time of each process and an adequate balance of production lines, so that productivity indicators increase and finally a favorable cost benefit is obtained.

Keywords: Tire retreading, economic losses, low production

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT AND KEY WORDS.....	6
I. INTRODUCCIÓN	18
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	20
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	20
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	23
2.2.1. Neumáticos.....	23
2.2.2. Reencauche de neumáticos.....	23
2.2.3. Tipos de reencauche	24
2.2.4. Normalización	24
2.2.4.1. Normas Técnicas del INEN.....	25
2.2.4.2. Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group ..	25
2.2.5. Industria del reencauche en el mundo	25
2.2.6. Producción.....	26
2.2.7. Baja producción.....	26
2.2.8. Pérdida económica	27
2.2.9. Productividad	27
2.2.10. Indicadores Importantes de Productividad	28
2.2.10.1. Eficacia.....	28
2.2.10.2. Eficiencia	29
2.2.10.3. Capacidad de la planta	30
2.2.10.4. Utilización.....	30
2.2.11. Herramientas para el análisis y la mejora de las operaciones.....	30
2.2.11.1. Proceso	30
2.2.11.2. Diagrama de bloques.....	31
2.2.11.3. Diagrama del proceso de operaciones.....	31
2.2.11.4. Diagrama de análisis del proceso.....	32
2.2.11.5. Diagrama de recorrido	33
2.2.11.6. Matriz de priorización.....	34
2.2.11.7. Estudio del trabajo	35
2.2.11.8. Estudio de movimientos y tiempos	35
2.2.12. Metodologías por utilizar.....	39
2.2.12.1. Método de Guerchet.....	39
2.2.12.2. Lean Manufacturing.....	40
a. 5s.....	40
b. Balance de líneas.....	41
c. Takt time.....	41

d.	Estandarización de tiempos.....	42
e.	Condiciones de trabajo	42
III.	RESULTADOS	43
3.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	43
3.1.1.	La empresa	43
3.1.2.	Productos	47
3.1.2.1.	Descripción del producto	47
3.1.2.2.	Sub Productos	49
3.1.2.3.	Desechos	49
3.1.2.4.	Desperdicios.....	49
3.1.3.	Materia prima e Insumos.....	51
3.1.3.1.	Materia prima.....	51
3.1.3.2.	Insumos	53
3.1.4.	Herramientas y máquinas	56
3.1.4.1.	Herramientas / Equipos.....	56
3.1.4.2.	Máquinas.....	59
3.1.5.	Proceso de producción	66
3.1.6.	Sistema de Producción	72
3.1.7.	Análisis para el Proceso de Producción	73
3.1.7.1.	Diagrama de flujo de procesos actual	74
3.1.7.2.	Diagrama de bloques.....	75
3.1.7.3.	Estudio de tiempos.....	76
3.1.7.4.	Diagrama de operaciones del proceso (DOP)	80
3.1.7.5.	Diagrama de análisis del proceso (DAP)	82
3.1.8.	Indicadores Actuales de Producción y Productividad.....	85
3.1.8.1.	Diagrama de recorrido del proceso	85
3.1.8.2.	Indicadores del proyecto	87
3.1.8.3.	Indicadores de producción	92
3.1.8.4.	Indicadores de tiempo	94
3.1.8.5.	Indicadores de productividad	94
3.1.8.6.	Indicadores de capacidad	99
3.1.8.7.	Indicadores de eficiencia.....	101
3.1.8.8.	Resumen de indicadores.....	105
3.1.8.9.	Análisis de Información.....	105
3.1.9.	Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas	106
3.1.9.1.	Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción	119
3.2.	DETERMINACIÓN DE MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE MEJORA	119
3.3.	DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA EN EL PROCESO DE REENCAUCHE	125

3.3.1.	Propuesta de estudio de tiempos y cálculo del tiempo estándar para aumentar la producción.....	125
3.3.2.	Propuesta de estandarización de procesos.....	136
3.3.3.	Propuesta de capacitación, inducción y charlas motivacionales	170
3.3.4.	Propuesta de implementación de las 5S's	171
3.3.5.	Propuesta de redistribución	190
3.3.6.	Propuesta de balance de líneas	197
3.3.7.	Fichas de control y verificación propuestas para hacer cumplir el nuevo método de trabajo.....	207
3.3.8.	Nuevos indicadores de producción y productividad	207
3.3.8.1.	Nuevos indicadores del proyecto	207
3.3.8.2.	Nuevos indicadores de producción	207
3.3.8.3.	Nuevos indicadores de tiempo	208
3.3.8.4.	Indicadores de productividad.....	208
3.3.8.5.	Nuevos indicadores de capacidad	211
3.3.8.6.	Nuevos indicadores de eficiencia.....	213
3.3.9.	Cuadro comparativo de indicadores	215
3.4.	ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....	216
3.4.1.	Beneficio de la propuesta de mejora	216
3.4.2.	Egresos de la propuesta de mejora	219
3.4.2.1.	Inversión inicial	219
3.4.2.2.	Costos anuales.....	220
3.4.3.	Análisis Costo-Beneficio.....	221
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	223
4.1.	CONCLUSIONES.....	223
4.2.	RECOMENDACIONES.....	225
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	226
VI.	ANEXOS.....	229

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables eficiencia y eficacia	29
Tabla 2. Símbolos usados para el Diagrama de Análisis del Proceso	33
Tabla 3: Descripción de las funciones de cada colaborador dentro de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.....	45
Tabla 4: Tipos de neumáticos para el reencauche.....	48
Tabla 5: Tipos de bandas de rodamientos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	51
Tabla 6: Tipos de bandas de rodamientos y su respectiva descripción	52
Tabla 7: Mano de obra de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	55
Tabla 8: Descripción de las herramientas/equipos usados en el proceso de reencauche	56
Tabla 9: Descripción de la maquinaria usada en el proceso de reencauche.....	59
Tabla 10: Ficha técnica de la máquina raspadora de neumáticos.....	61
Tabla 11: Ficha técnica de la máquina rodilladora de neumáticos.....	62
Tabla 12: Ficha técnica de la autoclave 1.....	63
Tabla 13: Ficha técnica de la autoclave 2.....	64
Tabla 14: Ficha técnica del caldero industrial.....	65
Tabla 15: Sistema de producción en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	73
Tabla 16: Número recomendado de ciclos de observación.....	76
Tabla 17: Muestra de ciclos observados del proceso de reencauche de neumáticos en Reencauchadora del Norte E.I.R.L.....	78
Tabla 18: Resumen de las actividades del proceso de reencauche de neumáticos usando bandas nuevas.....	81
Tabla 19: Resumen de las actividades del proceso de reencauche de neumáticos usando bandas nuevas.....	84
Tabla 20: Porcentaje de neumáticos no reencauchados en el año 2017 y parte del 2018	88
Tabla 21: Ingresos de los meses del año 2017 - 2018	90
Tabla 22: Pérdidas económicas por pedidos no atendidos del año 2017 y 2018	91
Tabla 23: Proceso de reencauche	93
Tabla 24: Costo de Mano de Obra por unidad de neumático reencauchado.....	96
Tabla 25: Costo de insumos promedio.....	98
Tabla 26: Costo de producción por neumático reencauchado.....	98
Tabla 27: Cantidad de neumáticos no entregados a tiempo	100
Tabla 28: Egresos mensuales de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	102
Tabla 29: Resumen de indicadores actuales de Reencauchadora del Norte E.I.R.L.....	105

Tabla 30: Identificación y descripción de las causas	106
Tabla 31: Descripción de las actividades que generan tiempo ocioso	108
Tabla 32: Tiempo usado para buscar los insumos a utilizar en cada etapa	115
Tabla 33: Resumen de las causas que provocan el problema principal	117
Tabla 34: Síntesis del diagnóstico	118
Tabla 35: Identificación de causas y propuestas de solución al problema.....	119
Tabla 36: Escala de calificación.....	120
Tabla 37: Matriz de enfrentamiento	121
Tabla 38: Calificación obtenida en base al ranking de asignación.....	122
Tabla 39: Resultado de la priorización de metodología de mejora	123
Tabla 40: Tiempo ocioso de transporte	126
Tabla 41: Descripción de la propuesta de mejora por cada etapa que genera demora en el proceso productivo	130
Tabla 42: Tiempo promedio de las etapas siguiendo los procedimientos dados.....	132
Tabla 43: Factor de calificación de desempeño	133
Tabla 44: Tiempo normal de la propuesta.....	134
Tabla 45: Factor suplemento o tolerancia	135
Tabla 46: Tiempo estándar de la propuesta.....	136
Tabla 47: Ficha técnica de la máquina de inspección	139
Tabla 48: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de Inspección inicial	142
Tabla 49: Ficha técnica de la máquina de inspección	145
Tabla 50: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de raspado.....	147
Tabla 51: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de escareado	148
Tabla 52: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de cemento y secado	149
Tabla 53: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de rellenado	151
Tabla 54: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de preparación de bandas y embandado	153
Tabla 55: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de rodillado.....	155
Tabla 56: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de armado y vulcanizado.....	157
Tabla 57: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de descargue y desarmado.....	158

Tabla 58: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de pintado.....	158
Tabla 59: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de inspección final	159
Tabla 60: Especificaciones para la Inspección Inicial.....	162
Tabla 61: Especificaciones para el raspado.....	163
Tabla 62: Especificaciones para el escareado	164
Tabla 63: Especificaciones para el relleno	165
Tabla 64: Especificaciones para el embandado.....	166
Tabla 65: Especificaciones para el rodillado.....	167
Tabla 66: Especificaciones para el armado	167
Tabla 67: Especificaciones para el armado	168
Tabla 68: Capacitación de los operarios.....	171
Tabla 69: Inspección inicial de las 5S's.....	172
Tabla 70: Resultados de la inspección inicial 5 S's	173
Tabla 71: Tarjetas rojas colocadas	177
Tabla 72: Resumen de tarjetas rojas.....	178
Tabla 73: Ficha técnica de los estantes industriales	180
Tabla 74: Ficha técnica de los estantes industriales	181
Tabla 75: Ficha técnica de los estantes industriales	183
Tabla 76: Método de Güerchet para el área de producción.....	191
Tabla 77: Método de Güerchet para el área de almacén de materias primas e insumos	191
Tabla 78: Método de Güerchet para el área de almacén de producto terminado	192
Tabla 79: Método de Güerchet para la oficina de secretaría	192
Tabla 80: Método de Güerchet para los servicios higiénicos del personal administrativo	193
Tabla 81: Método de Güerchet para los servicios higiénicos del personal de producción	193
Tabla 82: Método de Güerchet para el área de almacén de residuos sólidos	193
Tabla 83: Valores de proximidad	194
Tabla 84: Razones de cercanía	194
Tabla 85: Áreas de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	194
Tabla 86: Nueva agrupación de actividades propuestas.....	198
Tabla 87: Resumen de actividades en el DOP	204
Tabla 88: Resumen de actividades en el DAP	206
Tabla 89: Nuevo Costo de Mano de Obra.....	209
Tabla 90: Costo de materia prima	210

Tabla 91: Costo de insumos	210
Tabla 92: Costo de producción por unidad	211
Tabla 93: Cantidad de reencaches para enero a diciembre 2019	212
Tabla 94: Mejora de los indicadores	215
Tabla 95: Proyección de reencaches y pedidos no entregados a tiempo.....	216
Tabla 96: Ingresos por venta de reencaches entregados a tiempo.....	217
Tabla 97: Ingresos por eliminación de descuentos de los neumáticos entregados a destiempo	218
Tabla 98: Beneficios de la propuesta	219
Tabla 99: Inversión para la propuesta de mejora	219
Tabla 100: Egresos por nuevos costo de producción	220
Tabla 101: Flujo de caja de la propuesta.....	221
Tabla 102: Costo beneficio de la propuesta de mejora	222
Tabla 103: Estudio de tiempos de la etapa de limpieza	230
Tabla 104: Estudio de tiempo de la etapa de Inspección Inicial	230
Tabla 105: Estudio de tiempos de la etapa Raspado	231
Tabla 106: Estudio de tiempo de la etapa Escareado	231
Tabla 107: Estudio de tiempos de la etapa de Cementado	232
Tabla 108: Estudio de tiempos de la etapa Secado	232
Tabla 109: Estudio de tiempos de la etapa de Relleno.....	232
Tabla 110: Estudio de tiempos de la etapa de retiro de la tela y limpieza	233
Tabla 111: Estudio de tiempos de la etapa de cementado.....	233
Tabla 112: Estudio de tiempos de la etapa de secado	233
Tabla 113: Estudio de tiempos de la etapa embandado	234
Tabla 114: Estudio de tiempos de la etapa de rodillado.....	234
Tabla 115: Estudio de tiempos de la etapa de armado	235
Tabla 116: Estudio de tiempos de la etapa de vulcanizado	235
Tabla 117: Estudio de tiempos de la etapa de descargue y desarmado	236
Tabla 118: Estudio de tiempos de la etapa de pintado	236
Tabla 119: Estudio de tiempos de la etapa de Inspección Final.....	236
Tabla 120: Factor de calificación según el Sistema Westinghouse.....	237
Tabla 121: Tabla de Tolerancias o Suplementos típicos.....	238
Tabla 122: Tabulación de respuesta ítem 1 de la encuesta.....	255
Tabla 123: Tabulación de respuesta ítem 2 de la encuesta.....	256

Tabla 124: Tabulación de respuesta ítem 3 de la encuesta.....	257
Tabla 125: Tabulación de respuesta ítem 4 de la encuesta.....	258
Tabla 126: Tabulación de respuesta ítem 5 de la encuesta.....	259
Tabla 127: Tabulación de respuesta ítem 6 de la encuesta.....	260
Tabla 128: Tabulación de respuesta ítem 7 de la encuesta.....	261
Tabla 129: Tabulación de respuesta ítem 8 de la encuesta.....	262
Tabla 130: Tabulación de respuesta ítem 9 de la encuesta.....	263
Tabla 131: Tabulación de respuesta ítem 10 de la encuesta.....	264

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Partes de un neumático.....	23
Figura N° 2. Reencauche de neumáticos.....	24
Figura N° 3: Diagrama de las partes de un proceso	31
Figura N° 4: Representación gráfica del principio de elaboración de diagramas del proceso de operación	32
Figura N° 5°: Ubicación de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.....	43
Figura N° 6: Organigrama de la empresa.....	44
Figura N° 7: Layout de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	46
Figura N° 8: Descripción del tipo de neumático	47
Figura N° 9: Matriz de Leopold de las etapas de producción	50
Figura N° 10: Neumáticos a reencauchar.....	51
Figura N° 11: Etapa de limpieza y retiro de la banda en mal estado	66
Figura N° 12: Etapa de raspado.....	67
Figura N° 13: Etapa de escareado	67
Figura N° 14: Etapa de secado	68
Figura N° 15: Etapa de relleno.....	69
Figura N° 16: Etapa de embandado.....	69
Figura N° 17: Etapa de rodillado.....	70
Figura N° 18: Etapa de vulcanizado.....	71
Figura N° 19: Diagrama de flujo de la gestión del reencauche de neumáticos en la Reencauchadora del Norte E.I.R.L.....	74
Figura N° 20: Diagrama de bloques del proceso de reencauche de neumáticos.....	75
Figura N° 21: Diagrama de operaciones del proceso de reencauche de neumáticos usando bandas nuevas.....	80
Figura N° 22: Diagrama de análisis del proceso de reencauche de neumáticos usando bandas nuevas.....	84
Figura N° 23: Diagrama de recorrido del proceso de reencauche en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.....	86
Figura N° 24: Diagrama de precedencia actual.....	104
Figura N° 25: Esfuerzo de los operarios para transportar los neumáticos	110
Figura N° 26: Desperdicios ubicados en la etapa de preparación de banda.....	112
Figura N° 27: Insumos usados en la etapa de armado se encuentran en total desorden	112
Figura N° 28: Material particulado generado en la etapa de escareado.....	113

Figura N° 29: Objetos innecesarios en el área de almacén	113
Figura N° 30: Objeto innecesario en el almacén de producto terminado.....	114
Figura N° 31: Objetos de limpieza en el almacén de producto terminado.....	114
Figura N° 32: Operarios no cuentan con.....	116
Figura N° 33: Monovías para el área de reencauche de neumáticos.....	128
Figura N° 34: Vistas de los postes de soporte (Circuito de monovías).....	129
Figura N° 35: Sistema de rieles o monovías en el área de producción en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.....	129
Figura N° 36: Máquina de inspección de neumáticos.....	137
Figura N° 37: Procedimiento de la etapa de inspección inicial.....	140
Figura N° 38: Cepillos circulares para limpieza del neumático.....	143
Figura N° 39: Textura de la Asociación de Fabricantes de Caucho (RMA).....	145
Figura N° 40: Procedimiento de la etapa de raspado	146
Figura N° 41: Diagrama de neumático radial para camiones.....	147
Figura N° 42: Procedimiento para aplicar el caucho.....	150
Figura N° 43: Procedimiento de la etapa de embandado	152
Figura N° 44: Procedimiento de la etapa de vulcanizado	156
Figura N° 45: Procedimiento para la etapa de vulcanizado	156
Figura N° 46: Formato de tarjetas rojas	175
Figura N° 47: Tarjeta roja para el área de almacén de producto terminado.....	175
Figura N° 48: Tarjeta roja sobre el objeto innecesario.....	176
Figura N° 49: Estantes industriales para el almacén de producto terminado.....	179
Figura N° 50: Cantidad de neumáticos en una estantería.....	180
Figura N° 51: Carro porta-neumático.....	181
Figura N° 52: Estantes industriales para el almacén	182
Figura N° 53: Almacén de materias primas e insumos	184
Figura N° 54: Almacén de producto terminado vista 1.....	185
Figura N° 55: Almacén de producto terminado vista 2.....	186
Figura N° 56: Mapa 5S ‘s para limpieza.....	188
Figura N° 57: Diagrama relacional de actividades.....	195
Figura N° 58: Diagrama de hilos.....	195
Figura N° 59: Nueva distribución de la planta	196
Figura N° 60: Takt time del proceso con tiempo estándar	197
Figura N° 61: Takt time del proceso balanceado	199

Figura N° 62: Diagrama de precedencia propuesto	201
Figura N° 63: Diagrama de bloques de la propuesta.....	202
Figura N° 64: Diagrama de operaciones del proceso	203
Figura N° 65: Diagrama de análisis del proceso propuesto	206
Figura N° 66: Factura de materia prima e insumos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	229
Figura N° 67: Cotización de monovías propuestas	248
Figura N° 68: Cotización de carro porta neumáticos	249
Figura N° 69: Cotización de estantes propuestos	250
Figura N° 70: Cotización de cepillos circulares para limpieza de neumáticos	251
Figura N° 71: Cotización de estantes para neumáticos	251
Figura N° 72: Cotización de la máquina de inspección propuesta.....	252
Figura N° 73: Resultado del ítem 1	255
Figura N° 74: Resultado del ítem 2	256
Figura N° 75: Resultado del ítem 3	257
Figura N° 76: Resultado del ítem 4	258
Figura N° 77: Resultado del ítem 5	259
Figura N° 78: Resultado del ítem 6	260
Figura N° 79: Resultado del ítem 7	261
Figura N° 80: Resultado del ítem 8	262
Figura N° 81: Resultado del ítem 9	263
Figura N° 82: Resultado del ítem 10.....	264
Figura N° 83: Resumen de la norma Técnica Ecuatoriana: Requisitos del Reencauche de neumáticos.....	271
Figura N° 84: Descripción del manual Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group.....	277

I. INTRODUCCIÓN

La industria del reencauche a nivel mundial se ha convertido en uno de los medios más importante para el cuidado del medio ambiente y también para el beneficio económico de los productores de neumáticos y de los usuarios consumidores de éste producto. Según la Asociación Internacional de Neumáticos y Caucho ITRA [21] para producir un neumático nuevo de camión se requiere de 22 galones de petróleo, sin embargo para reencauchar solo se necesitan 7 galones.

Angarita Ortiz & Z. Coronel [28] nos menciona que los principales mercados de reencauche son Estados Unidos, Brasil, Europa y Colombia. En EE.UU la relación con el reencauche es de 1,4, es decir por cada neumático nuevo existen 1,4 reencauchados. En Brasil es de 2, en Europa es de 1,7 y en Colombia 0,3. Lo que significa que de cada 10 neumáticos nuevos que ruedan en dicho país solo 3 de ellos son reencauchados. El Instituto Ecuatoriano de normalización (INEN) manifiesta que en América del Sur hay 1400 plantas de reencauche, siendo estas de diversos tamaños de producción. El reencauche en el Perú es una oportunidad que significa ahorro para los productores, además de que trae consigo el beneficio económico de sus empresas.

Por otro lado, la mayoría de las empresas del sector industrial a nivel mundial tienen como objetivo la mejora de sus procesos y métodos de trabajo, de manera que solucionen los problemas más frecuentes que puedan ocurrir dentro de sus empresas. La baja productividad, eficiencia improductiva y la mala gestión de recursos, son algunas de las causas de la pérdida económica y en la actualidad son pocas las empresas que saben cómo lograr solucionar estos problemas por falta de conocimiento o porque simplemente la inversión es elevada.

Frente a esta oportunidad y necesidad aparece la empresa “Reencauchadora del Norte E.I.R.L. en donde se realizará este trabajo de investigación, la cual tiene como principal problema la baja producción, evitando atender y satisfacer a todos sus clientes a tiempo. Esto significa pérdida económica para la empresa, puesto que se van acumulando de pedidos incumplidos y según la política que tienen por cada neumático entregado después de la fecha requerida por el cliente se debe reducir 20% el precio de venta ocasionando que no se logre recuperar la inversión y por ende no tener utilidades.

Es por ello, que se plantea la siguiente problemática: ¿Cuál sería la propuesta que se debe implementar en el proceso de reencauche de neumáticos para aumentar la producción en la empresa “REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L.”?

Para resolver la problemática anteriormente mencionada se proponen los siguientes objetivos. Como objetivo general se tiene aumentar la producción con la implementación de mejoras en el proceso de reencauche de neumáticos y como objetivos específicos esta diagnosticar la situación actual del proceso de reencauche empleando diagramas de flujo, operaciones y proceso del método de trabajo de los operarios, indicadores de producción y estudio de tiempos. Determinar la metodología y las herramientas para la mejora. Posteriormente, desarrollar la propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos. Finalmente, realizar el análisis costo-beneficio.

La empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. tiene el compromiso de ofrecer al cliente neumáticos reencauchados que cumplan con sus requisitos, en un menor tiempo y precio. Por tal motivo, es que se necesita que la empresa pueda identificar las actividades que no agregan valor al producto final, las cuales suponen pérdida de recursos y tiempo generando costos para la empresa, los cuales muchas veces no son recuperados. El traslado del producto en proceso de un área a otra y la pérdida de tiempo por la falta de métodos de trabajo que deben seguir los operarios son consideradas como actividades que no agregan valor, provocando pedidos a destiempo los cuales reducen la rentabilidad de la empresa.

Es por ello que se propone la mejora de sus métodos de trabajo y el diseño de una mejor distribución de las respectivas áreas del proceso productivo. Los resultados que se esperan a mediano plazo son la disminución de pedidos entregados a destiempo, aumentar la satisfacción del cliente, la producción y la solución ágil a las pérdidas económicas.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Nobuki Karita (2016) en su investigación “Método de fabricación apropiado para el reencauche de neumáticos”, se basa en un procedimiento para producir un neumático reencauchado, el cual se logra mediante la eliminación de caucho innecesaria de la superficie de banda de rodadura del neumático usado en un proceso de pulido de manera que la altura del mismo se reduce a una altura deseada; y la unión de una nueva banda de rodadura sobre el neumático después de la eliminación como un neumático de base. Sin embargo, puesto que el grado del desgaste de la banda se diferencia entre los neumáticos usados, la etapa de pulido o raspado, toma diversos períodos de tiempo, y requiere un tiempo considerablemente amplio. Por ende, esta investigación tiene como objetivo la simplificación del proceso, la uniformidad, y similares, en términos de la gestión de control de proceso y la calidad se ha demandado con el propósito de mejorar la productividad de neumáticos recauchados. La invención se basa en que la banda de rodadura tiene la estructura laminada en la que se interpone la capa de película termoplástica entre la capa de caucho del lado de la banda de rodadura y la capa de caucho del lado de capa de cinturón. Por esta razón, cuando se produce un neumático reencauchado, una vez que la capa de película termoplástica se ablanda por calentamiento de la banda de rodadura, es posible separar fácilmente la capa de caucho de banda de rodadura del lado restante sin tener que proporcionar un proceso de pulido. En consecuencia, los neumáticos recauchados se pueden producir con alta productividad y bajo costo. Además, el procedimiento para producir un neumático reencauchado de acuerdo con la presente invención permite que un reencauche sea producido sin tener que proporcionar un proceso de pulido, mejorando así la productividad.

Kleber F. Barcia Villacreses y Daniel S. Hidalgo Castro (2015) en su proyecto de “Implementación de una metodología con la Técnica 5S para Mejorar el Área de Matricería de una empresa Extrusora de Aluminio” nos presenta un panorama en donde después aplicado la metodología antes mencionada obtuvo como resultados lo siguiente, en las tres primeras fases de la implementación se apreciaron rápidos y efectivos resultados en el área de matricería. Al implementar Clasificación se observó una mejora en la panorámica de la sección y el personal tomó conciencia de la importancia de no acumular objetos obsoletos o innecesarios. Además la sección presentó un mayor orden gracias a la estrategia de letreros e indicadores de matrices que ayudaron a tener un mayor control visual para que cualquier persona sepa dónde están las cosas y cómo puede ubicarlas. Sin embargo en las mesas de armado y algunos espacios de la

mesa de corrección falta orden debido a la poca disciplina que presentaron algunos colaboradores del área. En cuanto a la limpieza, pese a los medios que se implantaron, esta ha sido intermitente en las secciones de matricería, a excepción del baño, el cual lo limpian más regularmente. Esto se debió a la pérdida de entusiasmo de los trabajadores, quienes no veían el compromiso de los directivos de la empresa. Las fases de soporte no tuvieron un seguimiento adecuado, y por ende los resultados no fueron los esperados en su totalidad. Los porcentajes de mejora en el tiempo de búsqueda de matrices, cantidad de matrices pulidas, tiempo de limpieza en tanque de soda y porcentaje de desperdicio son 12,6%; 20,2%; 25%; 5,77% respectivamente.

Juliana Castillo Pulgarin (2016) en su artículo científico “Propuesta de redistribución de planta para la reducción de costos operacionales y aumento en la tasa de cumplimiento de órdenes de entrega en una empresa metalúrgica”, nos describe que con la aplicación de la propuesta se obtuvo una reducción en el tiempo de flujo en un 18,14% logrando que la empresa tenga mayor productividad y se pueda entregar el producto en el tiempo acordado. La reducción del tiempo, se ve reflejada en la disminución del recorrido que realizan los operarios. El porcentaje de cumplimiento de órdenes de entrega podría aumentar en un 51,68% y la reducción de costos operacionales del 15,79%.

Zully A. Chavez Chavez, Gianluca Quiroz Mercado y Odar R. Florián Castillo (2018) en su tesis titulada “Estandarización de procesos y su impacto en la productividad de la empresa Negociaciones Minera Chavez S.A.C., año 2017” estableció basándose en los resultados obtenidos en esta investigación que la implementación de un modelo de estandarización de procesos en las empresas permite constituir procesos óptimos y cortos impactando en la efectividad de los mismos.

Ésta implementación permitió tener un reporte económico positivo logrando así un VAN de S/. 98,453.60 y un TIR de 141% lo cual nos garantiza lo bueno que es usar este modelo.

Finalmente, se concluyó que la estandarización de procesos impacta en la productividad reduciendo el tiempo del proceso de envase y selección en 50%. De igual manera, se incrementó en 75% la productividad de sacos por hora.

Yuliana Grijalva M., José Rodríguez S. y María Zolano S. (2017) en su investigación “Importancia de la capacitación para los empleados en la maquiladora Nei Systems en Santa Ana, Sonora” nos menciona como afecta beneficiosamente la capacitación de los trabajadores en el desempeño del personal y la productividad. Con los hallazgos de la investigación se

demonstró que el desarrollo de programas de capacitación interna fortalece al personal de las empresas y proporciona las herramientas necesarias para desarrollar el desempeño del trabajador dando resultados óptimos para la productividad de la organización.

Guillermo H. Yonclei M. (2018) en su artículo científico “Satisfacción Laboral y la productividad de los trabajadores de la Municipalidad Provincial de Huaura, 2017” demostró la relación que existe entre la satisfacción laboral con la productividad coincidiendo con varios autores que realizaron investigaciones basados en el mismo tema.

Para ello desarrolló la prueba de Rho de Spearman donde se evidencia, que el sig. (bilateral) = 0.000, aceptando la hipótesis alterna, donde las condiciones físicas y/o materiales se relacionan con la productividad; con una correlación positiva media del 0.511, muy significativa. Por lo que la buena ambientación de oficinas y comodidades mínimas afectarían a tener una mejor productividad en sus labores diarias.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Neumáticos

Según la Norma Técnica Peruana 300.001 [1] nos define neumático como el componente mecánico de la rueda de un vehículo, que otorga seguridad a las personas y a la carga, fabricado a base de caucho, productos químicos, hilos textiles y/o alambres y otras materias, que va montado sobre el aro, y que trabaja a presión de aire (u otros) para dar resistencia, seguridad, capacidad de carga, confort y que sea dirigible. Sus partes principales son: banda de rodamiento, costado, carcasa y pestaña.

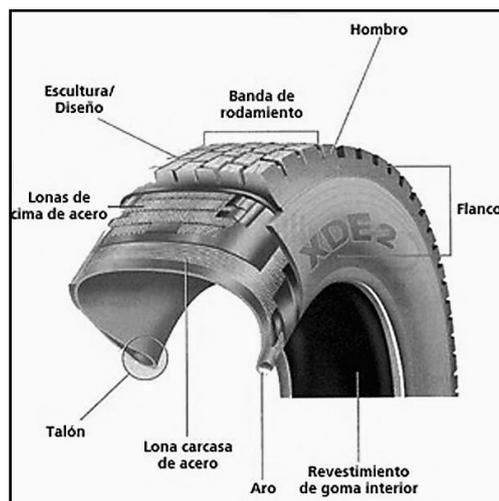


Figura N° 1: Partes de un neumático

Fuente: Google

2.2.2. Reencauche de neumáticos

NTP 300.001 [20] Define el proceso de reencauche como el reacondicionamiento de neumáticos usados que prolonga su vida útil y que puede implicar el reemplazo de la banda de rodadura únicamente, o el reemplazo de ésta y de los costados.



Figura N° 2. Reencauche de neumáticos

Fuente: Google

2.2.3. Tipos de reencauche

- ✓ Reencauche en frío: este proceso es el más común en las empresas puesto que es más seguro para el usuario, se realiza a 110 °C. La banda que se aplica ya tiene incorporado el diseño o labrado, en el moldeado. La etapa de vulcanizado se realiza por lotes, en una autoclave.
- ✓ Reencauche en caliente: es aquel proceso que abarca desde la mitad de la pared del neumático, pasando por la corona y termina en la mitad de la pared del otro lado. El diseño del neumático se obtiene después de haber aplicado la nueva banda, mediante un molde la forma es grabada, la etapa de vulcanizado se realiza neumático por neumático, a una temperatura de 150 °C.

2.2.4. Normalización

Para obtener neumáticos reencauchados seguros y durables como los nuevos es necesario regirse bajo normas que brindan información técnica y regulan todos los procesos asegurando la calidad del reencauchado y también el saber hacer las cosas.

Para este proyecto se usará las normas técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización y el manual de The Tread Rubber and Tire Repair Material Manufacturers Association (TRMG).

2.2.4.1. Normas Técnicas del INEN

Para lograr una mejora en los métodos de trabajo de los operarios es necesario tener en cuenta las normas técnicas 2581 y 2582 [11] , propuestas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, en donde se detallan algunas definiciones, requisitos, especificaciones de calidad y métodos de ensayo.

2.2.4.2. Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group

En este manual nos mencionan las actividades tales como las prácticas recomendadas de la industria para el renovado de neumáticos y la reparación de neumáticos con el objetivo de mantener la información específica de la industria relevante y actualizada.

2.2.5. Industria del reencauche en el mundo

Según Vanessa M. Jiménez C. [37] nos menciona que reencauchar los neumáticos representa beneficios económicos tanto para los productores como para los usuarios, además de beneficios ecológicos al verse disminuido el impacto ambiental negativo por los desechos que produce la eliminación de estas.

Para producir un neumático nuevo de camión se requieren 22 galones de petróleo, gran cantidad de este petróleo está concentrado en la coraza, al reencauchar un neumático con las mismas especificaciones, solo se requieren 7 galones.

En Colombia el reencauche es utilizado en el 90% de los vehículos pesados, buses escolares y vehículos de reparto, carros de bomberos, tractores grandes, entre otros. Y en 80% en las aerolíneas mundiales (Ministerio de transporte de Colombia, 2013).

Según el ministerio de transporte colombiano (2013) en el año 2000 fueron reemplazadas 33.8 millones de neumáticos por las flotas de vehículos en todo el mundo, en donde 18.2 millones de neumáticos fueron reencauchados y solamente 15.6 millones fueron nuevas. Lo que en su momento representó un ahorro considerable de más de dos millones de dólares.

En Estados Unidos la relación de reencauche es de 1,4. Es decir, por cada neumático nuevo existen 1,4 reencauchados. En Brasil es de 2, en Europa es de 1,7 y en Colombia 0,3. Lo que significa que de cada 10 neumáticos nuevas que ruedan en el país de Colombia solo 3 de ellas son reencauchadas. En Norte América, los neumáticos representan el tercer aspecto más

importante en el presupuesto de operaciones en las flotas, donde el combustible y la mano de obra ocupan los primeros lugares. [28]

2.2.6. Producción

Según Andrés Montoyo [22] nos indican que Producción es: “Es la creación de bienes y servicios mediante la combinación de factores necesarios para conseguir satisfacer la demanda del mercado.”

Para Naim Caba Villalobos *et al.* [23] la producción consiste en una secuencia de operaciones que transforman los materiales haciendo que pasen de una forma dada a otra que se desea obtener. También se entiende por producción la adición de valor a un bien o servicio, por efectos de una transformación. Producir es extraer, modificar los bienes con el objeto de volverlos aptos para satisfacer las necesidades. Pueden citarse como ejemplos de producción: la explotación de un pozo petrolero, el ensamble de un automóvil, etc.

$$\text{Producción} = \frac{\text{T tiempo base}}{\text{Ciclo}}$$

Dónde:

- 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.

2.2.7. Baja producción

Es una de las consecuencias que trae consigo la pérdida económica en las empresas, puesto que no logran satisfacer completamente al consumidor.

Mayormente lo que ocasiona la baja producción son los inadecuados métodos de trabajo, mano de obra deficiente e improductiva, falta de recursos y conocimientos, entre otros, ocasionando entregas a destiempo debido a la demora en producción.

2.2.8. 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. [30]

2.2.9. Productividad

Heizer y Render [30] explican que la productividad es la relación entre las salidas (bienes y servicios) entre una o más entradas (tales como mano de obra, capital o administración). La productividad puede resumirse en la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Insumo empleado}}$$

Según García [32] la productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. El objetivo es la fabricación de artículos a un menor costo, a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y máquinas, elementos sobre los cuales la acción del ingeniero industrial debe enfocar sus esfuerzos para aumentar los índices de productividad actual y, en esa forma, reducir los costos de producción.

Si partimos de que los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto-insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

1. Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
2. Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
3. Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables.

Por tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista:

1°= Producción/Insumos

2°= Resultados logrados/ Recursos empleados

El área de producción, el diseño del producto, la maquinaria y el equipo, así como la calidad de las materias primas que se empleen y la continuidad de su abastecimiento tienen un importante efecto en la productividad.

2.2.10. Indicadores Importantes de Productividad

Mora (2011) explica que los indicadores de la productividad son relaciones de datos numéricos y cuantitativos aplicados a la medición de la productividad que permite evaluar el desempeño y el resultado de la producción.

2.2.10.1. Eficacia

Implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos. La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos; es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad. De ello se desprende que la eficacia es hacer lo correcto y la eficiencia es hacer las cosas correctamente con el mínimo de recursos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Eficacia}}{\text{Eficiencia}} = \frac{\text{Valor} \rightarrow \text{Cliente}}{\text{Costo} \rightarrow \text{Productor}}$$

$$\% \text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \times 100$$

Tabla 1: Variables eficiencia y eficacia

VARIABLES	DEFINICIÓN	INDICADORES
Eficiencia	Forma en que se usan los recursos de la empresa: humanos, materia prima, tecnológicos, etcétera.	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muertos • Desperdicio • Porcentaje de utilización de la capacidad instalada
Eficacia	Grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares, etcétera.	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de cumplimiento de los programas de producción o de ventas. • Demoras en los tiempos de entregas.

Fuente: García (2005)

2.2.10.2. Eficiencia

Es la capacidad disponible en horas-hombre y horas-máquina para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente. Las causas de tiempos muertos, tanto en horas-hombre como en horas-máquina, son la falta de material, falta de personal, falta de energía, manufactura, mantenimiento, producción, calidad, falta de tarjetas, falta de información, entre otros,

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$$

$$\text{Capacidad real o efectiva} = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo}}$$

$$\text{Capacidad usada} = (\text{Capacidad disponible} - \text{tiempo muerto})$$

$$\% \text{Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad usada}}{\text{Capacidad disponible}} \times 100$$

2.2.10.3. Capacidad de la planta

Según Rojas [41], es la producción o número de unidades que una instalación puede gestionar, recibir, almacenar o producir en un determinado periodo de tiempo.

Capacidad proyectada o diseñada: es la máxima producción teórica que se puede obtener de un sistema en un periodo de tiempo determinado en condiciones ideales.

Capacidad efectiva o real: es la capacidad que espera alcanzar una empresa según su combinación de productos, métodos de programación, mantenimiento y estándares de calidad.

Capacidad utilizada: es la capacidad actual, dadas las limitaciones operativas.

$$\text{Capacidad real o efectiva} = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo}}$$

Capacidad ociosa: es la capacidad dada por la diferencia entre la capacidad real y la utilizada.

2.2.10.4. Utilización

Es la producción real como porcentaje de la capacidad proyectada.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad proyectada}}$$

2.2.11. Herramientas para el análisis y la mejora de las operaciones

2.2.11.1. Proceso

Un proceso se refiere a una parte cualquiera de una organización que toma insumos y los transforma en productos que, según espera, tendrán un valor más alto para ella que los insumos originales.

Bonilla, Kleeberg y Noriega [42] consideran que un proceso es un conjunto de actividades que utilizan recursos para transformar elementos de entrada en bienes y servicios capaces de satisfacer las expectativas de distintas partes interesadas: clientes externos, clientes internos, accionistas, etc.

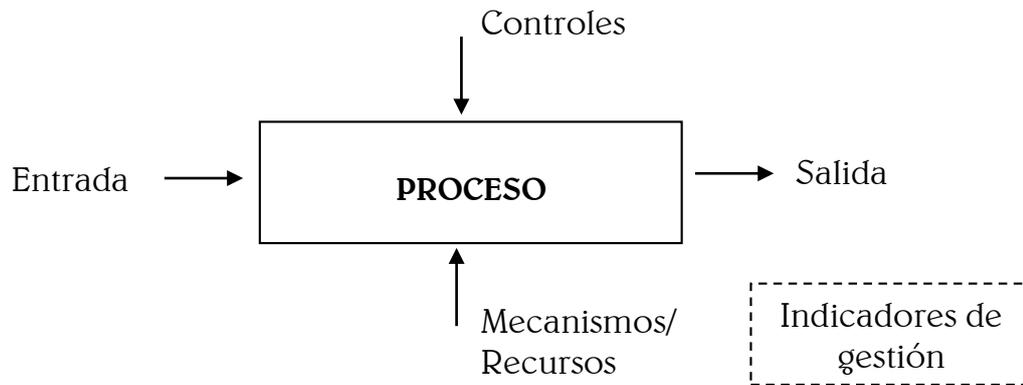


Figura N° 3: Diagrama de las partes de un proceso

Fuente: Google

2.2.11.2. Diagrama de bloques

Diego Perdon, Edwin Atencia y Marlon Corrales Palacio [43] definen diagrama de bloques como la representación gráfica del funcionamiento interno de un sistema, que se hace mediante bloques y sus relaciones, y que, además, definen la organización de todo el proceso interno, sus entradas y sus salidas.

Un diagrama de bloques de procesos de producción es utilizado para indicar la manera en la que se elabora cierto producto, especificando la materia prima, la cantidad de procesos y la forma en la que se presenta el producto terminado.

2.2.11.3. Diagrama del proceso de operaciones

Es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materia prima e insumos en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los insumos; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis; por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados.

Permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de las materias primas e insumos con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo.

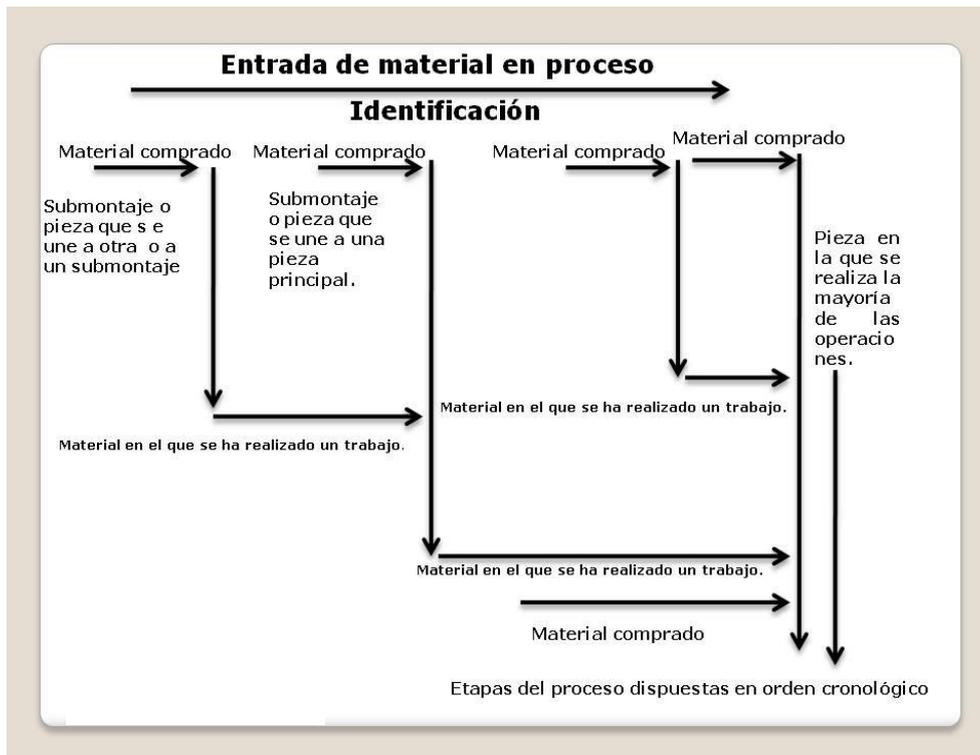


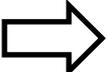
Figura N° 4: Representación gráfica del principio de elaboración de diagramas del proceso de operación

Fuente: García (2005)

2.2.11.4. Diagrama de análisis del proceso

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para representar las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.

Tabla 2. Símbolos usados para el Diagrama de Análisis del Proceso

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación		Se produce o se realiza algo
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales
Combinado (Operación – Inspección)		Se produce y verifica el producto

Fuente: García (2005)

2.2.11.5. Diagrama de recorrido

El diagrama de flujo o recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo o recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo. Se pueden utilizar colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte.

El diagrama de recorrido representa un complemento útil del diagrama de flujo de procesos debido a que indica el camino hacia atrás y las áreas posibles de congestión de tráfico y facilita el desarrollo de una configuración ideal de la planta.

2.2.11.6. Matriz de priorización

Según la empresa Aiteco [24] la matriz de priorización es una herramienta que permite la selección de opciones sobre la base de la ponderación y aplicación de criterios.

Hace posible, determinar alternativas y los criterios a considerar para adoptar una decisión, clarificar problemas, oportunidades de mejora y proyectos. En general, establece prioridades entre un conjunto de elementos, para facilitar la toma de decisiones.

Forma parte de las Siete Nuevas Herramientas de Gestión y Planificación propuestas por la JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers).

Para elaborar la matriz de priorización se deben seguir los siguientes pasos:

1. Definir el objetivo: El planteamiento del objetivo ha de ser claro y explícito.
2. Identificar las opciones: Es posible que las opciones estén ya presentes, es decir, se hayan definido previamente. En caso contrario el equipo deberá generar las alternativas posibles para alcanzar el objetivo.
3. Elaborar los criterios de decisión: Si los criterios no están determinados, el equipo elabora una lista consensuada. Los criterios deben definirse nítidamente para que su significado no ofrezca duda a los miembros del equipo.
4. Ponderar los criterios: Mediante una matriz tipo-L se ponderan los distintos criterios, confrontándolos con los demás. Para ello, y partiendo del eje vertical, se compara el primer criterio con los restantes, asignando el valor más apropiado según la tabla de valores existente al efecto.
5. Comparar las opciones: Se comparan todas las opciones entre sí en función de cada uno de los criterios. Se crean para ello tantas matrices tipo-L como criterios se han definido, estableciendo las comparaciones de las opciones a analizar en cada uno de los criterios.
6. Seleccionar la mejor opción: Se utiliza una matriz tipo-L en la que se compara cada opción sobre la base de la combinación de criterios. En esta matriz resumen se sitúan los criterios en el eje vertical y las opciones en horizontal.

Para cada celda de la matriz de priorización se multiplica el valor obtenido de “ponderación del criterio” (para cada criterio) por el valor de “calificación de la opción” (para cada opción).

2.2.11.7. Estudio del trabajo

Aplicación de ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

A) Estudio de métodos

Es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

Simplificar e idear métodos más económicos.

B) Medición del trabajo

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

2.2.11.8. Estudio de movimientos y tiempos

Los estudios de tiempos y movimientos juegan un papel importante en la productividad de cualquier empresa. Medir y establecer cuánto tiempo se invierte en el trabajo permite identificar aquellas tareas que, por alguna razón, influyen de manera negativa en el rendimiento de la compañía y, así, diseñar estrategias para corregirlas. Además, es útil para solucionar los problemas en la ejecución del proceso, 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.

Para Fred [27], 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:

- ✓ Estimación de costos
- ✓ Control de producción e inventarios
- ✓ Disposición física de la planta

- ✓ Materiales y procesos
- ✓ Calidad
- ✓ Seguridad

En síntesis, los estudios de métodos y tiempos son simuladores de la realidad, porque tratan de plasmar las situaciones que ocurren en un proceso para poder cuantificar el tiempo de trabajo necesario.

1. Estudio de tiempos

La Universidad de Santander [26] mencionó que una vez definido el método, el siguiente paso es medir el trabajo. La definición de la medición del trabajo es: La aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma (método) de ejecución establecida.

Tiempo estándar

Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente cualificado y adiestrado, que trabaja a un ritmo normal, lleve a cabo una tarea según el método establecido. Se determina sumando el tiempo asignado a cada uno de los elementos u operaciones que componen la tarea afectados por el correspondiente suplemento de descanso fijo y variable, y la proporción de tareas frecuentes. Se mide en “Tiempo hombre” (horas-hombre o minutos-hombre) y en “Tiempo máquina”.

Por este motivo, el tiempo estándar se hace mayor con suplementos de descanso y de otro tipo, incrementándose con operaciones frecuentes que surgen a causa de la tarea en cuestión, aunque no formen parte de su ciclo. Las industrias que no tienen sus tiempos estándar medidos suelen estar totalmente en manos de las circunstancias y sus trabajos fuera de control. [26]

Según Meyers [27] para calcular el tiempo estándar se deben seguir los siguientes pasos:

- 1. Cálculo 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. Cálculo 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

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} * \text{factor de calificación}$$

El factor de calificación tiene como función 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 desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. (Ver anexo3)

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

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

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 o por alguna demora inevitable. 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 4)

Etapas para el estudio de tiempos:

- Preparación: Se revisa que se cumplan los principios necesarios para el estudio de tiempos, también se descompone la operación en elementos.
- Ejecución: Con la ayuda de un cronómetro y la hoja de registro de observaciones, se procede a registrar los tiempos observados de la operación seleccionada.
- Valoración: Se aplican las técnicas de valoración de la actuación del trabajador para obtener una calificación. Se calculan los suplementos o tolerancias.
- Cálculo del tiempo estándar

Métodos generales para medir el tiempo estándar

Existen distintas técnicas aplicadas a la medición del trabajo:

- Estimación: El cálculo del tiempo tipo realizado por este procedimiento es totalmente subjetivo. Este tiempo tipo dado es un valor estimado por aquellos

profesionales que poseen una gran experiencia en la ejecución de trabajos similares.

- Datos históricos: Se van anotando los tiempos empleados para realizar una tarea determinada que se repite y se va guardando esta información que luego servirá para calcular los tiempos tipo por este procedimiento. Debido a que los datos recopilados no tienen una gran precisión, el cálculo del tiempo se realiza calculando la media ponderada:

$$T_p = \frac{T_o + 4 \cdot T_m + T_a}{6}$$

Dónde:

T_p es el tiempo tipo

T_o es el tiempo óptimo registrado (más corto)

T_a es el tiempo más largo registrado

T_m es el tiempo modal

- Tablas 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.
- Sistemas de tiempos predeterminados: Observación de las operaciones al registro de los gestos necesarios para realizarlos sin el uso de ninguna toma de tiempos.
- Muestreo: Este sistema se utiliza para el cálculo de los tiempos de gran número de tareas hechas en diferentes puestos de trabajo. El muestreo de trabajo implica observar una parte o muestra de la actividad laboral. Para su ejecución es necesario disponer de un reloj registrador de tiempos que nos indique la hora de inicio y finalización de cada tarea.
- Cronometraje: Se basa en la toma de tiempos con cronómetro por cada operación, modificando el tiempo obtenido mediante la apreciación de actividad.

Procedimiento básico para hallar el tiempo estándar

1. Obtener el promedio de los tiempos observados.
2. Afectar el tiempo promedio observado por el factor de ritmo.
3. Asignar los tiempos suplementarios
4. Calcular el tiempo estándar

4. Despilfarro y valor añadido

Según Juan Carlos Hernández [44] el valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar las materias primas del estado en que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente esté dispuesto a comprar. En este punto, en el entorno Lean se define “despilfarro” como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. No se debe cometer el error de confundir desperdicio con lo necesario, es decir, cuando identificamos una operación o proceso como desperdicio, por no añadir valor, asociamos dicho pensamiento a la necesidad de su inmediata eliminación y eso nos puede crear confusión y rechazo.

En el entorno Lean la eliminación sistemática del desperdicio se realiza a través de tres pasos que tienen como objetivo la eliminación sistemática del despilfarro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido y que recibe el nombre de Hoshin (Brújula):

- Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de nuestros procesos.
- Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.
- Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

Las actividades productivas (VA) son: Operación, operación - inspección e inspección.

Las actividades improductivas (NVA) son: transportes, demoras y almacenaje.

La mejor forma de entender los conceptos descritos y evaluar su magnitud es identificar algunos de los tipos de despilfarros sobre los que se centra el Lean Manufacturing; almacenamiento, sobreproducción, tiempo de espera, transporte o movimientos innecesarios, defectos, rechazos y reprocesos.

2.2.12. Metodologías por utilizar

2.2.12.1. Método de Guerchet

Una planta industrial debe ser lo suficientemente grande para poder realizar en ella las operaciones necesarias, esto en el aspecto técnico. Por otro lado, tomando en consideración el bienestar del trabajador, se debe tener presente que el área de trabajo es donde el trabajador pasa su tiempo, por lo que el ambiente debe acondicionarse para que le brinde comodidad y seguridad, con esto se logrará un rendimiento productivo y estable. La distribución es

básicamente una ordenación del espacio, los cálculos de las áreas individuales de los elementos deben ser la base de las dimensiones del conjunto.

El método de Guerchet permite calcular el área aproximada para la distribución de equipos y maquinarias, siendo estos tanto móviles como estáticos. Según el método de Guerchet, la superficie total vendrá dada por la suma de tres superficies parciales: Superficie estática, de gravitación y de evolución.

- **Área Estática (Ss):** Es la superficie donde se colocan los objetos que no tienen movimiento como máquinas, equipos y muebles.

$$Ss = L * A$$

Dónde: L= largo

A= ancho

- **Área de Gravitación (Sg)** Es el espacio que necesita el operario para el desempeño de su trabajo (atender su máquina).

$$Sg = Ss * N$$

Dónde: N = número de lados de operación de la máquina.

- **Área de Evolución (Se)** Es el espacio que necesita para la circulación, movimiento de materiales y servicios.

$$Se = (Ss + Sg) * K$$

Dónde: K = constante del proceso productivo (está entre 0,05 y 3)

$$K = APO / 2 \text{ (AME)}$$

Dónde: APO = altura promedio de los operarios.

AME = altura media de maquinaria o muebles.

- **Área Total (St):** Es la suma de las áreas estáticas, de gravitación y de evolución.

$$St = Ss + Sg + Se$$

2.2.12.2. Lean Manufacturing

a. 5s

Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

5S es una filosofía de trabajo que permite desarrollar un plan sistemático para mantener continuamente la clasificación, el orden y la limpieza, lo que permite de forma inmediata una mayor productividad, mejorar la seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la calidad, la eficiencia y, en consecuencia, la competitividad de la organización.

- ✓ Clasificación. Significa distinguir claramente entre lo que es necesario y debe mantenerse en el área de trabajo y lo que es innecesario y debe desecharse o retirarse.
- ✓ Orden. Significa organizar y mantener las cosas necesarias de modo que cualquier persona pueda encontrarlas y usarlas fácilmente.
- ✓ Limpieza. Limpieza significa limpiar suelos y mantener las cosas en orden, además de identificar las fuentes de suciedad e inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza con el fin de identificar problemas de escapes, averías o fallas.
- ✓ Estandarización. Significa que se mantienen consistentemente la organización, orden y limpieza mediante un estándar o patrón para todos los lugares de trabajo tanto fabril como administrativo. Esto implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente.
- ✓ Disciplina. Significa seguir siempre procedimientos de trabajo especificado y estandarizado.

b. Balance 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. [27]

c. 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 fórmula:

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

d. Estandarización de tiempos

Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente.

Una de las etapas del estudio de trabajo 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. [45]

Debido a ello, es importante documentar el nuevo método de trabajo para que los colaboradores lo conozcan y contribuyan a la calidad del proceso.

Según Siliceo [32] la estandarización de un nuevo método de trabajo requiere de capacitación, procedimientos del método y el seguimiento de éste (registros).

e. Condiciones de trabajo

Según García [32]:

- ✓ Adecuadas condiciones de trabajo que permitan al trabajador ejecutar sus tareas sin fatiga innecesaria.
- ✓ Ambiente grato, condiciones higiénicas, a una temperatura normal (ni tan frío o caliente).
- ✓ Iluminación adecuada y con el menor ruido posible
- ✓ Ayuda con el trabajo defectuoso, actividades ineficientes, tiempo improductivo, pérdida de producción, mejor concentración del operario

Factores:

- ✓ Calidad e intensidad de iluminación
- ✓ Ventilación, calefacción y refrigeración
- ✓ Acondicionamiento cromático
- ✓ Ruido y vibraciones

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1. La empresa

Reencauchadora del Norte E.I.R.L. es una empresa que tiene una amplia experiencia en el rubro. Iniciaron sus actividades siendo un negocio simple, en el cual brindaban servicios para vehículos pequeños.

Más adelante decidieron abrir las puertas al público con el objetivo de tener un taller propio para ofrecer servicios completos (a parte de la venta de neumáticos), es decir, el enllante y desenllante; actualmente los camiones salen de las instalaciones con los neumáticos puestas.

Ofrecen sus servicios a las empresas de transporte, clientes que tengan vehículos con neumáticos a partir de la medida 14 (como los Combi), transportistas, empresas de maquinaria pesada, compañías mineras, entre otros.

La Reencauchadora del Norte E.I.R.L. está ubicada en la Carretera Panamericana Norte (frente a la empresa de Perhusa), Chiclayo, este punto se considera una zona estratégica para el servicio que se brinda.

En la figura N°5 se muestra la ubicación de la empresa Reencauche del Norte E.I.R.L.

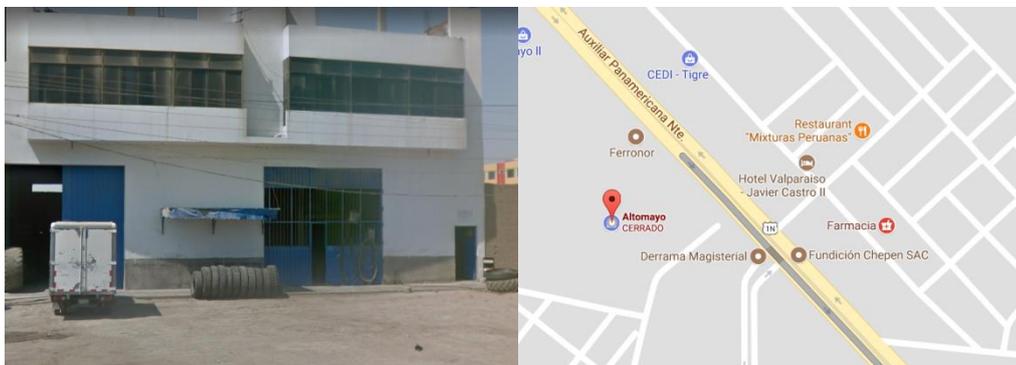


Figura N° 5°: Ubicación de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Fuente: Google Maps, Empresa

✓ **Misión**

“Producir y vender neumáticos reencauchados de calidad a precios cómodos, siempre buscando la satisfacción de nuestros clientes, además, comprometidos siempre con el crecimiento y desarrollo de nuestro país.”

✓ **Visión**

“Ser una empresa sólida y líder en la producción y ventas de neumáticos relacionados con el rubro del reencauche a nivel de la región norte del país.”

✓ **Organigrama**

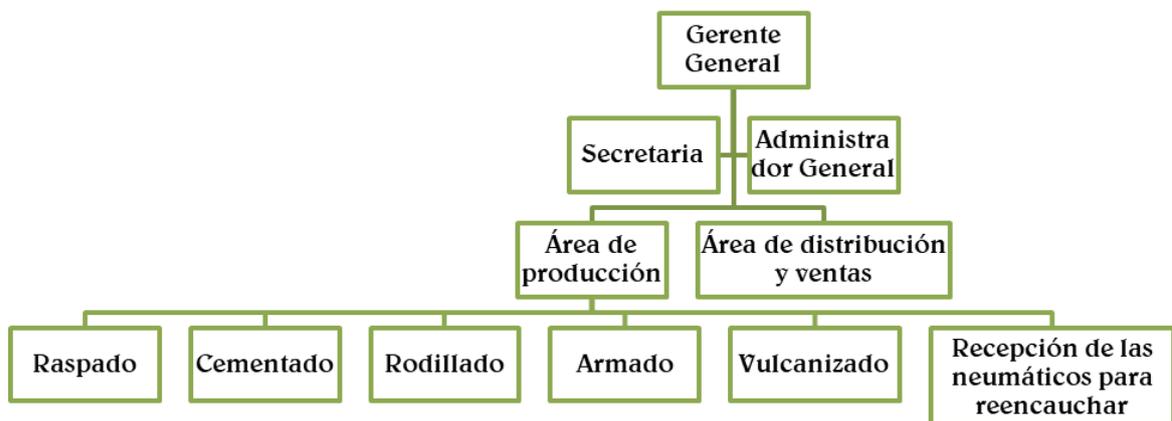


Figura N° 6: Organigrama de la empresa

Fuente: Reencauchadora del Norte E.I.R.L

✓ **Personal**

La empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. cuenta con once trabajadores, en su planta actual, los cuales cumplen las siguientes actividades.

**Tabla 3: Descripción de las funciones de cada colaborador dentro de la empresa
Reencauchadora del Norte E.I.R.L.**

Tipo	Descripción	Cantidad
Gerente General	Responsable principal del surgimiento de la empresa, tomando decisiones y velando por el buen desempeño de todos sus colaboradores de las diferentes áreas.	1
Administrador General	Se encarga de garantizar el progreso, sostenimiento de la empresa y de supervisar el funcionamiento de las diferentes áreas.	1
Secretaria	Se encarga de realizar los trámites relacionados a la empresa, también de ingresar los datos de los datos de los clientes y de hacer los pedidos a los proveedores.	1
Operarios del área de producción	Son los encargados de realizar las actividades del proceso productivo.	6
Operarios del área de distribución y ventas	Son los encargados de distribuir o avisar a los clientes cuando sus neumáticos se encuentran reencauchados.	2

Fuente: Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

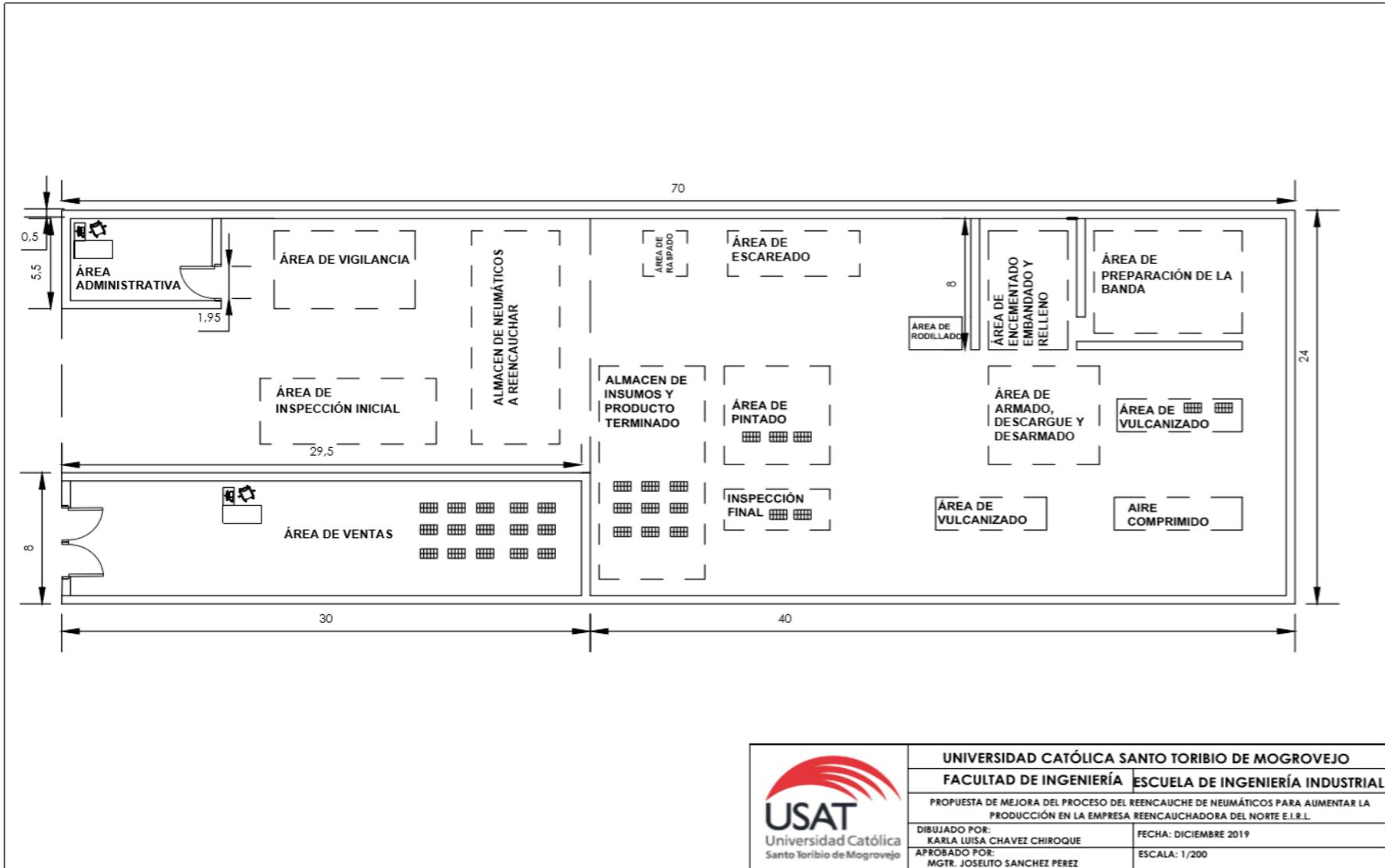


Figura N° 7: Layout de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

3.1.2. Productos

3.1.2.1. Descripción del producto

El reencauche se basa en la selección e inspección de un neumático usado, a la que se le coloca una nueva banda de rodamiento mediante técnicas de calor y presión. Esta renovación se debe realizar sobre carcasas en buen estado, es decir, que tengan desgaste uniforme, de manera que se tenga un remanente mínimo de caucho de dos milímetros en el labrado, que en los costados no existan abolladuras y que el aro interno no presente desgarres. Si el neumático cumple estas condiciones, en la planta se le retira el caucho de la banda de rodamiento y se pule. Después de cementarla y colocarle la nueva banda, se somete al proceso de vulcanización con temperatura y presión especificadas. Luego, se revisa interna y externamente con el fin de verificar que cumpla con las condiciones y normas técnicas de calidad para cumplir el servicio.

Los neumáticos proveen la tracción y, por lo tanto, juegan un papel crucial en el frenado seguro del vehículo. Ellas cargan el peso total del vehículo, absorben los impactos del camino y representan el paso final en la conversión de energía del combustible en movimiento del vehículo. Si usted está familiarizado con los diferentes tipos de neumáticos que se encuentran disponibles, usted deberá escoger las más eficientes para ahorrar combustible en su vehículo. Por otro lado, cabe mencionar la importancia de conocer las medidas de los neumáticos y de qué tipo son para poder darles su respectivo precio de venta.

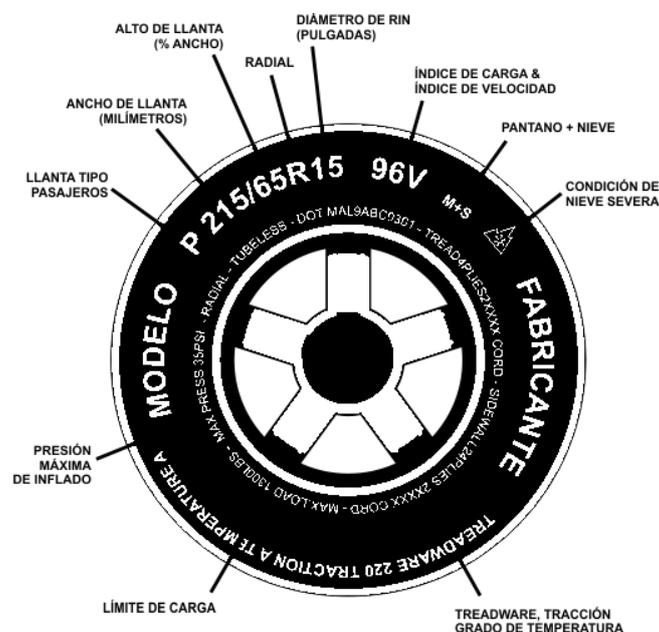


Figura N° 8: Descripción del tipo de neumático

Fuente: Virtual Llantas

Tabla 4: Tipos de neumáticos para el reencauche

	Tipo de neumático	Aro	Diámetro exterior (mm)	Ancho de sección (mm)	Diámetro nominal del aro “d” (mm)	Precio de venta
GRANDES	12 R 20	8,50	1125	315	508	S/. 390.00
	12R 22.5	9,00	1085	300	572	S/. 400.00
	11R 24,5	8,25	1104	279	279	S/. 420.00
	275/80R 22.5	9,75	1011	275	571,5	S/. 570.00
	315/80R 22.5	9,00	1076	312	571,5	S/. 450.00
	325/95R 24	9,00	1231	328	609,6	S/. 460.00
	295/80R 22.5	8,75	1043,5	298	571,5	S/. 400.00
MEDIANAS	11R 22.5	8,25	1054	279	572	S/. 320.00
	255/70R 22.5	7,5	930	255	571,5	S/. 400.00
	265/70R 19.5	7,5	867	262	495,3	S/. 450.00
	275/70R 22.5	8,25	958	276	571,5	S/. 470.00
	10,00 R 20	7,5	1054	278	508	S/. 300.00
	11,00 R 20	8,00	1085	293	508	S/. 330.00
	12.5R/18	8,75	993	269	457,2	S/. 315.00
	235/75R 17,5	8,5	797	235	444,5	S/. 220.00
PEQUEÑAS	7.00 R 16	5,50	775	200	406	S/. 150.00
	7.50 R 16	6,00	805	215	406	S/. 180.00
	9.5R 17.5	6,75	842	240	445	S/. 250.00
	6.50 R 16 C	5,00	742	176	356	S/. 120.00
	7.00 R 15	5,50	750	200	381	S/. 130.00
	7.50 R 15	6,00	780	215	381	S/. 160.00
	8.25 R 20	6,50	974	236	508	S/. 270.00
	8.25 R16	6,50	855	235	406	S/. 200.00

Fuente: Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

En la tabla 4 se describen los tipos de neumáticos que la empresa puede reencauchar de los cuales solo se estudiarán los modelos más reencauchados en el tiempo determinado: 11R22.5, 750R16, 295/80R22.5 y 12R20.

3.1.2.2. Sub Productos

En el proceso de reencauche no se obtienen subproductos.

3.1.2.3. Desechos

El proceso del reencauche de neumáticos genera una gran cantidad de desechos sólidos, de los cuales encontramos: el polvo generado en los procesos de limpieza, raspado y escareado; los recortes de bandas de caucho (de todo tamaño) obtenidos del proceso de preparación de bandas para los neumáticos reencauchados.

Cabe mencionar que los residuos sólidos y líquidos generados por los operarios también son considerados desechos.

3.1.2.4. Desperdicios

En el proceso de reencauche se tiene como desperdicios las bandas de rodamientos, que son retiradas de los neumáticos a reencauchar, y cojín sobrante de la etapa del embandado.

En la figura N°9 se muestra la matriz de Leopold en donde se relaciona a las etapas del proceso de reencauche de neumáticos (raspado, escareado, cementado, rellenado, etc.) y los factores ambientales como el nivel de polvo (o material particulado), nivel de olor, de ruido, gases, desechos y desperdicios con la finalidad de identificar los impactos ambientales que generan las salidas de las etapas. Después del análisis respectivo se tiene al raspado y escareado como etapas que generan mayor impacto ambiental negativo afectando el medio ambiente y por ende a la salud de los trabajadores. Este impacto es causado por el elevado nivel de ruido y polvo generados en las etapas antes mencionadas.

Medio	Sistema	Componente Ambiental	ETAPAS										TOTAL	
			Factor Ambiental	Raspado	Escariado	Cementado	Rellenado	Embandado	Rodillado	Vulcanizado	Pintado	Preparación de la banda		
Medio Natural	Físico	Aire	Nivel de polvo	-3 / 6	-3 / 4				-2 / 2				-1 / 2	-36
			Nivel de olor			-2 / 3						-1 / 2		-8
			Nivel de ruido	-3 / 5	-3 / 3		-1 / 1	-2 / 1	-1 / 2	-3 / 2	-1 / 1	-1 / 1		-36
			Gases									-1 / 2		-2
	Biológico		Desechos	-3 / 5	-3 / 4									-14
			Desperdicios						-1 / 2				-1 / 2	-4
	PROMEDIOS ARITMÉTICOS			-48	-33	-6	-1	-8	-2	-6	-5	-5	-100	

Figura N° 9: Matriz de Leopold de las etapas de producción

3.1.3. Materia prima e Insumos

3.1.3.1. Materia prima

La materia prima para el reencauche son los neumáticos con alguna abolladura, desgaste, imperfección, etc. y las nuevas bandas de rodamiento que serán adheridas al neumático a reencauchar.

En la tabla 5 se describen los tipos de neumáticos que usa la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. para el reencauche.



Figura N° 10: Neumáticos a reencauchar

Tabla 5: Tipos de bandas de rodamientos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Tipo de bandas de rodamientos	
Radial	MZM, MDY, MDR, MZY, MZH
Diagonal, Radial	MD4, MCB, MTD, MRL
Diagonal	MTR

En la tabla 6 se describen las dimensiones, peso promedio y el costo de cada banda de rodamiento, según su diseño, ya sea radial, diagonal – radial o diagonal.

Tabla 6: Tipos de bandas de rodamientos y su respectiva descripción

Diseño de banda de rodamiento		Dimensiones (mm x mm x m)	Precio de la banda por kg (s/.)	Peso promedio de la banda (kg)	Costo de la banda por kg (S/.)
RADIAL	MZM	243 x 24 x 11	13	5,3	68,9
	MDY	220 x 17,5 x 11	3,5	5,4	18,9
		235 x 17,5 x 11	3,5	4,12	14,42
	MDR	250 x 21 x 11	3,5	3,73	13,055
		235 x 18 x 11	2,5	3,75	9,375
	MZY	235 x 16 x 10,87	3,53	6,57	23,1921
		245 x 16 x 11	12,7	7,32	92,964
		220 x 15 x 11	3,53	8,05	28,4165
	MZH	220 x 23 x 11	3,53	4,75	16,7675
		230 x 23 x 11	13	4,1	53,3
		245 x 24 x 8	3,53	4,06	14,3318
		235 x 16 x 10,87	12,7	4,1	52,07
		256 x 25 x 11	3,53	4,06	14,3318
		243 24 x 11	13	4,75	61,75
DIAGONAL	MTR	258 x 26 x 11	3,5	4,93	17,255
		265 x 26 x 11	3,53	4,5	15,885
		245 x 26 x 11	3,53	4,55	16,0615
		225 x 26 x 11	13	4,65	60,45
DIAGONAL, RADIAL	MD4	235 x 23 x 11	13	8,05	104,65
		260 x 15 x 4,08	13	7,95	103,35
		245 x 23 x 11	3,5	8,5	29,75
	MCB	160 x 13 x 10,85	13	4,06	52,78
		139 x 12 x 11	3,5	4,1	14,35
		170 x 13 x 11	3,5	5,55	19,425
	MTD	175 x 12 x 11	3,5	4,3	15,05
		235 x 17,5 x 11	3,5	4,55	15,925
	MRL	330 x 12 x 11	3,5	5,25	18,375
	PROMEDIO			6,62	5,2

Fuente: Megabanda S.A.C.

3.1.3.2. Insumos

Insumos materiales

Son aquellos materiales usados en las distintas etapas del proceso productivo del reencauche de neumáticos. A continuación, se detallarán cada uno de estos materiales.

- Parches: Cubren las imperfecciones muy afectadas que no se ejecutaron bien en la etapa de raspado.
- Tiza: este material es usado para marcar el neumático en donde exista una abolladura que requiera reparación.
- Cemento frío: es el insumo que se coloca sobre el neumático que ya ha sido escareado con la finalidad de que se junte (pegue) con la nueva banda de rodamiento.
- Gas GLP o DIESEL: El gas GLP o DIESEL es utilizado en el caldero para generar vapor de manera que la autoclave realice el proceso de vulcanizado.
- Bencina: líquido que sirve para retirar pintura seca o para realizar limpieza.
- Goma cojín: tenemos dos tipos cojín extruido y el cojín laminado, el primero sirve para rellenar los huecos o ralladuras que pueda haber en el neumático incluso después de haberle realizado el cementado y el segundo ayuda con el empalme con la nueva banda de rodamiento.
- Envelope: tiene por función cubrir al neumático de las altas temperaturas al momento que es vulcanizado.
- Telas de ventilación: es colocada junto con el envelope con la finalidad de proteger al neumático.
- Cámara Protector de jebe: sirve para proteger al neumático de las altas temperaturas en el momento que ingresa a la autoclave.
- Piedras de rectificar: Son utilizadas en la máquina rodilladora.
- Cinta scotch
- Cuchillas: Utilizadas para realizar el corte de las bandas en la etapa de preparación de bandas.
- Aro disco acero: El aro disco acero es utilizado en la etapa de armado.
- Fierro: Este fierro mide 1.20 m y es usado en la etapa de desarmado.
- Pintura (negra): Es utilizada para darle una mejor apariencia al neumático reencauchado, se realiza después del proceso vulcanizado.

Insumos mano de obra

La empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. cuenta con 11 trabajadores en toda la planta, 6 de los cuales se encuentran en el área de producción y los restantes son los encargados de la parte administrativa. Los colaboradores encargados directamente del proceso de reencauche de neumáticos son poco calificados, según una encuesta realizada a cada uno de ellos (*Ver anexo 12*), se manifiesta que anteriormente han trabajado en otras empresas dedicadas al mismo rubro y conocen los procesos.

En la tabla 7 se describen algunos datos de cada operario como el cargo, la fecha de su ingreso a la empresa, su edad, formación académica y el método de trabajo que utilizan para desempeñar sus funciones.

El método empírico es para aquellos operarios que tienen conocimientos del proceso de reencauche por su experiencia e indicaciones de la empresa, mientras que el método teórico – empírico es para aquellos operarios que no llevaron una carrera técnica, pero recibieron capacitaciones externas de los lugares donde antes laboraban.

Tabla 7: Mano de obra de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Cargo	Nombre	Etapas	Fecha de Ingreso	Edad	Formación académica	Método de trabajo
Operario 1	Benigno Acosta Casusol	Inspección Inicial - Limpieza	2014	47 años	Secundaria	Empírico
Operario 2	Miguel Ángel Quiroz	Preparación de la nueva banda de rodamiento	2012	42 años	Secundaria	Empírico
Operario 3	Rolando Vallejos Vera	Pintado – Inspección final	2014	44 años	Secundaria	Empírico
Operario 4	Santiago Céspedes Mordes	Raspado – Escareado	04/2018	30 años	Primaria	Empírico
Operario 5	Wilson Zaña Ludeña	Cementado - Relleno	01/2018	39 años	Secundaria	Teórico – Empírico
Operario 6	Yeiner Dávila Alarcón	Armado – Desarmado – Rodillado	2015	23 años	Secundaria	Empírico

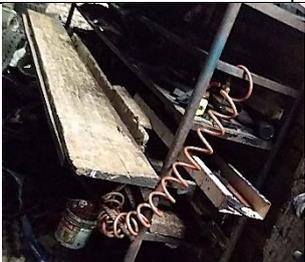
3.1.4. Herramientas y máquinas

La maquinaria y equipos que cuenta la empresa para realizar correctamente el proceso de reencauche de neumáticos son:

3.1.4.1. Herramientas / Equipos

Tabla 8: Descripción de las herramientas/equipos usados en el proceso de reencauche

Imagen	Herramientas – Equipos	Descripción	Cantidad
	Pulidor escareador	<p>Tiene la función de reparar los daños que presente el neumático. Se usa en la etapa de escareado. Su estructura permite el movimiento tridimensional.</p> <p>Cuenta con un motor trifásico 220 v de 1,2 HP.</p> <p>Eje flexible de 1/2"</p> <p>Reencauche de neumáticos desde aro 12” hasta de 60”.</p> <p>Mandril hexagonal de 11 mm.</p>	2
	Lezna	<p>Es utilizada en la etapa de inspección inicial con la finalidad de detectar las abolladuras del neumático.</p> <p>Longitud de la cuchilla: 3-1/2” (88,90 mm)</p> <p>Longitud total: 150 mm</p>	1
	Extrusora	<p>Es usado en la etapa de relleno, convierte el cojín extruido e goma.</p> <p>Potencia: 710 W</p> <p>RPM: 0 – 550</p> <p>Peso: 3,5 kg</p>	1

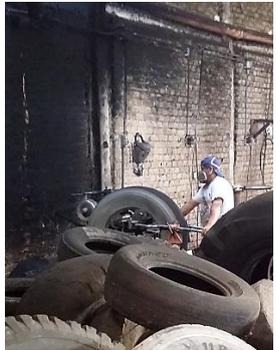
	<p>Martillo manual</p>	<p>Herramienta empleada en la etapa de embandado, ayuda con el acoplamiento de la banda con el neumático.</p> <p>Este hecho de madera (mango barnizado) y metal –acero especial (cabeza de martillo)</p> <p>Longitud: 240 mm</p> <p>Peso: 0.10 kg</p>	<p>2</p>
	<p>Soporte de neumáticos (para escareado)</p>	<p>Esta herramienta se utiliza para colocar los neumáticos y realizar las etapas de escareado, cementado, rellenado y secado.</p> <p>Medidas: 1,2 m x 0,30 m x 0,65 m</p>	<p>3</p>
	<p>Soporte de neumáticos (para cementado, embandado, relleno y secado)</p>	<p>Esta herramienta se utiliza para colocar los neumáticos y realizar las etapas de cementado, embandado, rellenado y secado.</p> <p>Medidas: 1,5 m x 0,40 m x 0,65 m</p> <p>Cuando el soporte se encuentra con neumáticos el ancho de éste vendría a ser 1,23m.</p>	<p>2</p>
	<p>Mesa de corte (Parches y banda de rodamiento)</p>	<p>Este equipo sirve como soporte y facilita la preparación de las bandas de rodamientos.</p>	<p>2</p>
	<p>Envelope</p>	<p>Esta herramienta participa en el proceso de armado, se coloca en la parte exterior e interior del neumático que está listo para vulcanizarse.</p>	<p>30</p>

	<p>Pestañas</p>	<p>Las pestañas también es parte del proceso de armado, son ubicados en la parte interna del neumático encima del envelope.</p>	<p>30</p>
	<p>Aros de neumáticos</p>	<p>Los aros de diferentes medidas son parte del proceso de armado, colocándose en la parte interna del neumático protegiendo al envelope y a la pestaña, dejando listo al neumático para entrar al vulcanizado.</p>	<p>30</p>
	<p>Pistola de aire</p>	<p>Ayuda en la limpieza de los neumáticos después de los procesos de raspado y escareado. Pureza de nitrógeno: 95 – 99 % Capacidad: 50 000 infladas</p>	<p>4</p>
	<p>Brocha</p>	<p>Esta herramienta es utilizada en la etapa de cementado para colocar el cemento en el neumático y la banda de rodamiento. Hecha de plástico y filamentos de nylon Ancho: 101,60 mm Longitud: 69,85 mm</p>	<p>3</p>
	<p>Wincha</p>	<p>Es usada para medir las bandas de rodamiento, según la medida de la carcasa. Capacidad: 20 metros.</p>	<p>2</p>
	<p>Llave francesa</p>	<p>Herramienta manual usada para ajustar o aflojar tuercas o pernos en la etapa de vulcanizado.</p>	<p>1</p>

	<p>Alicate</p>	<p>Es una herramienta manual cuyos usos van desde sujetar piezas al corte o moldeado de distintos materiales.</p>	<p>2</p>
	<p>Reglas</p>	<p>Miden el diámetro de la banda de rodamiento en la etapa de raspado y también en la etapa de preparación de la nueva banda de rodamiento.</p>	<p>2</p>

3.1.4.2. Máquinas

Tabla 9: Descripción de la maquinaria usada en el proceso de reencauche

Imagen	Máquinas	Descripción	Cantidad
	<p>Raspadora</p>	<p>Esta máquina permite el raspado de la banda de rodamiento desgastada de un neumático de aro 12 hasta aro 24, respetando los perfiles y espesores recomendados por los fabricantes, a fin de obtener precisa geometría y textura de la superficie raspada, permitiendo la colocación de una nueva banda de rodamiento.</p>	<p>1</p>
	<p>Rodilladora</p>	<p>Permite la adhesión de la carcasa del neumático y la banda de rodamiento mediante la presión.</p>	<p>1</p>

	Autoclave	Sirve para vulcanizar los neumáticos ya reparadas con una nueva banda de rodamiento, haciendo que estos neumáticos tengan un mejor acabado, tiene una capacidad de 8 neumáticos.	2
	Compresor de aire	Esta máquina sirve para brindar aire comprimido algunas maquinarias que son electroneumáticas y para limpiar el área de raspado y escareado.	1
	Caldero	Máquina utilizada para generar vapor, el cual será empleado en la autoclave para el vulcanizado de los neumáticos.	1

FICHAS TÉCNICAS

Tabla 10: Ficha técnica de la máquina raspadora de neumáticos

Ficha técnica de maquinaria y equipos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	
Máquina	Raspadora de neumáticos
Marca	REEINNOVA
Imagen de maquinaria	
Descripción	Raspadora de neumáticos
Características generales	
Peso	530 kg
Ancho	104 cm
Profundidad	90 cm
Altura	110 cm
Características técnicas	
Capacidad de raspado	12 '' (autos) hasta 24''(volquetes)
Potencia del motor	10 a 12 HP
Tipo de motor	Trifásico
Frecuencia	3600 RPM

Fuente: Inntrans Rubber & Plastic S.A.C.

Tabla 11: Ficha técnica de la máquina rodilladora de neumáticos

Ficha técnica de maquinaria y equipos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	
Máquina	Rodilladora
Marca	REEINNOVA
Imagen de maquinaria	
Descripción	Rodilladora de neumáticos
Características generales	
Estructura con eje alargado moleteado	
Brazo sólido con polín	
Características técnicas	
Capacidad de rodillado	12 '' (autos) hasta 24''(volquetes)
Potencia del motor	1 HP
Tipo de motor	Trifásico
Frecuencia	60 RPM
Voltaje	220 v
Pistón	4'' de diámetro de 20 cm de carrera

Fuente: Intrans Rubber & Plastic S.A.C.

Tabla 12: Ficha técnica de la autoclave 1

Ficha técnica de maquinaria y equipos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	
Máquina	Autoclave
Marca	REEINNOVA
Imagen de maquinaria	
Tipo de cierre	Manual con pernos a gas
Descripción	Autoclave Industrial
Características generales	
Largo	350 cm
Diámetro	160 cm
Alto	230 cm
Espesor	12 mm
Capacidad	8 neumáticos
Presión (máx.)	90 PSI
Temperatura (máx.)	130°C
Peso seco	33 000 kg
Capacidad de motor	Fase 3 7,5 HP

Fuente: Intrans Rubber & Plastic S.A.C.

Tabla 13: Ficha técnica de la autoclave 2

Ficha técnica de maquinaria y equipos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	
Máquina	Autoclave
Marca	REEINNOVA
Imagen de maquinaria	
Modelo	A gas cierre a pines
Descripción	Autoclave Industrial
Características generales	
Largo	220 cm
Diámetro	160 cm
Alto	230 cm
Espesor	12 mm
Capacidad	6 neumáticos
Presión (máx.)	110 PSI
Temperatura (máx.)	30 – 50 °C
Peso seco	33 000 kg
Capacidad de motor	Fase 3 7,5 HP

Fuente: Intrans Rubber & Plastic S.A.C.

Tabla 14: Ficha técnica del caldero industrial

Ficha técnica de maquinaria y equipos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	
Máquina	Caldero industrial
Marca	REEINNOVA
Imagen de maquinaria Modelo	
Sistema de calentamiento	Con quemador a gas
Sistema de flujo	Agua-Vapor
Descripción	Caldero Industrial
Características generales	
Largo	180 cm
Diámetro	110 cm
Alto	190 cm
Capacidad para suministrar vapor sobrecalentado para autoclave de	20 neumáticos

Fuente: Inntrans Rubber & Plastic S.A.C.

3.1.5. Proceso de producción

1. Limpieza

Antes de la inspección de los neumáticos, se realiza una limpieza la cual permite evitar el paso de contaminantes a la planta y lograr, de esta manera una mejor inspección. Esta etapa se realiza de manera manual con el uso de unos cepillos que permiten retirar la suciedad.



Figura N° 11: Etapa de limpieza y retiro de la banda en mal estado

2. Inspección inicial

La revisión constituye uno de los procesos más importantes dentro del reencauche de neumáticos ya que de él depende la consecución de productos terminados de óptima calidad. Esta etapa consiste en la inspección minuciosa de todas y cada una de las carcasas que ingresan a la planta de producción; dicha inspección es realizada en forma manual por personal calificado para dicha operación. Entre los parámetros generales a considerar dentro de la revisión están los siguientes: roturas, perforaciones, agrietamientos, soplos, estado de los hombros pestañas, envejecimiento, etc. La revisión defectuosa conduce a la generación de problemas en las siguientes etapas del proceso.

3. Raspado

Si bien la inspección inicial constituye una de las etapas más importantes dentro del proceso de reencauche es en esta etapa en la que se comienza el proceso industrial del Reencauchado de Neumáticos.

Esta operación tiene como objetivo obtener de la carcasa una superficie adecuada que permita un eficiente proceso, a la vez, que elimina de una forma parcial impurezas incrustadas en la superficie de rodamiento del neumático. Se conseguirá mediante esta operación un aspecto áspero de la superficie con el fin de que la banda nueva de rodamiento se acople perfectamente a la misma.



Figura N° 12: Etapa de raspado

4. Escareado

Esta etapa tiene la finalidad de eliminar de manera más concreta y minuciosa todas aquellas fallas en la estructura del neumático. Existen dos módulos de escareado en el proceso de reencauche.



Figura N° 13: Etapa de escareado

5. Cementado

Es indispensable crear una superficie de adhesión que permita que tanto la superficie de la carcasa como la de la nueva banda de rodamiento, se junten fuertemente permitiendo de esta manera un perfecto vulcanizado del cojín. Se adiciona entonces sobre dichas superficies una solución de caucho mezclada con solventes conocida con el nombre de cemento.

6. Secado

Esta etapa del proceso de reencauche consiste en esperar 60 minutos que los neumáticos sequen.



Figura N° 14: Etapa de secado

7. Rellenado

Debido al proceso de reparación la superficie y/o laterales de la carcasa, presenta una serie de perforaciones de diferente magnitud que debilitan la estructura de la carcasa. Para recuperar la composición y estructura de la carcasa, es preciso colocar caucho no vulcanizado en estas perforaciones y en todas aquellas que presente el neumático, sean o no causadas por el proceso de reparación. La colocación de este caucho se lo realiza mediante la utilización de una pequeña pistola extrusora, que permite una aplicación adecuada del caucho sobre los agujeros de la carcasa.



Figura N° 15: Etapa de relleno

8. Embandado

Cada uno de los procesos descritos anteriormente puede considerarse como de preparación de la superficie de la carcasa para la incorporación de la nueva banda; es así que en esta etapa se procederá a la colocación de la banda de rodamiento sobre la superficie de rodamiento de la carcasa. En este proceso se utiliza una máquina embandadora, esta permite inmovilizar la carcasa y hacerla girar sobre su eje mientras se coloca de forma manual la nueva banda. Las características importantes que considerar en este procedimiento son: el centrado adecuado de la banda sobre la carcasa y la perfecta unión de los bordes de la banda.



Figura N° 16: Etapa de embandado

9. Rodillado

Fijar firmemente la banda al casco y sacar el aire que pueda quedar atrapado entre el neumático y la banda.



Figura N° 17: Etapa de rodillado

10. Armado

Esta etapa consiste en colocar sobre la carcasa embandada una serie de elementos protectores, para protegerla esencialmente del vapor. Los elementos a utilizarse son un sobre de caucho colocado en la parte externa, un tubo de caucho de vulcanización al interior del neumático que se le introduce aire posteriormente, defensas entre el tubo y el exterior y unos aros metálicos con el fin de evitar deformaciones causadas por la presión de aire. Esta etapa termina con la colocación de los neumáticos dentro de las autoclaves para su vulcanización.

11. Vulcanizado

En este paso se cierra las puertas de las autoclaves en los que se encuentran los neumáticos armados. Aquí se procede al calentamiento de la autoclave, ya que el tiempo de cura real se mide cuando los neumáticos alcanzan presiones y temperaturas determinadas, de 90PSI en los tubos y 60PSI en la autoclave. Luego de alcanzar dichas presiones se corre el ciclo de cura de los neumáticos, aproximadamente (200 minutos).



Figura N° 18: Etapa de vulcanizado

12. Descarga y desarmado

En esta etapa, luego de culminado el ciclo de vulcanización, se procede a descargar la autoclave, retirar todos los elementos colocados en el proceso de armado y realizar una inspección del vulcanizado del neumático.

13. Pintado

Finalizada la etapa de descarga y desarmado se realiza el pintado de los neumáticos.

14. Inspección final

En esta etapa se procede a una inspección minuciosa de los neumáticos terminada, con el objeto de determinar si existe algún tipo de defecto en el producto final. Esta inspección se hace en todas las partes del neumático reencauchado. Si el neumático reencauchado cumple con todos los parámetros, es decir cero defectos, se procede a darle un acabado final mediante la aplicación de una pintura sobre los laterales y hombros. Cumpliendo todos estos procedimientos, el neumático reencauchado queda lista para que sea trasladada a la bodega de producto terminado, para su posterior entrega al cliente.

Para el embandado se usarán bandas nuevas las cuales tienen que prepararse para poder ser empalmadas con el neumático a reencauchar.

Las siguientes etapas, que se describen, corresponden a la preparación de las bandas nuevas:

1. Retiro de la banda

Esta etapa es realizada por un solo operario el cual con ayuda de un cuchillo grande separa la banda del casco, la duración es de 1.35 minuto.

2. Limpieza

Se realiza una limpieza al neumático en la que se le colocará la banda nueva con la finalidad de eliminar todas las impurezas que pueda presentar el neumático.

3. Cementado

En esta etapa del proceso productivo la banda que se acoplará con el neumático será cementada con el caucho líquido.

4. Secado

Una vez cementada la banda nueva se dejará secar para luego acoplarla con el neumático.

3.1.6. Sistema de Producción

El sistema de producción que posee la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. es intermitente o por lotes, debido a que se realiza de manera simultánea el reencauche de diversos tipos de neumáticos, teniendo maquinaria que puede ser utilizada para distintos tipos de neumáticos; los lotes por lo general son pequeños. Además, es necesario aclarar que su producción es flexible. Una característica importante es no contar con un proceso automatizado, lo cual significa que la mano de obra es el factor principal para la realización del reencauche de neumáticos.

Tabla 15: Sistema de producción en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Sistema de producción	Tipo
Enfocado al proceso	Se tiene una producción intermitente o por lotes, puesto que se realiza el reencauche de distintos tipos de neumáticos, además la empresa trabaja a pedidos y tiene una producción poco automatizada.
Estructura y variedad de materiales y productos	Se utilizará la estructura A para productos de bajo pedido. La producción se realiza en una empresa de tipo taller.
Flujo de materiales	La estructura usada es PULL puesto que la producción depende de los pedidos que reciba la empresa.
Gestión del sistema de producción	El trabajo en el área de producción es convencional, debido a que cada puesto tiene su propio ritmo, considerándose puestos independientes.

3.1.7. Análisis para el Proceso de Producción

Para el análisis del proceso de producción del reencauche de neumáticos se ha determinado realizar un diagrama de flujo del proceso productivo, diagrama de bloques, un diagrama de operaciones (DOP) y análisis (DAP) del proceso productivo para determinar las actividades productivas e improductivas del mismo en base a un lote de producción de neumáticos reencauchados.

3.1.7.1. Diagrama de flujo de macro procesos actual

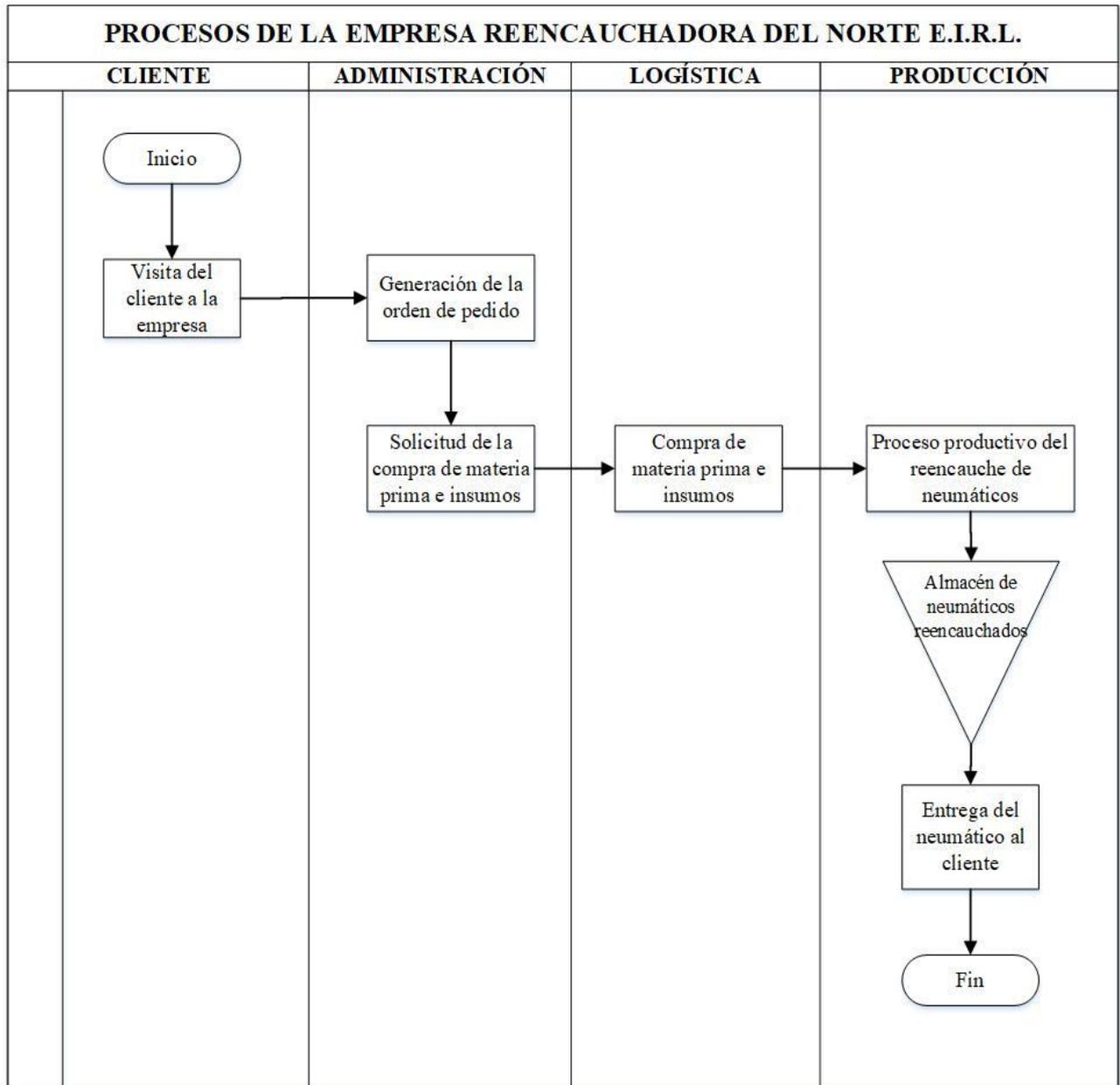


Figura N° 19: Diagrama de flujo de la gestión del reencache de neumáticos en la Reencachadora del Norte E.I.R.L.

3.1.7.2. Diagrama de bloques

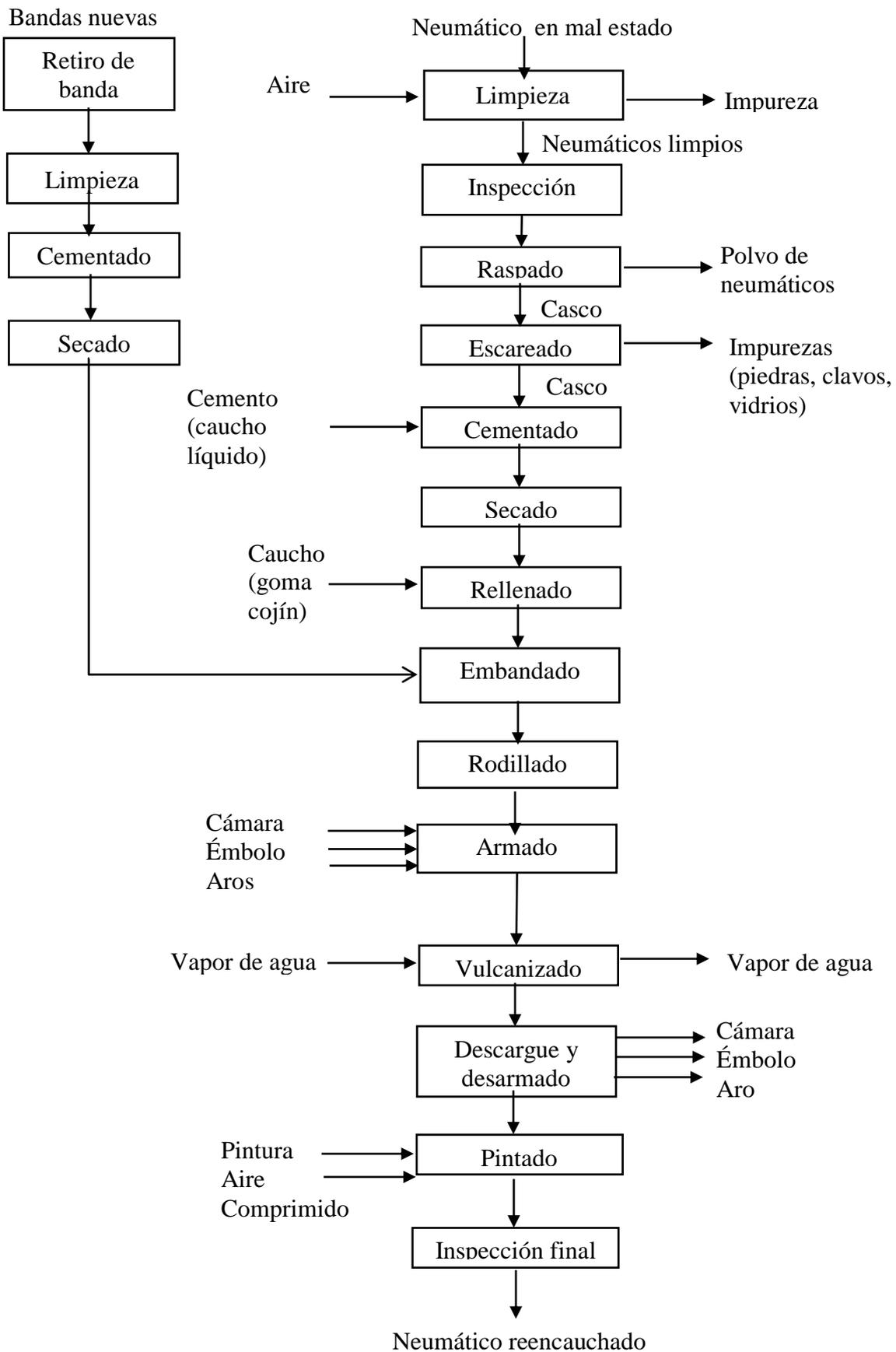


Figura N° 20: Diagrama de bloques del proceso de reencauche de neumáticos

3.1.7.3. Estudio de tiempos

A. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de muestra se utilizó el método General Electric, el cual fue desarrollado por un conjunto de investigadores que se dieron con la tarea de determinar en varias empresas del mismo ramo y en diferentes países el tiempo de duración de sus procesos, llegando a establecer una relación entre su duración y el número de observaciones a realizar, obviando el tratamiento estadístico necesario.

Tabla 16: 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: Benjamín Niebel (México, 1990)

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 de tipo 11R22.5, 750R 16, 295/80R22.5 y 12R20 registrando un lote de producción de 10 neumáticos reencauchados. Dicho estudio se realizó en distintas horas de trabajo, con los mismos operarios, considerando que trabajan 9 horas al día (540 minutos) de lunes a sábados. (*Ver anexo 2*)

En la tabla 17 se muestra el tiempo observado en minutos por cada etapa del proceso de reencauche. El tiempo para los tres tipos de neumáticos antes mencionados es el mismo, es por ello que se tomó aleatoriamente el modelo 11R22.5 (*Ver tabla 4, pág. 48*) . Según el

muestreo preliminar el tiempo promedio de ciclo de proceso cuando se usan bandas nuevas es de 461,41 minutos. La etapa escareado cuenta con dos puestos de trabajo pero solo un operario esta a cargo de ambos puestos, es por ello que no se reduce el tiempo de ciclo. En las etapas de cementado, descargue y desarmado, cementado de las bandas nuevas se realizaron 5 muestras adicionales, debido a que su tiempo de ciclo es menor de 5 min. Mientras que las etapas de secado y vulcanizado el tiempo es mayor de 60 minutos, es por eso que solo se realizaron 3 muestras. 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. Por tal motivo, se deduce que las observaciones realizadas por el estudio preliminar son adecuadas.

Tabla 17: Muestra de ciclos observados del proceso de reencauche de neumáticos en Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Actividades del proceso	Ciclo observado (min)										$\sum X_i(\text{min})$	Tiempo Prom. (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Limpieza	5.81	5.91	6.01	5.73	5.76	5.74	5.80	5.80	5.74	5.67	57.97	5.80
Inspección Inicial	4.66	4.86	5.28	4.99	5.13	5.65	5.30	5.41	5.11	5.71	52.10	5.21
Raspado	14.09	13.58	13.97	13.75	13.30	13.94	13.34	14.56	14.29	14.36	139.18	13.92
Escareado	15.30	15.48	14.90	15.43	15.01	14.98	14.78	15.58	15.74	15.44	152.64	15.26
Cementado	4.01	4.39	4.03	4.14	4.25	4.36	4.06	3.87	4.01	4.14	41.26	4.13
Secado	60.39	60.38	60.39								181.16	60.39
Relleno	7.30	7.36	7.38	7.37	7.51	7.71	7.33	7.43	7.47	6.88	73.74	7.37
Embandado	7.58	7.81	7.81	7.75	8.09	7.86	7.91	8.26	7.64	7.95	78.66	7.87
Rodillado	5.72	5.68	5.72	5.67	5.56	5.69	5.66	5.85	5.52	5.57	56.64	5.66
Armado	4.93	5.16	4.99	5.37	5.19	5.22	5.06	5.41	5.19	5.23	51.75	5.18
Vulcanizado	245.6	245.5	245.4								736.52	245.51
Descargue y desarmado	2.38	2.50	2.47	2.46	2.45	2.53	2.61	2.62	2.56	2.59	25.17	2.52
Pintado	5.42	5.52	5.48	5.21	5.29	5.31	5.40	5.33	5.47	5.63	54.06	5.41
Inspección final	5.53	5.56	5.62	5.66	5.64	5.68	5.69	5.77	5.65	5.72	56.52	5.65
TOTAL DEL PROCESO	388.7	389.7	389.4	83.5	83.2	84.7	82.9	85.9	84.4	84.9	1757.4	389.9
<i>Preparación de las bandas</i>												
<u>Nuevas</u>												
Retiro de tela y limpieza	7.53	7.70	7.69	7.75	7.43	7.57	7.46	7.56	7.74	7.75	76.18	7.62
Cementado	3.02	3.02	3.18	3.30	3.40	3.31	3.40	3.26	3.32	3.39	32.60	3.26
Secado	60.48	60.44	60.52								181.44	60.48

TOTAL USANDO BANDAS NUEVAS	459.76	460.9	460.81	94.58	94.01	95.55	93.80	96.71	95.45	96.03	2047.59	461.41
TIEMPO DE CICLO												461.41
Etapas faltantes	11	12	13	14	15	Prom.		Prom. Anterior			Prom. Total	
Cementado	4.2	4.2	4.2	4.5	4.3	4.3		4.13			4.19	
Descargue y desarmado	2.6	2.6	2.6	2.8	2.7	2.7		2.52			2.59	
Cementado de bandas nuevas	3.3	3.4	3.4	3.5	3.3	3.4		3.26			3.31	

3.1.7.4. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

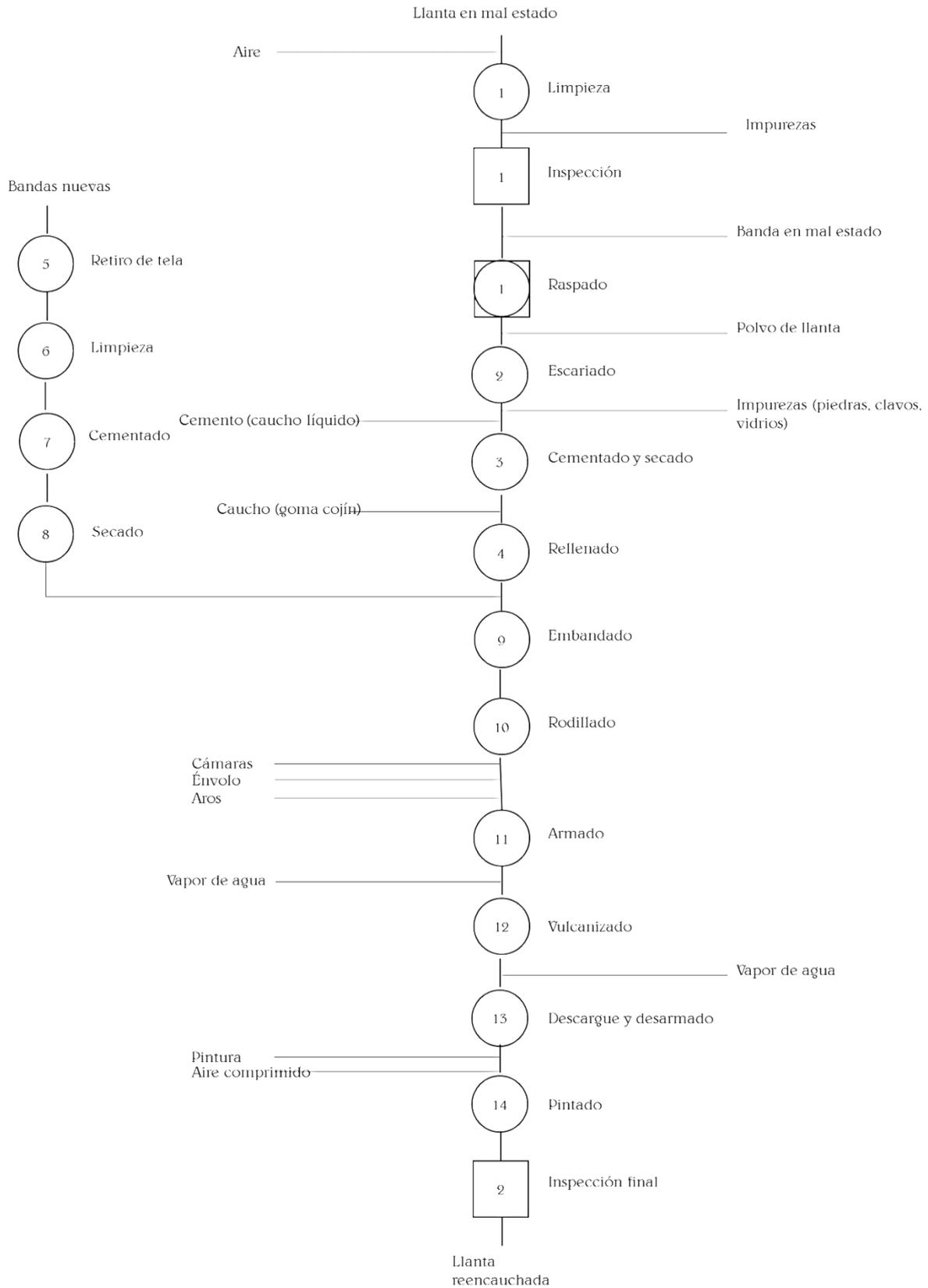


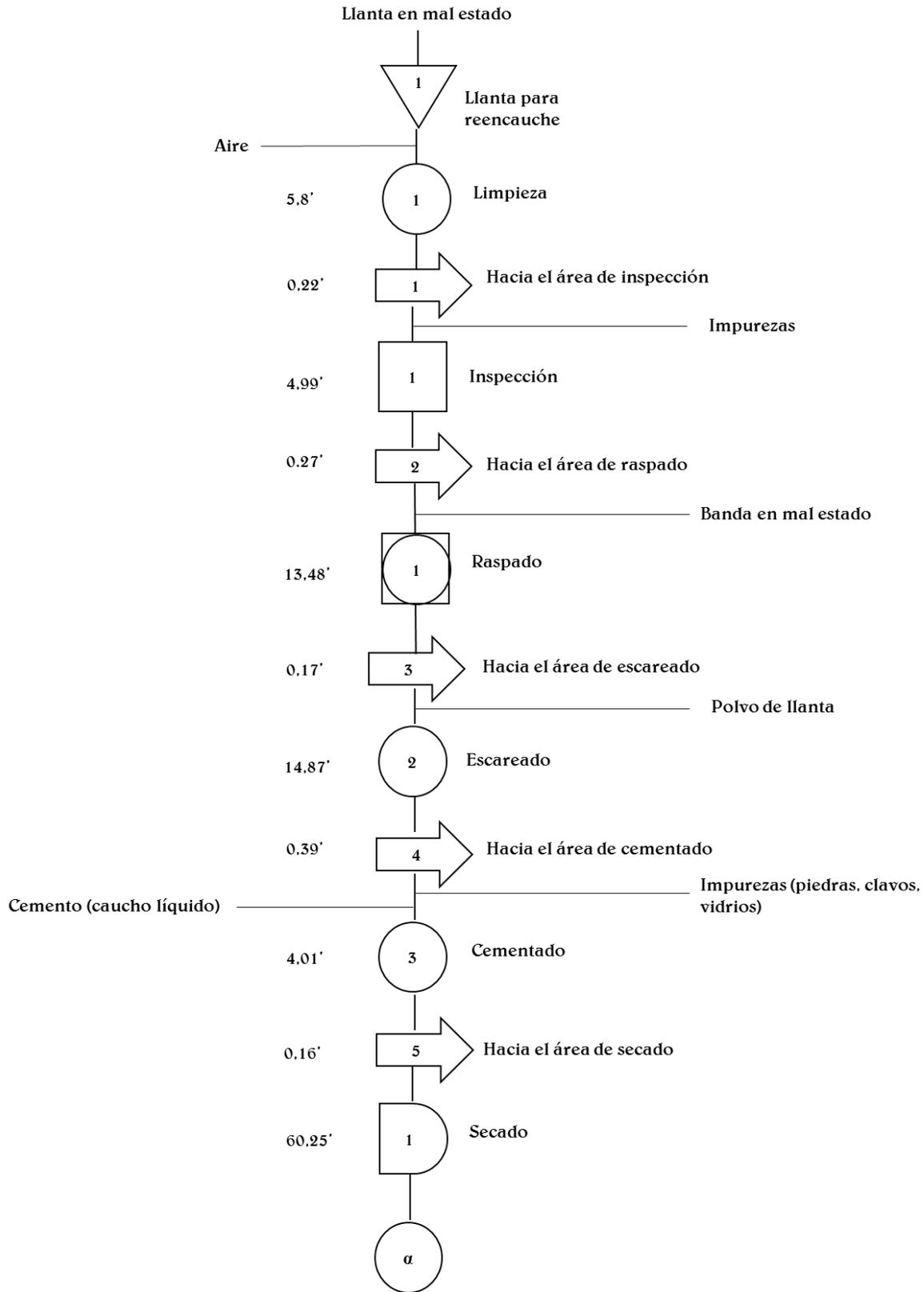
Figura N° 21: Diagrama de operaciones del proceso de reencache de neumáticos usando bandas nuevas

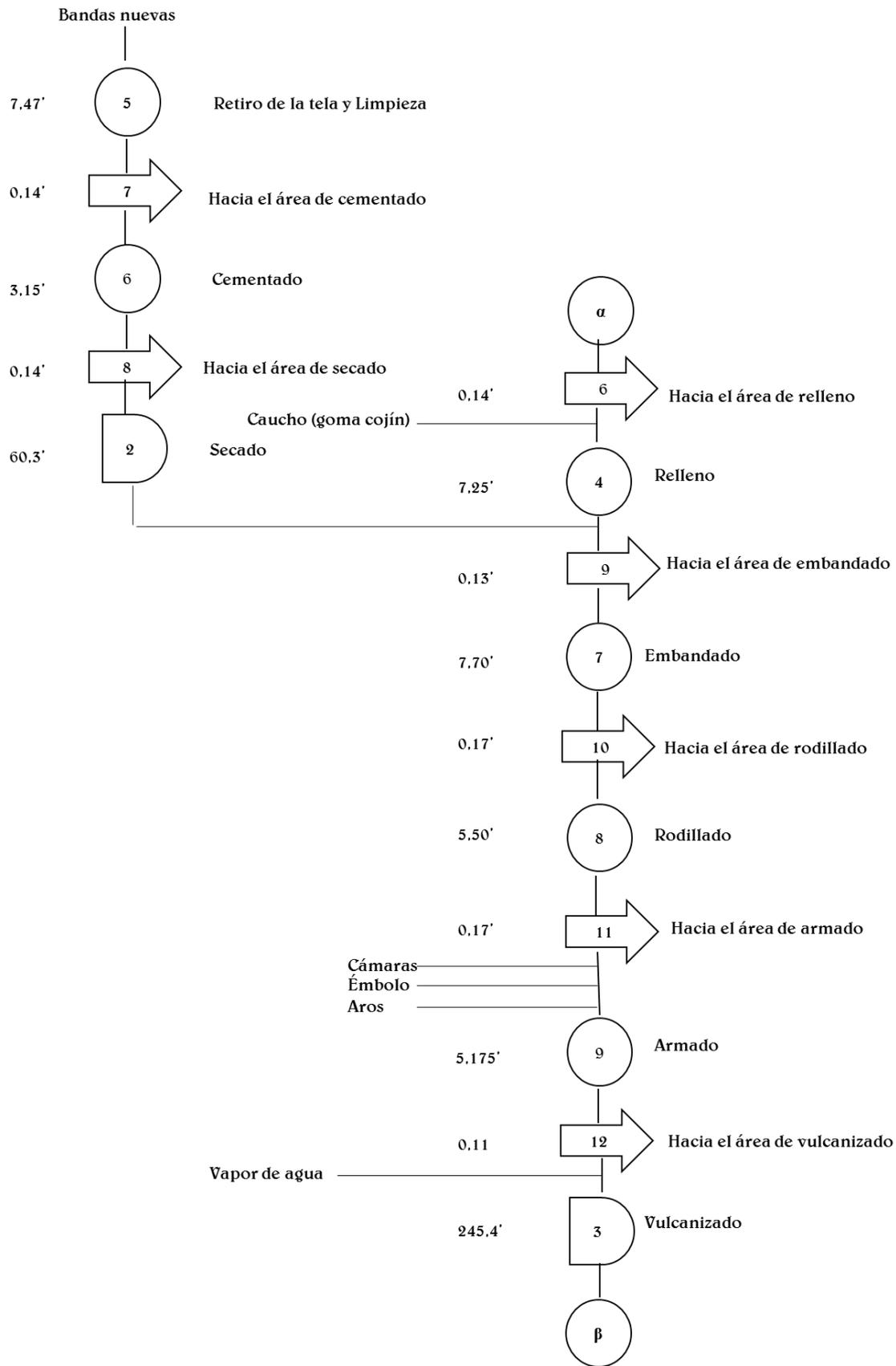
Tabla 18: Resumen de las actividades del proceso de reencauche de neumáticos usando bandas nuevas

Actividad	Cantidad	Tiempo (minutos)
Operación	14	436.63
Inspección	2	10.86
Operación-Inspección	1	13.92
Total	17	461.41

En la Figura N°21, se muestran todas las actividades necesarias para el reencauche de neumáticos usando bandas nuevas, en el cuadro resumen se observa que el total de actividades es de 17, en las cuales 14 son operaciones, 1 inspección y 2 operación-inspección. Todas las actividades se realizan en 461.41 minutos que representa 7.69 horas.

3.1.7.5. Diagrama de análisis del proceso (DAP)





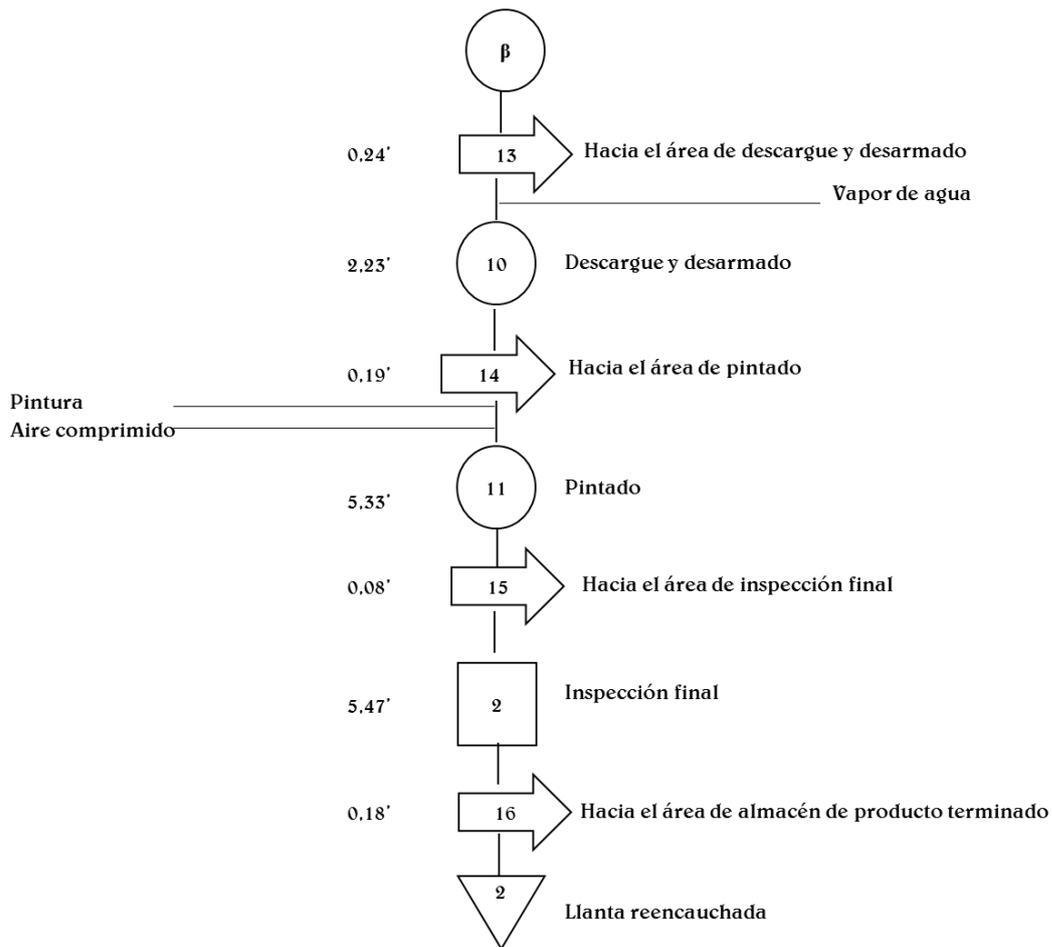


Figura N° 22: Diagrama de análisis del proceso de reencauche de neumáticos usando bandas nuevas

Tabla 19: Resumen de las actividades del proceso de reencauche de neumáticos usando bandas nuevas

RESUMEN		
Actividad	Cantidad	Tiempo (minutos)
Operación	11	70,07
Inspección	2	10,86
Operación- Inspección	1	13,92
Transportes	16	2,9
Almacenamiento	2	6
Demora	3	360
Total	37	461,41

En la figura N°22, se muestran los tiempos generales estandarizados por los mismos operarios, los cuales también dependen del tipo de neumáticos que se disponen a reparar. En el cuadro se tiene un total de 37 actividades, de las cuales 11 son operaciones, 2 inspecciones, 1 operación-inspección, 16 transportes, 2 almacenamientos y 3 demoras. El tiempo total de todas de las actividades es de 499.43 minutos, el cual equivale a 8.32 horas.

A continuación, se mostrará el porcentaje de actividades productivas e improductivas:

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{(11+2+1)}{(11+2+1+16+2+3)} * 100 = 40\%$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{(16+2+3)}{(11+2+1+16+2+3)} * 100 = 60\%$$

3.1.8. Indicadores Actuales de Producción y Productividad

3.1.8.1. Diagrama de recorrido del proceso

En la figura N°23 se muestra el diagrama de recorrido del proceso de reencauche de neumáticos, este diagrama se indican las diversas actividades que se realizan para obtener un buen producto que satisfaga al cliente.

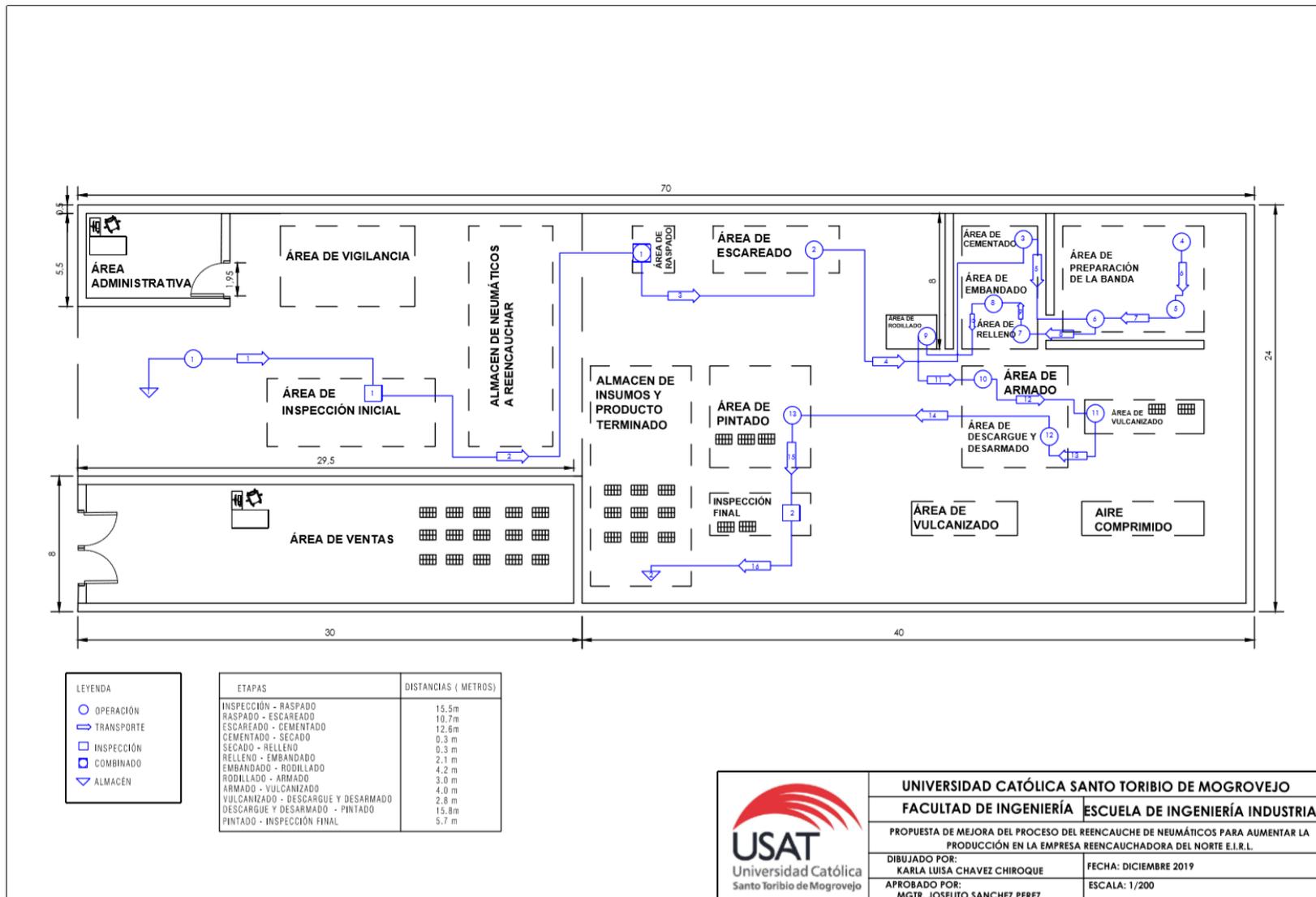


Figura N° 23: Diagrama de recorrido del proceso de reencauche en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L

En la figura N° 23 se observa el diagrama de recorrido actual del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L., el cual nos presenta algunos problemas como:

- Las distancias entre cada etapa del proceso productivo son grandes, haciendo que el operario pierda tiempo en el transporte del neumático.
- La empresa no cuenta con equipos que ayuden en el traslado de los neumáticos pesados, esto significa un esfuerzo mayor por parte de los operarios.
- Las etapas del proceso productivo no se encuentran bien distribuidas y definidas, esto ocasiona malestar en los trabajadores.
- Existen espacios que son usados para colocar materia prima, insumos, productos terminados, desechos y desperdicios, que no pertenecen al área de producción provocando desorden.

3.1.8.2. Indicadores del proyecto

A. Pedidos no atendidos

La empresa ha tenido como promedio 49% en neumáticos no reencauchados en los años 2017 y 2018, esto significa pérdida económica para la empresa.

En la tabla 20 se muestra la cantidad de neumáticos reencauchados y los que no se reencaucharon por cada mes.

La cantidad de neumáticos a producir por mes (demanda) y la cantidad de producción mensual fueron brindados por la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Tabla 20: Porcentaje de neumáticos no reencauchados en el año 2017 y parte del 2018

Mes	Cantidad de neumáticos a producir por mes	Neumáticos reencauchados	Cantidad de neumáticos no reencauchados (pedidos no atendidos)	Porcentaje de neumáticos no reencauchados
ene-17	355	213	142	40%
feb- 17	410	205	205	50%
mar- 17	385	166	219	57%
abr-17	450	156	294	65%
may-17	430	217	213	50%
jun-17	389	177	212	54%
jul-17	364	121	243	67%
agos-17	410	100	310	76%
sep-17	315	187	128	41%
oct-17	320	205	115	36%
nov-17	336	178	158	47%
dic-17	398	214	184	46%
ene-18	345	210	135	39%
feb-18	425	284	141	33%
mar-18	380	232	148	39%
abr-18	405	193	212	52%
may-18	345	197	148	43%
jun-18	376	189	187	50%
jul-18	368	207	161	44%
agos-18	420	210	210	50%
sep- 18	340	187	153	45%
oct- 18	328	171	157	48%
nov- 18	345	166	179	52%
dic- 18	410	205	205	50%
Total	9049	4590	4459	49%

Porcentaje de pedidos no atendidos = 49%

B. Pérdidas económicas por pedidos no atendidos

La política de la empresa consiste en darle beneficios al cliente cada vez que sus pedidos no se entreguen a tiempo. Este beneficio se basa en la reducción de 20% del precio de venta.

En este caso el precio de venta es aquel precio que le costaría por reencauchar el tipo de neumático que se desee.

Los pedidos no atendidos dejaron un total de S/.287 608 soles que se traduce en 19,38% de pérdidas económicas respecto a los ingresos de la empresa.

En la tabla 21 se pueden observar los ingresos de cada uno de los meses de los años 2017 y 2018.

Para calcular la cantidad de ingresos de la empresa se multiplicó los neumáticos reencauchados, por cada mes del año 2017 y 2018, con el precio de reencauche dependiendo del tipo de neumático más vendido en cada mes (11R22.5, 750R16, 295/80R 22.5 y 12R20).

Tabla 21: Ingresos de los meses del año 2017 - 2018

Mes	Neumáticos reencauchados	Tipo de neumático	Precio (S/.)	Ingresos (S/.)
ene-17	213	11R22.5	320	68 160
feb- 17	205	11R22.5	320	65 600
mar- 17	166	11R22.5	320	53 120
abr-17	156	11R22.5	320	49 920
may-17	217	750R.16	180	39 060
jun-17	177	11R22.5	320	56 640
jul-17	121	295/80R22.5	400	48 400
agos-17	100	11R22.5	320	32 000
sep-17	187	11R22.5	320	59 840
oct-17	205	11R22.5	320	65 600
nov-17	178	11R22.5	320	56 960
dic-17	214	12R20	390	83 460
ene-18	210	295/80R22.5	400	84 000
feb-18	284	295/80R22.5	400	113 600
mar-18	232	11R22.5	320	74 240
abr-18	193	11R22.5	320	61 760
may-18	197	750R.16	180	35 460
jun-18	189	11R22.5	320	60 480
jul-18	207	295/80R22.5	400	82 800
agos-18	210	11R22.5	320	67 200
sep- 18	187	11R22.5	320	59 840
oct- 18	171	750R.16	180	30 780
nov- 18	166	11R22.5	320	53 120
dic- 18	205	295/80R22.5	400	82 000
Total	4590			1 484 040

En la tabla 22 se muestra la cantidad total de pérdidas económicas por cada neumático no reencauchado y entregado a tiempo, este resultado lo obtuvimos multiplicando la cantidad de neumáticos no reencauchados por el descuento de los neumáticos no reencauchados, el cual nos arroja un resultado total de S/.287 608 soles.

Tabla 22: Pérdidas económicas por pedidos no atendidos del año 2017 y 2018

Mes	Cantidad de neumáticos no reencauchados (pedidos no atendidos)	Tipo de neumático	Precio (S/.)	Descuento de los neumáticos no reencauchados (S/.)	Pérdidas (S/.)
ene-17	142	11R22.5	320	64	9 088
feb- 17	205	11R22.5	320	64	13 120
mar- 17	219	11R22.5	320	64	14 016
abr-17	294	11R22.5	320	64	18 816
may-17	213	750R.16	180	36	7 668
jun-17	212	11R22.5	320	64	13 568
jul-17	243	295/80R22.5	400	80	19 440
agos-17	310	11R22.5	320	64	19 840
sep-17	128	11R22.5	320	64	8 192
oct-17	115	11R22.5	320	64	7 360
nov-17	158	11R22.5	320	64	10 112
dic-17	184	12R20	390	78	14 352
ene-18	135	295/80R22.5	400	80	10 800
feb-18	141	295/80R22.5	400	80	11 280
mar-18	148	11R22.5	320	64	9 472
abr-18	212	11R22.5	320	64	13 568
may-18	148	750R.16	180	36	5 328
jun-18	187	11R22.5	320	64	11 968
jul-18	161	295/80R22.5	400	80	12 880
agos-18	210	11R22.5	320	64	13 440
sep- 18	153	11R22.5	320	64	97 92
oct- 18	157	750R.16	180	36	5 652
nov- 18	179	11R22.5	320	64	11 456
dic- 18	205	295/80R22.5	400	80	16 400
Total	4459				287 608

Porcentaje de pérdidas económicas es 19,38%. Este resultado se obtuvo dividiendo el total de pérdidas entre los ingresos en el periodo de los años 2017 y 2018.

3.1.8.3. Indicadores de producción

A. Producción

El término producción en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. se refiere a la cantidad de neumáticos reencauchados en un periodo de tiempo determinado, el horario de trabajo es de 10 horas / turno teniendo una hora de refrigerio, por ende, tenemos un turno de trabajo/día, siendo 6 días laborales en la semana de lunes a sábado, los 12 meses del año.

$$\text{Tiempo Base} = \frac{1 \text{ turno}}{\text{día}} \times \frac{9 \text{ h}}{\text{turno}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}}$$

$$\text{Tiempo base} = 540 \text{ min/día}$$

En el proceso de producción intervienen 6 operarios, los cuales se distribuyen cada etapa del proceso.

El operario 1 se encargará de la limpieza e inspección inicial, el operario 2 de la preparación de la banda usada, el operario 3 del pintado e inspección final, el operario 4 realizará el raspado y escareado, el operario 5 está a cargo del cementado, secado y relleno, finalmente el operario 6 lleva a cabo las etapas de armado, vulcanizado, descargue y desarmado.

Cálculo de la producción de reencauche de neumáticos

En la tabla 23 se puede observar un resumen del tiempo promedio por cada etapa del reencauche determinados anteriormente (*Ver anexo 2*), se observa que las etapas de secado, preparación de banda (solo la etapa de secado) y vulcanizado tienen tiempos elevados, esto se debe a que son etapas en las cuales se deben realizar esperas interviene la mano de obra.

La producción diaria promedio de la empresa es de 8 neumáticos, pero se espera que la producción diaria sea de al menos 14 neumáticos reencauchados por día.

Tabla 23: Proceso de reencauche

ETAPA	OPERARIOS	TIEMPO DE CICLO (MIN)
Limpieza	Op. 1	5.8
Inspección Inicial	Op. 1	5.21
Raspado	Op. 4	13.92
Escareado	Op. 4	15.26
Cementado	Op. 5	4.19
Secado	Op. 5	60.39
Relleno	Op. 5	7.37
Preparación de banda usada	Op. 2	71.41
Embandado	Op. 5	7.87
Rodillado	Op. 6	5.66
Armado	Op. 6	5.18
Vulcanizado	Op. 6	245.51(8 neumáticos)
Descargue y desarmado	Op. 6	2.59
Pintado	Op.3	5.41
Inspección Final	Op. 3	5.65
TOTAL	6 operarios	461.41

Para calcular la producción se divide el tiempo base de 540 min/día entre el tiempo ciclo 245,51 min/8unidades. Resultando 8 unidades/día.

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

$$\text{Producción de reencauche} = \frac{540 \text{ min/día}}{461,41 \text{ min/8 unidades}}$$

$$\text{Producción de reencauche} = 1,1 * 8 \text{ reencauches/día}$$

$$\text{Producción de reencauche} = \mathbf{8 \text{ reencauches/día}}$$

Como se trabajan 6 días a la semana, la producción mensual se obtendría de la multiplicación de las unidades reencauchadas al día y los 26 días que se trabajan al mes, dándonos un resultado de 208 unidades/mes.

$$\text{Producción de reencauche} = 8 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Producción de reencauche} = \mathbf{208 \text{ reencauches/mes}}$$

3.1.8.4.Indicadores de tiempo

A. Cuello de botella

El cuello de botella en el proceso de reencauche es la etapa de vulcanizado, el cual tiene como tiempo de ciclo 245,51 minutos por cada operario en un día laboral para 8 neumáticos vulcanizados.

B. Tiempo de ciclo

Tiempo de ciclo = 461,41 min/reencauche

El tiempo total que demora en producir un reencauche sin tomar en cuenta suplementos, fatigas es de 461,41 minutos.

C. Desperdicio de tiempo

El desperdicio de tiempo en el proceso productivo es de 60%, esto se debe a la gran cantidad de actividades improductivas, como el transporte, esperas y almacenamiento, que existe en el reencauchado de neumáticos.

3.1.8.5.Indicadores de productividad

A. Productividad de materia prima

La productividad de materia prima se halla dividiendo la unidad de neumático reencauchado entre la cantidad de material que se requiere para su producción. El peso promedio de las bandas de rodamientos que se utilizan en la empresa es de 5,2 kg, por lo que la productividad de la materia prima es de:

$$P \text{ materia prima} = \frac{1 \text{ neumático reencauchado}}{5,2 \text{ kg}}$$

$$P \text{ materia prima} = 0,1923 \text{ reencauche/kg}$$

La productividad de materia prima resultó 0,1923 reencauche/kg, lo cual significa que por cada kg de banda de rodamiento se harán 0,1923 reencauches.

B. Productividad mano de obra

La productividad respecto a la mano de obra muestra la relación entre la producción diaria de 8 neumáticos reencauchados/día y el total de operarios, dando como resultado.

$$P \text{ mano de obra} = \frac{8 \text{ neumáticos reencauchados/día}}{6 \text{ operarios}}$$

$$P \text{ mano de obra} = 1,33 \frac{\text{neumáticos reencauchados}}{\text{operario. día}} \approx 1 \frac{\text{neumáticos reencauchados}}{\text{operario . día}}$$

C. Productividad económica

El cálculo de la productividad económica parcial de materia prima y mano de obra consiste en la división de la producción y el costo unitario total.

En la tabla 24 se muestra el costo de mano obra por unidad. Se observa que son 6 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 9 horas al día por 6 días a la semana por 4 semanas al mes, obteniendo 4,40 soles por hora. El reencauche por hora se calculó dividiendo la producción 208 unidades entre 9 horas al día por 6 días a la semana por 4 semanas al mes, obteniendo 0,96 reencauche por hora. El costo de mano de obra por unidad se calculó dividiendo 4,40 soles/hora y 0,96 reencauche por hora obteniendo 4,567 soles/operario calculándolo para los 6 operarios de la planta, el costo de mano de obra asciende a 27,4 soles/unidad.

Tabla 24: Costo de Mano de Obra por unidad de neumático reencauchado

Actividad del proceso	Operarios	Sueldo de M.O (S/.)	Costo por hora (S/.)	Reencauche por hora (S/.)	Costo M.O. por unidad (S/.)															
Limpieza	1	950	4.39814815	0.96296296	4.56730769															
Inspección Inicial																				
Raspado	1				950	4.39814815	0.96296296	4.56730769												
Escareado																				
Cementado	1							950	4.39814815	0.96296296	4.56730769									
Secado																				
Relleno																				
Embandado																				
Preparación de banda usada	1										950	4.39814815	0.96296296	4.56730769						
Rodillado	1													950	4.39814815	0.96296296	4.56730769			
Armado																				
Vulcanizado																				
Descargue y desarmado																				
Pintado	1																950	4.39814815	0.96296296	4.56730769
Inspección Final																				
TOTAL	6																			27.403846

El costo de la materia prima se obtuvo mediante el promedio en kg de los tipos de bandas de rodamientos que utiliza la empresa para realizar el reencauche, el cual es de 5,2 kg, multiplicado por 7,14 soles que es el promedio del costo de cada kg de banda de rodamiento, dando un resultado de 37,13 soles/materia prima.

$$\text{Costo de materia prima} = 5,2 \frac{\text{kg}}{\text{reencauche}} * 7,14 \frac{\text{soles}}{\text{kg}}$$

$$\text{Costo de materia prima} = 37,13 \frac{\text{soles}}{\text{materia prima}}$$

En la tabla 25 se detalla el costo de los insumos utilizados en cada etapa del proceso de reencauche de neumáticos.

Para obtener la cantidad de material que se requiere por cada neumático se dividió el material usado en el reencauche al mes entre el promedio de neumáticos reencauchados en un mes que es 191, este resultado se obtuvo promediando la cantidad de neumáticos reencauchados en el periodo de enero 2017 a diciembre 2018.

En la inspección inicial y raspado se utilizan tizas, cuyo costo es de S/. 1,30 la caja de 12 unidades, cada mes se hace uso de 1,71 unidad de tiza, en promedio por cada neumático se gasta 0,0116 soles en tiza.

En la etapa de escareado se utiliza goma cojín en rollos y parches, las cantidades de cada material empleada al mes es de 2 rollos y 53 unidades respectivamente, en promedio por cada neumático se gasta 0,86 soles en goma cojín y 16,75 soles en parches.

Los insumos usados en el cementado son cemento y goma cojín laminado, los cuales en promedio por cada neumático se gasta 6,47 soles en cemento y 2,75 soles en goma cojín laminado.

En la etapa de rodillado los insumos a usar son piedras de rectificar y piedras chancadas, las cuales se usan en la máquina de rodillo para ejercer fuerza en el neumático, en promedio por cada neumático se gasta 0,20 soles en piedras.

Para la etapa de relleno se requiere de goma cojín extruida, la cual en promedio por cada neumático se gasta 1,24 soles.

Para los insumos del cortado de bandas y embandado, se utilizan cuchillas, la empresa compra juegos de cuchillas que contienen 5 piezas, en promedio por cada neumático se gasta 0,04 soles en cuchillas.

En el armado solo se hace uso de aros disco de acero, el cual en promedio por cada neumático se gasta 1,98 soles.

Para el vulcanizado se utiliza gas, el cual el cual en promedio por cada neumático se gasta 4,6 soles.

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.

En la tabla 25 se observa que el costo de insumos asciende a 40,791 soles/unid.

Tabla 25: Costo de insumos promedio

Operación	Insumos	Cantida d usada por mes	Unidad de medida	Precio unitario	Cantidad usada x neumático	COSTO FINAL (S/.)
Inspección Inicial	Tizas	1,71	Unidades	1.3	0.0090	0.0116
Raspado						
Escareado	Goma cojín rollos	2	rollos	82.5	0.0105	0.86
	Parches	53	Unidades	60.35	0.2775	16.75
Cementado	Cemento	26	Envasado de 42,5 kg	24.63333	0.1361	3.35
	Cemento env. X 5 GLN	5	Envasado de 5 galones	23.2	0.0262	0.61
	Goma cojín laminado	57	kilos	9.218571	0.2984	2.75
	Cemento env. X 5 GLN	3	Envasado de 5 galones	160	0.0157	2.51
Rodillo	Piedras de rectificar	1	Unidades	2.666667	0.0052	0.01
	Piedra chancada	1	m3	37	0.0052	0.19
Relleno	Goma cojín extruido	23.57	kg	10.0775	0.1234	1.24
Preparación de bandas	Cuchillas	2	juego de 5 piezas	50	-	0.04
Embandado						
Armado	Aro disco acero	2	Unidades	188.75	0.0105	1.98
Vulcanizado	Carga de GLP x 45 kg	4	cargas de 45 kg	135	0.0209	2.83
	Galón -90	0.11	galones	12.49	0.0006	0.01
	Gas diésel	28	galones	11.99024	0.1466	1.76
Pintado	Pintura	-	balde	7.69	3.85	3.85
TOTAL						39

En la tabla 26 se muestra el costo de producción unitario en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L., el cual es 103,53 soles.

Tabla 26: Costo de producción por neumático reencauchado

Recursos	Costo por unidad (S/.)
Insumos	39
Materia Prima	37.13
Mano de obra	27,4
Total	103,53

$$\text{Productividad económica} = \frac{8 \text{ reencauches}}{103,53 \frac{\text{soles}}{\text{unid}}} = 0,07727 \text{ reencauches/soles}$$

El resultado de la productividad económica fue de 0,07727 reencauches/soles, lo que significa que por cada reencauche realizado se tiene un costo de producción de 0,07727 soles al día.

3.1.8.6. Indicadores de capacidad

A. Capacidad de diseño

La capacidad de diseño es aquella máxima capacidad teórica que puede lograr alcanzarse en un periodo de tiempo bajo condiciones ideales que se espera en toda empresa, para ello se tiene en cuenta el tiempo de trabajo (9 horas y 6 días a las semanas durante 52 semanas del año).

La empresa cuenta con 2 autoclaves industriales, los cuales tienen capacidad de 8 neumáticos y 6 neumáticos, teniendo en cuenta que el proceso de vulcanizado dura 4 horas y que solo se trabaja 9 horas al día se puede hacer uso de la máquina dos veces al día, teniendo por capacidad diseñada 28 reencauches al día.

$$\text{Cap. diseñada} = 14 \text{ neumáticos} \times 2 \text{ máquinas} \times 2 \text{ veces} = 28 \frac{\text{reencauches}}{\text{día}}$$

La capacidad diseñada mensual se determinó multiplicando la capacidad diseñada diaria por los 26 días al mes, obteniendo como resultado 728 reencauches mensuales.

$$\text{Cap. diseñada} = 28 \frac{\text{reencauches}}{\text{día}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 728 \frac{\text{reencauches}}{\text{mes}}$$

B. Capacidad utilizada

La capacidad real es aquella capacidad de producción actual que logra la empresa. La capacidad utilizada se halló desde el periodo de enero 2017 hasta diciembre 2018 y fue de 4 590, teniendo como promedio 191 reencauches.

Tabla 27: Cantidad de neumáticos no entregados a tiempo

Mes	Neumáticos reencauchados	Cantidad de neumáticos no reencauchados (pedidos no atendidos)
ene- 17	213	142
feb- 17	205	205
mar- 17	166	219
abr-17	156	294
may-17	217	213
jun-17	177	212
jul-17	121	243
agos-17	100	310
sep-17	187	128
oct-17	205	115
nov-17	178	158
dic-17	214	184
ene-18	210	135
feb-18	284	141
mar-18	232	148
abr-18	193	212
may-18	197	148
jun-18	189	187
jul-18	207	161
agos-18	210	210
sep-18	187	153
oct-18	171	157
nov-18	166	179
dic-18	205	205
Total	4 590	4 459

Cap. utilizada = 191 reencauches/mes

C. Utilización

La utilización es el resultado de la división entre la capacidad real y la capacidad diseñada, representado la capacidad que se utiliza de la planta.

$$\text{Utilización} = \frac{191 \text{ reencauches/mes}}{728 \text{ reencauches/mes}} = 26,24\%$$

El resultado de utilización es 26,24%, es decir que con relación a la capacidad diseñada y la producción real que tiene la empresa, esta solo ha utilizado el 26,24% del 100% que es el teórico. Esto no es bueno para la empresa, puesto que reafirma su baja producción.

D. Capacidad efectiva o real

La capacidad real es aquella que se ha producido en condiciones reales, para la cual se tiene en cuenta paros en las máquinas y demoras. En la empresa no se realizan mantenimientos preventivos a las máquinas y en durante el tiempo analizado no se han presentado paros, por lo que indica que el tiempo al mes es de 234 horas que equivale a 14 040 min/mes.

Para el cálculo de la capacidad efectiva se debe dividir el tiempo de ciclo entre el cuello de botella, en este caso es el tiempo del proceso de vulcanizado (245,51 minutos entre las 8 neumáticos que ingresan en la autoclave, la cual resulta 30,69 minutos). Resultando 457 reencauches al mes como capacidad efectiva.

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{14\ 040 \text{ min/mes}}{\frac{30,69 \text{ min}}{\text{unid}}} = 457 \text{ reencauches/mes}$$

3.1.8.7. Indicadores de eficiencia

Para poder calcular la eficiencia económica es necesario conocer cuáles son los ingresos y egresos actuales de la empresa.

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

Se sabe que nuestro actual indicador de producción es de 208 reencauches/mes y el precio de venta promedio del reencauche de un neumático es de 327 soles, multiplicaremos ambos valores, el cual nos arrojará un resultado de 68 016 soles/mes, de ingresos.

Egresos

En la tabla 28 se puede observar los egresos que tiene la empresa, teniendo en cuenta la producción mensual de 208 neumáticos reencauchados al mes.

Tabla 28: Egresos mensuales de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

	Mano de obra	Materia prima	Insumos	Energía
Costo por unidad (soles/unidad)	27,4	37,13	39	4113,80
Producción mensual (unid/mes)	208	208	208	-
Costo total (soles/mes)	5 699,2	7 723,04	8 112	4113,80
Costo por las pérdidas de los pedidos no atendidos (soles/mes)	19 153,05			

$$E. E. = \frac{68\,016 \text{ soles/mes}}{(5\,699,2 + 7\,723,04 + 8\,112 + 4\,113,80 + 19\,153,05)\text{soles/mes}}$$

$$E. E. = \frac{68\,016 \text{ soles/mes}}{(44\,801,09)\text{soles/mes}}$$

$$E. E. = 1,518$$

La eficiencia económica nos resultó 1,518 soles, esto significa que por cada sol invertido la empresa gana 0,518 soles.

B. Eficiencia de la línea de producción

La línea de producción tiene 10 estaciones de trabajo, contando con 6 operarios y un tiempo de ciclo de 245,51 minutos.

Para hallar la eficiencia de la línea de producción se utilizó la siguiente fórmula:

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

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{100 \times 461,41}{10 \times 245,51}$$

Eficiencia de la línea = 18,79%

El resultado del cálculo nos dio un 18,79% de eficiencia de la línea de producción, lo que significa que el grado de aprovechamiento de la línea de producción no es óptima, se están reencauchando neumáticos menos de la mitad de lo que se podría.

C. Coeficiente de desequilibrio

El coeficiente de desequilibrio se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\text{Coef. Desequilibrio} = \frac{100 \times ((N^{\circ} \text{ op.} \times \text{t. ciclo}) - (\text{Tiempo de flujo}))}{N^{\circ} \text{ de operaciones} \times \text{T. ciclo}}$$

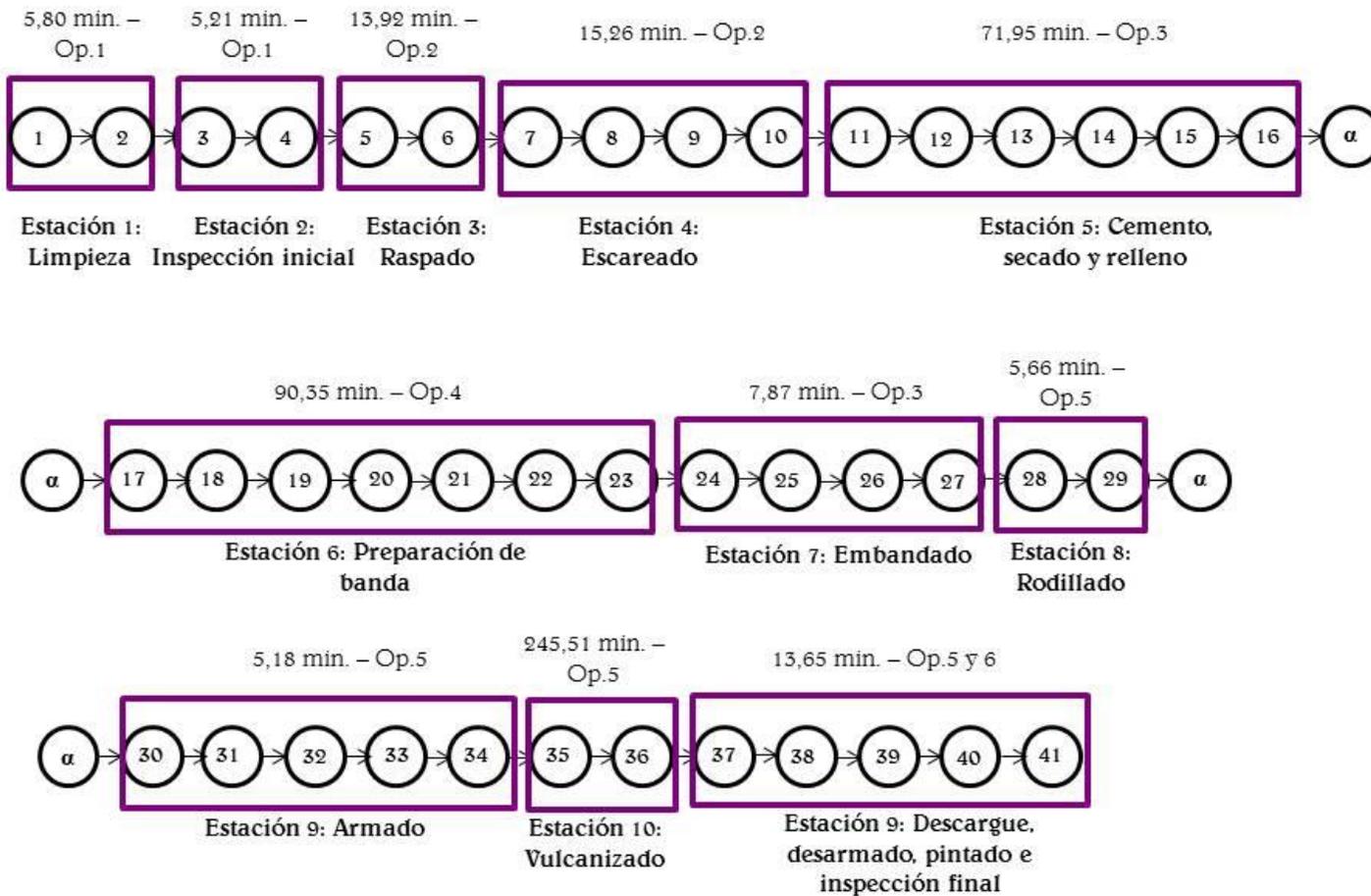
$$\text{Coef. Desequilibrio} = \frac{100 \times ((10 \times 245,51) - (461,41))}{10 \times 245,51}$$

$$\text{Coef. Desequilibrio} = \frac{199\,369}{10 \times 245,51}$$

$$\text{Coef. Desequilibrio} = \mathbf{81,21\%}$$

El coeficiente de desequilibrio nos arrojó un resultado de 81,21%, lo cual significa que el tiempo medio de inactividad supera el 50% lo que reafirma que la línea de producción no es óptima.

En la figura 24 se muestra el diagrama de precedencia en el cual nos detalla las estaciones de trabajo, la cantidad de operarios y el tiempo ciclo de cada etapa. En la estación 9 se realizan las etapas de armado, descargue, desarmado pintado e inspección final, esto es debido a que el área de trabajo es grande.



LEYENDA

1. Retiro del neumático en mal estado del vehículo del cliente
2. Limpieza del neumático
3. Colocar el neumático en el soporte
4. Retiro de los materiales extraños
5. Colocar el neumático en la raspadora
6. Medir y verificar que sea correcto el raspado
7. Colocar el neumático en el soporte
8. Uso del mini taladro para reparar heridas
9. Realizar excavaciones
10. Marcar zonas que requieren de relleno
11. Colocar el neumático en el soporte para el cementado
12. Preparar el cemento
13. Colocar el cemento en el neumático
14. Colocar el neumático en soporte para su secado
15. Recepción del neumático
16. Rellenar el neumático con la extrusora
17. Retiro de la banda usada
18. Colocar la banda en la mesa de corte
19. Realizar limpieza
20. Verificar en la banda donde hay daños
21. Realizar el pulido en las zonas dañadas
22. Colocar cemento en la banda
23. Colocar la banda en el estante para su secado
24. Medir el cojín laminado
25. Cortar el cojín laminado
26. Envolver neumático con el cojín laminado
27. Cortar resto de cojín laminado
28. Colocar el neumático en la rodilladora
29. Realizar el rodillado
30. Buscar los materiales para el armado
31. Limpiar los materiales
32. Armar el neumático
33. Colocar envelope
34. Extraer el aire del neumático
35. Colocar los neumáticos en el autoclave
36. Vulcanizado
37. Descargue de los neumáticos
38. Desarmado
39. Pintar el neumático
40. Secado de los neumáticos
41. Inspección final del neumático

Figura N° 24: Diagrama de precedencia actual

3.1.8.8. Resumen de indicadores

Tabla 29: Resumen de indicadores actuales de Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Indicadores	Cantidad
Indicadores del proyecto	
Pedidos no atendidos	49%
Porcentaje de pérdidas económicas	19,38%
Indicadores de producción	
Producción	8 reencauches/día
Indicadores de tiempo	
Cuello de botella	245,51 minutos /op. x día
Tiempo de ciclo	461,41 min/reencauche
Desperdicio de tiempo	60%
Indicadores de la productividad	
Productividad de materia prima	0,1923 reencauche/kg
Productividad de mano de obra	1 neumáticos reencauchados/op x día
Productividad económica	0,077 reencauches/soles
Indicadores de capacidad	
Capacidad de diseño	28 reencauches/día
Capacidad utilizada	191 reencauches/mes
Utilización	26,24%
Capacidad efectiva o real	457 reencauches/mes
Indicadores de eficiencia	
Eficiencia económica	1,518
Eficiencia de la línea de producción	18,79%
Coefficiente de desequilibrio	81,21%

3.1.8.9. Análisis de Información

Los últimos meses de los años 2017 y 2018 la empresa ha tenido una baja producción en el reencauchado de neumáticos, lo que significa que la empresa no logra satisfacer sus pedidos,

representando un 49% y un 19,38% de pérdida económica con respecto a sus ingresos mensuales.

La empresa posee una política, esta consiste en que si no entregan a tiempo sus pedidos se realizarán un descuento del 20% al precio de reencauche dependiendo del tipo de neumático.

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

El problema principal de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. es la baja producción que provoca la entrega a destiempo de sus pedidos, haciendo que sus clientes busquen otro taller de reencauche y reparación sus neumáticos.

Para darle solución al principal problema se tuvo que identificar las causas que lo provocan para luego proponer medidas de mejora. En la identificación de causas se tuvo en cuenta la mano de obra, métodos de trabajo, medio ambiente,

Tabla 30: Identificación y descripción de las causas

Causas		Descripción
MÉTODO	Inadecuados métodos de trabajo	- Desequilibrio en la línea de producción. - Procesos no estandarizados
MEDIO AMBIENTE	Desorden en las áreas (áreas no definidas) Distancias largas (layout inadecuado)	- Falta de orden y limpieza durante el proceso de reencauche de neumáticos. - Área de producción mal distribuida (las etapas no se encuentran definidas), - No existe un área definida de almacén de materia prima y producto terminado)
MANO DE OBRA	Bajo desempeño de la mano de obra	- Falta de motivación al personal. - Falta de supervisión al personal - Trabajo muy pesado para el poco personal en el área de producción. - Poca capacitación del personal en métodos de producción.

A. Causa - Método: Inadecuados métodos de trabajo

La estandarización del trabajo se realiza con la finalidad de tener un orden en cada área del proceso productivo mejorando métodos de trabajos establecidos en la empresa. Sin embargo, la empresa no cuenta con procesos estandarizados, operando actualmente de manera variable como resultado también de la falta de capacitación a los operarios.

En el diagrama de precedencia (*Figura N°24, pág. 104*) se detallan las estaciones de trabajo que se tiene, en las cuales tienen como responsables a solo 6 operarios dos de los cuales cuentan con los conocimientos básicos para realizar su trabajo correctamente.

Evidencia

Tiempos ociosos son aquellos tiempos que generan las actividades que no agregan valor al proceso productivo.

En la tabla 31 se muestra el tiempo promedio de todas las actividades de cada etapa del proceso que generan tiempo ocioso, dando como resultado 16,85 minutos que representa un 3,7% del tiempo total de ciclo. (*Ver anexo 2*)

Tabla 31: Descripción de las actividades que generan tiempo ocioso

ACTIVIDAD	Tiempo ocioso (min)
Etapa de Limpieza	
Traslado del neumático al interior de la empresa	0,25
Colocar el neumático en el almacén	0,14
Total/ Promedio	0,39
Etapa de Inspección Inicial	
Traslado del neumático a la etapa de inspección inicial	0,22
Colocar el neumático en alto (sobre dos neumáticos en mal estado)	0,24
Buscar los equipos e insumos que se usaran en esta etapa (tiza y lezna)	0,14
Total/ Promedio	0,599
Etapa de Raspado	
Traslado del neumático a la etapa de raspado	0,27
Colocar el neumático en la raspadora	0,18
Transporte hacia el escareado	0,17
Total/ Promedio	0,62
Etapa de Escareado	
Colocar el neumático en el soporte	0,22
Verificar heridas y daños	1,16
Transporte hacia el cementado	0,39
Total/ Promedio	1,778
Etapa de Cementado	
Colocar el neumático en el soporte para realizar el cementado	0,22
Preparar el cemento	1,28
Transporte hacia el secado	0,15
Total/ Promedio	1,65
Etapa de Secado	
Colocar el neumático en el soporte	0,25
Transporte hacia el relleno	0,14
Total/ Promedio	0,39
Etapa de Relleno	
Recepción del neumático	0,25
Preparar extractora	1,64
Transporte hacia el embandado	0,13
Total/ Promedio	2,018

Etapa de retiro de banda	
Recepción de neumáticos	0,25
Colocar el neumático en el soporte	0,26
Transporte hacia la limpieza	0,14
Total/ Promedio	0,652
Etapa de Limpieza	
Colocar la banda de rodamiento en la mesa de corte	0,24
Transporte hacia el pulido	0,20
Total/ Promedio	0,439
Etapa de pulido	
Colocar el neumático en el soporte	0,14
Verificar en donde existe daño o herida	1,28
Transporte hacia el cementado	0,14
Total/ Promedio	1,43
Etapa de cementado	
Traslado del neumático a la mesa de corte	0,56
Preparar el cemento	0,83
Traslado del neumático al secado	0,14
Total/ Promedio	1,38
Etapa de secado	
Colocar la bandas en el estante	0,28
Transporte hacia el embandado	0,20
Total/ Promedio	0,48
Etapa de Embandado	
Recepción de bandas nuevas (después de su preparación)	0,31
Buscar la herramienta martillo	0,31
Transporte hacia el rodillado	0,17
Total/ Promedio	0,787
Etapa de Rodillado	
Colocar el neumático en la rodilladora	0,14
Transporte hacia el armado	0,17
Total/ Promedio	0,308
Etapa de Armado	
Traslado del neumático a la etapa de armado	0,14
Buscar los insumos para realizar el armado (envelope, cámara, aro)	0,24

Limpiar envelope	0,18
Colocar envelope en neumático	1,29
Total/ Promedio	1,857
Etapas de Vulcanizado	
Transporte del neumático hacia el autoclave	0,11
Programar autoclave	0,32
Total/ Promedio	0,43
Etapas de Descargue y desarmado	
Traslado del neumático a la etapa de descargue y desarmado	0,13
Transporte hacia el pintado	0,18
Total/ Promedio	0,32
Etapas de Pintado	
Recepción de los neumáticos vulcanizados	0,15
Buscar la brocha y pintura	0,92
Transporte hacia inspección final	0,08
Total/ Promedio	1,06
Etapas de Inspección Final	
Colocar el neumático en alto (sobre dos neumáticos en mal estado)	0,27
Transporte hacia el almacén de producto terminado	0,18
Total/ Promedio	0,27
TOTAL DEL TIEMPO OCIOSO DE TODO EL PROCESO DE REENCAUCHE	16,85

En la figura 25 se muestra claramente el esfuerzo que realizan los operarios para transportar los neumáticos pesados de una etapa a otra, esto es preocupante porque puede afectar a la salud de los operarios.



Figura N° 25: Esfuerzo de los operarios para transportar los neumáticos

Indicador

$$\text{Coef. Desequilibrio} = \frac{100 \times ((N^{\circ} \text{ op.} \times \text{ t. ciclo}) - (\text{Tiempo de flujo}))}{N^{\circ} \text{ de operaciones} \times \text{T. ciclo}}$$

$$\text{Coef. Desequilibrio} = \frac{100 \times ((10 \times 245,51) - (461,41))}{10 \times 245,51}$$

$$\text{Coef. Desequilibrio} = \frac{245048,59}{10 \times 245,51}$$

$$\text{Coef. Desequilibrio} = \mathbf{81,21\%}$$

B. Causa –Medio Ambiente: Desorden en las áreas y distancias largas

Evidencia

Las distancias que tiene que recorrer el operario (*Ver Figura N°23, pág. 86*) dentro del área de producción son largas lo que causa fatiga y sobreesfuerzo, esto debido a que la empresa no cuenta con un equipo que facilite el traslado del neumático de una etapa a otra.

El plano de la empresa cuenta con una distribución inadecuada (*Ver figura N°7, pág.46*), puesto que no tiene un orden que favorezca al aumento de la producción. Además de tener 60% de actividades improductivas que no agregan valor al producto, según lo indica el diagrama de análisis de operaciones. (*Figura N°22, pág.84*)

El desorden genera como resultado movimientos innecesarios de herramientas, equipos y hasta materia prima e insumos que no agregan valor al proceso productivo, esto se puede mostrar en las siguientes fotos.

En la figura N°26 se observa desorden y falta de limpieza en el área de preparación de banda. Los materiales o insumos que aparecen tirados en el piso son bandas de rodamientos dañadas y desgastadas, las cuales fueron retiradas del neumático para su reemplazo posterior (reencauche), envolturas y demás desechos. Es preciso recalcar que no se aprecian tachos de basura en donde se clasifiquen según su tipo (papel, cartón, plástico).



Figura N° 26: Desperdicios ubicados en la etapa de preparación de banda

En la figura N°27 se observa desorden en el área de armado, los materiales que aparecen tirados en el piso son los insumos utilizados en esta etapa como envelope, cámaras, etc., los cuales no fueron colocados en su lugar ya que no cuentan con uno determinado. De igual manera que en la anterior área no cuentan con tachos de basura en donde se clasifiquen según su tipo (papel, cartón, plástico).



Figura N° 27: Insumos usados en la etapa de armado se encuentran en total desorden

Las condiciones del trabajo adecuadas que deben existir en toda empresa son muy importantes ya que influye directamente en el aumento de la productividad, la investigación de Guillermo H. Yonclei M. sobre las condiciones de trabajo que impactan en la vida laboral, respalda lo antes mencionado (*ver pág. 22*). Sin embargo, como se muestran en las figuras 27 y 28 en la

empresa Reencauchadora del Norte le falta orden y limpieza, además el ruido y la gran cantidad de material particulado en el área de producción generado por las máquinas de las etapas de raspado, escareado, vulcanizado y pulido es preocupante (Ver Figura N°28).



Figura N° 28: Material particulado generado en la etapa de escareado

En la figura 29 se observan objetos innecesarios como un escritorio, cartones rotos, materiales o insumos usados para la etapa de armado, depósitos y tubos de plástico en el área de almacén, los cuales ocupan lugar que debería ser utilizado para el almacenamiento de productos terminados, en este caso los neumáticos reencauchados.



Figura N° 29: Objetos innecesarios en el área de almacén

De igual manera que en la figura 29, en la figura 30 se observan objetos innecesarios en el almacén de producto terminado, dificultando el retiro e ingreso de los neumáticos.



Figura N° 30: Objeto innecesario en el almacén de producto terminado

En la figura 31 se aprecia que en el almacén de materia prima (neumáticos que serán reencauchados) se encuentran algunos artículos de limpieza, los cuales no corresponden a este lugar, puesto que podría provocar algún accidente o contaminar los demás insumos usados en el reencauche.



Figura N° 31: Objetos de limpieza en el almacén de producto terminado

En la tabla 32 se muestra el tiempo que el operario emplea para buscar los materiales o insumos que utilizará en cada etapa mencionada. El promedio del tiempo es de 2,39 minutos para el reencauche de un neumático.

Tabla 32: Tiempo usado para buscar los insumos a utilizar en cada etapa

ETAPAS	Tiempo promedio (min)
Inspección Inicial	0,14
Embandado	0,31
Armado	0,24
Pintado	1,32
Total	2,39

C. Causa- Mano de obra: Bajo desempeño de la mano de obra

Evidencia

Para evidenciar el bajo desempeño de la mano de obra se vio recomendable realizar una entrevista a los operarios que diario se relacionan con el proceso productivo del reencauche de neumáticos. En la entrevista se les realizó las siguientes preguntas:

- ¿Cuentan con equipos de protección personal para realizar sus labores? *(Ver anexo 12)*
- ¿Existen manuales de entrenamiento y capacitación para el proceso de reencauche de neumáticos? *(Ver anexo 12)*
- Cuando iniciaron a trabajar en esta empresa ¿Se les hizo una pequeña inducción sobre lo que debían hacer y cómo debería hacerlo? *(Ver anexo 12)*

En la primera pregunta se obtuvo como resultado que el cincuenta por ciento (50%) del personal dijo que cuentan con equipos de protección personal, esto se debe a que no todos los operarios cuentan con los EPP necesarios para realizar su trabajo.



Figura N° 32: Operarios no cuentan con EPP's adecuados para realizar sus funciones

En la segunda pregunta el resultado fue que el sesenta y siete por ciento (67%) del personal opinó que no existen manuales de entrenamiento y capacitación para el proceso de reencauche de neumáticos.

En la tercera pregunta se obtuvo que el cien por ciento (100%) de los trabajadores manifestaron que no se les hizo inducción sobre lo que debían hacer y cómo deberían hacer los procesos de reencauche de neumáticos.

Indicador

Como indicador tenemos la productividad de mano de obra:

$$P \text{ mano de obra} = \frac{8 \text{ neumáticos reencauchados/día}}{6 \text{ operarios}}$$

$$P \text{ mano de obra} = 1,3 \frac{\text{neumáticos reencauchados}}{\text{operario. día}} \approx 1 \frac{\text{neumáticos reencauchados}}{\text{operario . día}}$$

Tabla 33: Resumen de las causas que provocan el problema principal

Causas		Evidencia	Indicador	Indicador económico
MÉTODO	Inadecuados métodos de trabajo	Tiempos ociosos, diagrama de precedencia	$\text{Coef. Desequilibrio} = \frac{100 \times ((N^{\circ} \text{ op.} \times \text{ t. ciclo}) - (\text{Tiempo de flujo}))}{N^{\circ} \text{ de operaciones} \times \text{T. ciclo}}$ Coef. Desequilibrio= 81,21%	%pérdidas económicas =19,38%
MEDIO AMBIENTE	Desorden en las áreas y distancias largas	Diagrama de recorrido, layout de la empresa, fotos y matriz de Leopold	$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{A. \text{ productivas}}{\text{Total de actividades}}$ $\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{A. \text{ improductivas}}{\text{Total de actividades}}$	
MANO DE OBRA	Bajo desempeño de la mano de obra	Entrevista realizada a los operarios de la empresa	$P \text{ mano de obra} = \frac{\text{Producción diaria}}{N^{\circ} \text{ de operarios}}$ Productividad mano de obra= 2 reencaches /op. x día	

Tabla 34: Síntesis del diagnóstico

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO						
¿Cuáles son las mejoras a implementar en el proceso del reencauche de neumáticos para aumentar la producción en la empresa REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L.						
ÁREA	PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGÍAS	TÉCNICAS/HERRAMIENTAS	LOGROS	INDICADORES
Producción	Pérdidas económicas por baja producción (pedidos no atendidos)	Inadecuados métodos de trabajo	Ingeniería de métodos	Estudio de tiempos	Disminuir desperdicio de tiempo	$\% \text{Pedidos no atendidos} = \frac{P.E. - P.R.}{P.E.} * 100$ P.E= Producción esperada P.R=Producción real
				Estandarización de procesos		$\text{Coef. Desequil.} = \frac{100 \times ((N^{\circ} \text{ op.} \times t. \text{ ciclo}) - (\text{Tiempo de flujo}))}{N^{\circ} \text{ de operaciones} \times T. \text{ ciclo}}$
				Equilibrio de líneas de producción (Balance de líneas)		
				Tiempo estándar	Manejar un tiempo real de producción	$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal}}{1-F.S.}$
		Desorden en las áreas y distancias largas	Distribución del área de producción	Redistribución	Mejor distribución de las etapas del proceso productivo	$\% \text{Actividades productivas} = \frac{A. \text{ productivas}}{\text{Total de actividades}}$ $\% \text{Actividades improductivas} = \frac{A. \text{ improductivas}}{\text{Total de actividades}}$
				Control de calidad	5 S's	Orden y limpieza en el área de trabajo
		Bajo desempeño de la mano de obra	Gestión del personal	Inducciones	Aumentar la productividad de M.O.	$\text{Productividad M.O.} = \frac{\text{Producción}}{N^{\circ} \text{ de operarios}}$
				Normas de seguridad		
				Charlas motivacionales para los operarios		
				Capacitaciones		

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

Tabla 35: Identificación de causas y propuestas de solución al problema

PROBLEMA	CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIÓN
Baja producción (pedidos no atendidos)	Inadecuados métodos de trabajo	-Estudio de tiempos para reducir tiempos ociosos. -Equilibrio de líneas de producción -Estandarización de procesos -Tiempo estándar
	Desorden en las áreas y distancias largas	-Distribución de la planta -Implementación de las 5S's
	Bajo desempeño de la mano de obra	-Capacitaciones -Inducciones -Normas de seguridad -Charlas motivacionales

3.2. DETERMINACIÓN DE MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE MEJORA

Para determinar la prioridad de las propuestas de mejora, se hará uso de la matriz de priorización, la cual nos dará la prioridad de cada propuesta.

Tenemos como factores de calificación los siguientes:

- Mano de obra
- Baja producción
- Desperdicio de tiempo
- Actividades innecesarias
- Inadecuados métodos de trabajo
- Desorden en el área de trabajo
- Falta de limpieza

Con estos parámetros obtendremos una ponderación por cada uno mediante el uso de la matriz de enfrentamiento.

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

En la tabla 36 se observa la escala de calificación, la cual consiste en: Excelente, muy bueno, bueno, regular y deficiente.

Tabla 36: Escala de calificación

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

Tabla 37: Matriz de enfrentamiento

Factor	Mano de obra	Baja producción	Desperdicio de tiempo	Actividades innecesarias	Inadecuados métodos de trabajo	Desorden en el área de trabajo	Falta de limpieza	Conteo	Porcentaje
Mano de obra	1	1	1	1	1	1	1	6	20,69%
Baja producción	1	1	1	1	1	1	1	6	20,69%
Desperdicio de tiempo	1	1	1	1	1	1	0	5	17,24%
Actividades innecesarias	1	1	1	1	0	0	0	3	10,34%
Inadecuados métodos de trabajo	1	1	1	1	1	0	0	4	13,79%
Desorden en el área de trabajo	1	1	1	0	0	1	0	3	10,34%
Falta de limpieza	1	1	0	0	0	0	1	2	6,90%
TOTAL								29	100%

En la tabla 37 se observa que la calificación le corresponde a mano de obra y baja producción con 20,69%, luego de eso tenemos al desperdicio de tiempo con 17,24%, después se encuentra inadecuados métodos de trabajos con 13,79%, seguido tenemos un empate de desorden en el área de trabajo y actividades innecesarias con 10,34% y por último tenemos a la falta de limpieza cuyo puntaje es de 6,90%.

En la tabla 38 se colocó la escala de valores de la tabla 36 y se relacionó con los factores antes mencionados, según la importancia que tengan se le asignará un puntaje para finalmente realizar la suma total de manera vertical por cada propuesta. Por otro lado, en la tabla 39 se realizó la multiplicación de la ponderación dada por cada factor y la calificación obtenida 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 38: Calificación obtenida en base al ranking de asignación

Factor	Ponderación	Estudio de tiempos	Estandarización	Balance de líneas	Redistribución	5S's	Capacitaciones, inducciones y charlas	Seguridad
Mano de obra	20,69%	10	8	6	4	6	8	8
Baja producción	20,69%	10	8	6	6	6	8	6
Desperdicio de tiempo	17,24%	10	10	6	8	8	6	4
Actividades innecesarias	10,34%	8	6	4	2	0	0	0
Inadecuados métodos de trabajo	13,79%	8	8	4	2	0	8	0
Desorden en el área de trabajo	10,34%	8	2	2	6	10	4	2
Falta de limpieza	6,90%	0	0	0	8	8	6	4
TOTAL		54	42	28	36	38	40	24

Tabla 39: Resultado de la priorización de metodología de mejora

Factor	Ponderación	Estudio de tiempos	Estandarización	Balance de líneas	Redistribución	5S's	Capacitaciones, inducciones y charlas	Seguridad
Mano de obra	20,69%	2,07	1,66	1,24	0,83	1,24	1,66	1,66
Baja producción	20,69%	2,07	1,66	1,24	1,24	1,24	1,66	1,24
Desperdicio de tiempo	17,24%	1,72	1,72	1,03	1,38	1,38	1,03	0,69
Actividades innecesarias	10,34%	0,83	0,62	0,41	0,21	0,00	0,00	0,00
Inadecuados métodos de trabajo	13,79%	1,10	1,10	0,55	0,28	0,00	1,10	0,00
Desorden en el área de trabajo	10,34%	0,83	0,21	0,21	0,62	1,03	0,41	0,21
Falta de limpieza	6,90%	0,00	0,00	0,00	0,55	0,55	0,41	0,28
TOTAL		8,62	6,97	4,69	5,10	5,45	6,28	4,89,9007

Como se muestra en la tabla 39, el estudio de tiempos es la principal solución con un 8,62%, seguido de la estandarización con 6,97%, capacitación 6,28%, implementación de las 5S's 5,45%, redistribución 5,10%, balance de líneas 4,69% y seguridad 4,07%. Las dos últimas metodologías no se tomarán en cuenta para la mejora ya que no son primordiales para la mejora.

En conclusión, el orden de prioridad de las propuestas queda así:

- Estudio de tiempos (tiempo estándar)
- Estandarización
- Capacitación, inducción y charlas motivacionales
- Implementación de las 5S's
- Redistribución
- Balance de líneas

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

3.3.1. Propuesta de estudio de tiempos y cálculo del tiempo estándar para aumentar la producción

Problema

Demora en las etapas de vulcanizado, secado y secado de banda (preparación de la banda) del proceso productivo, así también tiempo ocioso debido a las actividades improductivas como el transporte del neumático a reencauchar de una etapa a otra, además del esfuerzo que tienen los operarios al realizar el transporte de éstos.

Propuesta:

Se desarrolla un estudio para reducir los tiempos que generan más demora y esfuerzos a los operarios del proceso productivo del reencauche de neumáticos. Se identificó las actividades que pueden ser mejoradas y se proponen soluciones para obtener resultados exitosos.

Según lo analizado en los tiempos ociosos (*Ver tabla 31, pág.108*) las actividades de transporte del neumático de una etapa a otra son las que generan tiempos y actividades improductivas, por este motivo que para reducir este tiempo de ocio y el esfuerzo de los operarios se ve conveniente la instalación de monovías y monorrieles en el área de producción,

El porcentaje de actividades productivas e improductivas actual son:

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{(11+2+1)}{(11+2+1+16+2+3)} * 100 = 40\%$$

Después de aplicar la fórmula se obtuvo un 40% de productividad en sus operaciones.

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{(16+2+3)}{(11+2+1+16+2+3)} * 100 = 60\%$$

Así mismo se obtiene un 60% de actividades improductivas, estos dos resultados en su combinación completan el 100%.

Tabla 40: Tiempo ocioso de transporte

ACTIVIDAD	Tiempo ocioso (min)
Etapa de Limpieza	
Traslado del neumático al interior de la empresa	0,25
Colocar el neumático en el almacén	0,14
Total/ Promedio	0,39
Etapa de Inspección Inicial	
Traslado del neumático a la etapa de inspección inicial	0,22
Colocar el neumático en alto (sobre dos neumáticos en mal estado)	0,24
Total/ Promedio	0,455
Etapa de Raspado	
Traslado del neumático a la etapa de raspado	0,27
Colocar el neumático en la raspadora	0,18
Transporte hacia el escareado	0,17
Total/ Promedio	0,62
Etapa de Escareado	
Colocar el neumático en el soporte	0,22
Transporte hacia el cementado	0,39
Total/ Promedio	0,616
Etapa de Cementado	
Colocar el neumático en el soporte para realizar el cementado	0,22
Transporte hacia el secado	0,15
Total/ Promedio	0,37
Etapa de Secado	
Colocar el neumático en el soporte	0,25
Transporte hacia el relleno	0,14
Total/ Promedio	0,39
Etapa de Relleno	
Recepción del neumático	0,25
Transporte hacia el embandado	0,13
Total/ Promedio	0,374
Etapa de retiro de banda	
Recepción de neumáticos	0,25
Colocar el neumático en el soporte	0,26
Transporte hacia la limpieza	0,14
Total/ Promedio	0,652

Etapa de Limpieza	
Colocar la banda de rodamiento en la mesa de corte	0,24
Transporte hacia el pulido	0,20
Total/ Promedio	0,439
Etapa de pulido	
Colocar el neumático en el soporte	0,14
Transporte hacia el cementado	0,14
Total/ Promedio	0,14
Etapa de cementado	
Traslado del neumático a la mesa de corte	0,56
Traslado del neumático al secado	0,14
Total/ Promedio	0,56
Etapa de secado	
Colocar la bandas en el estante	0,28
Transporte hacia el embandado	0,20
Total/ Promedio	0,48
Etapa de Embandado	
Recepción de bandas nuevas (después de su preparación)	0,31
Transporte hacia el rodillado	0,17
Total/ Promedio	0,478
Etapa de Rodillado	
Colocar el neumático en la rodilladora	0,14
Transporte hacia el armado	0,17
Total/ Promedio	0,308
Etapa de Armado	
Traslado del neumático a la etapa de armado	0,14
Colocar envelope en neumático	1,29
Total/ Promedio	1,436
Etapa de Vulcanizado	
Transporte del neumático hacia el autoclave	0,11
Total/ Promedio	0,11
Etapa de Descargue y desarmado	
Traslado del neumático a la etapa de descargue y desarmado	0,13
Transporte hacia el pintado	0,18
Total/ Promedio	0,32
Etapa de Pintado	
Recepción de los neumáticos vulcanizados	0,15
Transporte hacia inspección final	0,08
Total/ Promedio	0,15

Etapas de Inspección Final	
Colocar el neumático en alto (sobre dos neumáticos en mal estado)	0,27
Transporte hacia el almacén de producto terminado	0,18
Total/ Promedio	0,27
TOTAL DEL TIEMPO OCIOSO EN TRANSPORTE	8,54



Figura N° 33: Monovías para el área de reencauche de neumáticos

Criterios de Selección

Para poder determinar los criterios de selección de los monorrieles se debe tener en cuenta la etapa que será mejorada, el tiempo que se reducirá, especificaciones técnicas y el factor económico, las cuales se adapten a las comodidades de la empresa.

- Marca: Máquinas y Equipos para el reencauche: Intrans Rubber & Plastic S.A.C.
- Material de fabricación: Acero
- Costo de inversión: el precio de la máquina es de 5000 USD
- Plazos de entrega: 1 mes
- Tiempo límite de instalación: 30 días
- Instalación de monorrieles

En la figura 33 se aprecian las 4 vistas de la estructura de las monovías que se implementarán en el área de producción, para facilitar el transporte de los neumáticos en las distintas etapas del proceso productivo. El sistema de rieles o monovías se ubicaría desde la inspección inicial de los neumáticos y hasta la inspección final teniendo una forma de “U”. Los neumáticos se trasladarán por los rieles, los cuales se encuentran suspendidos en los postes de soporte, por medio de ganchos en forma de “J” y “Y”.

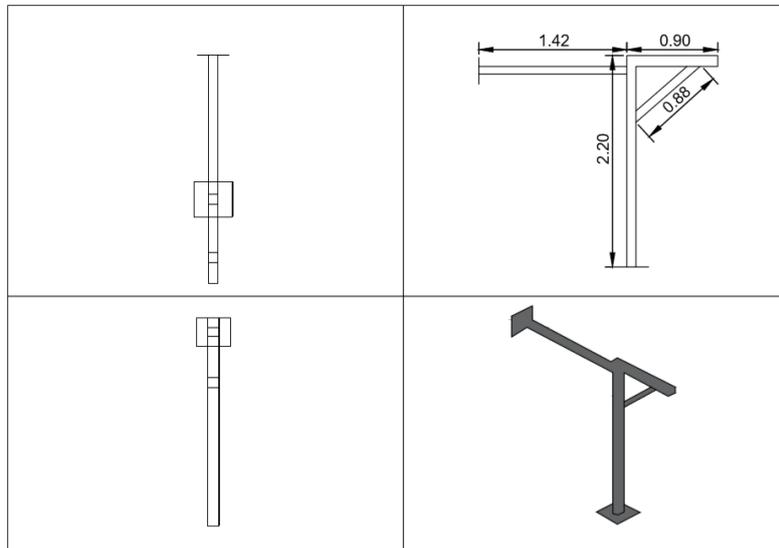


Figura N° 34: Vistas de los postes de soporte (Circuito de monovías)

En la figura 34 se observa el sistema de monovías propuesto para el área de producción. Las medidas de éstas son 18 metros de largo, 38 metros de ancho y 2,20 metros de alto.

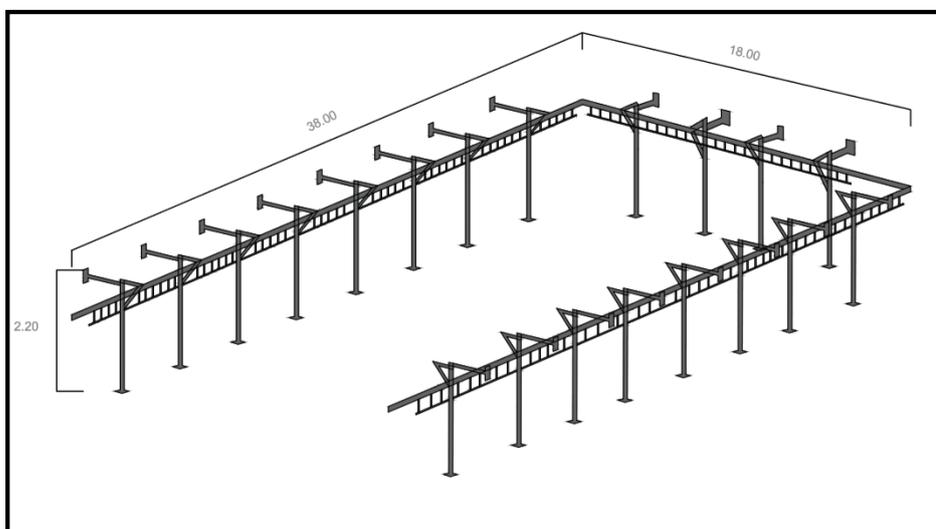


Figura N° 35: Sistema de rieles o monovías en el área de producción en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Tabla 41: Descripción de la propuesta de mejora por cada etapa que genera demora en el proceso productivo

Etapa	Tiempo Ciclo Actual (min)	Propuesta	Nuevo tiempo (min)
Secado	60,39	Para reducir el tiempo de secado después de haberle aplicado el cemento, se propone el uso de otro cemento vulcanizante químico de marca Steelman el cual reducida el tiempo de secado. El nuevo tiempo de secado utilizando el cemento antes mencionado será de 5 minutos.	5
Secado de banda	60,48	Se propone el uso de cemento vulcanizante químico, para reducir el tiempo de secado.	5

Criterios de Selección

Para poder determinar los criterios de selección del nuevo cemento vulcanizante se tuvo que tener en cuenta el tiempo que se reducirá, especificaciones técnicas y el factor económico, las cuales se adapten a las comodidades de la empresa.

- Marca: X-TRA SEAL es una industria dedicada a la fabricación de materiales de reparación de neumáticos de calidad. Esta empresa ha implementado riguroso control de calidad procedimientos En calidad de la casa medida y control es asignado a individuos entrenados quienes monitorean de cerca la producción en todas las etapas de fabricación.
- Costo de inversión: el precio del cemento vulcanizante químico es \$10 equivale a 34 soles
- Plazos de entrega: de 8 a 12 días. El pedido y la compra se realizan desde la página de amazon. Sin embargo, el envío se hace desde la misma empresa 31 Incorporated ubicada en EE.UU y es GRATIS, excepto zonas especiales, en donde aplican un recargo extra.
- Tiempo de transporte que se reducirá: 8,54 minutos.
- Características del producto

Secado rápido: Cemento de caucho natural de secado rápido

Aceleradores de vulcanización: Contiene aceleradores que aceleran el proceso de vulcanización durante la reparación de neumáticos y tubos de caucho

Cepillo incluido del aplicador: Cepillo aplicador conveniente se adjunta a la parte inferior de la tapa

Químico o calor: Adecuado para uso en vulcanización química o térmica

Cemento de todo el propósito: Cemento de goma universal adecuado para su uso en neumáticos de automóviles, motocicletas y bicicletas.

Condiciones de almacenamiento:

Áreas cubiertas, ventiladas y secas (temperatura de -25 ° C a 25 ° C)

Medidas de control de ingeniería: La ventilación adecuada del lugar.

Protección personal cuando se hará uso del producto:

Usar máscara de gas adecuada, guantes, gafas y ropa apropiada.

Información del producto:

Marca: X-TRA SEAL

Dimensiones del producto: 3,8 x 2,7 x 2,7 pulgadas

Peso del artículo: 0,236 litros

Peso de envío: 0,236 litros

Vulcanizado

Si se sabe que la empresa cuenta con dos autoclaves para realizar el vulcanizado, es necesario que los operarios hagan uso de estas maquinarias. La suma de capacidades de ambas autoclaves es de 14 neumáticos, teniendo en cuenta que el vulcanizado dura 4 horas y que la empresa trabaja 8 horas ahora se tendrán 28 neumáticos reencauchados al día.

➤ Tiempo promedio de cada estación de trabajo siguiendo los procedimientos propuestos según el manual TRMG

Una vez propuestos los nuevos métodos de trabajo y después de haber realizado algunas muestras se obtuvieron nuevos tiempos promedios por cada etapa. En la siguiente tabla se pueden observar lo anteriormente mencionado.

Tabla 42: Tiempo promedio de las etapas siguiendo los procedimientos dados

Etapas	Tiempo promedio (min)
Inspección inicial	9,574
Raspado	7,45
Escareado	6,2
Cementado y secado	8,602
Relleno	5,354
Preparación de la banda	6,612
Embandado	6,266
Rodillado	5,664
Armado	4,028
Vulcanizado	242,35
Descargue y desarmado	8,51
Pintado	5,33
Inspección final	5,34
TOTAL	321,28

➤ **Tiempo normal de cada estación de trabajo siguiendo los procedimientos propuestos según el manual TRMG**

Para el cálculo del tiempo normal se usará la siguiente fórmula:

$$TN = \text{Tiempo de ciclo promedio} * \text{Factor de calificación de desempeño}$$

Los datos para el factor de calificación de desempeño se establecieron según el sistema de calificación Westinghouse. Este sistema muestra los distintos factores para obtener las calificaciones a la habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia. (Ver anexo 3)

En la tabla 43 nos presenta el puntaje que se obtuvo después de realizar la valorización del factor de calificación de desempeño según lo observado en el diagnóstico de la empresa.

El total resultó de la suma del puntaje asignado de cada ítem, según el *anexo 3*, y la adición de una unidad.

Tabla 43: Factor de calificación de desempeño

Etapa	Destreza	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
Inspección inicial	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Raspado	0,03	-0,08	-0,07	0,01	0,89
Escareado	0,03	-0,04	-0,07	0,00	0,92
Cementado y secado	0,03	0,02	-0,03	0,00	1,02
Relleno	0,00	0,02	0,00	-0,02	1,00
Preparación de la banda	0,03	0,05	-0,03	-0,02	1,03
Embandado	0,03	0,00	0,00	-0,02	1,01
Rodillado	0,00	0,02	0,00	-0,02	1,00
Armado	-0,05	-0,08	0,00	-0,02	0,85
Vulcanizado	0,00	-0,08	-0,03	0,00	0,89
Descargue y desarmado	-0,05	-0,08	-0,03	-0,02	0,82
Pintado	0,03	0,00	-0,03	0,00	1,00
Inspección final	0,00	0,02	0,00	0,01	1,03

La multiplicación del factor de calificación, obtenido de cada etapa, con el tiempo promedio de cada uno de los métodos propuestos de las etapas del proceso productivo se obtiene el tiempo normal.

Tabla 44: Tiempo normal de la propuesta

Etapas	Factor de calificación	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)
Inspección inicial	1,00	9,574	9,574
Raspado	0,89	7,45	6,6305
Escareado	0,92	6,2	5,704
Cementado y secado	1,02	8,602	8,77
Relleno	1,00	5,354	5,35
Preparación de la banda	1,03	6,612	6,81
Embandado	1,01	6,266	6,33
Rodillado	1,00	5,664	5,66
Armado	0,85	4,028	3,42
Vulcanizado	0,89	242,35	215,692
Descargue y desarmado	0,82	8,51	6,98
Pintado	1,00	5,33	5,33
Inspección final	1,03	5,34	5,50
TOTAL	-	321,28	299,034

➤ **Tiempo estándar de cada estación de trabajo siguiendo los procedimientos propuestos según el manual TRMG**

Como ya se obtuvo el tiempo normal el siguiente paso es calcular el tiempo estándar, el cual se define como el tiempo requerido por un operario calificado con un trabajo de ritmo normal y estandarizado lleve a cabo una actividad.

La fórmula utilizada es la siguiente:

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

(Kanawaty 2006).

Factor de suplemento o tolerancia

Se considera el factor suplemento o tolerancia debido a que reflejan los retrasos que puedan existir en el proceso para finalmente obtener la realidad de los tiempos estándares.

Para el cálculo se utilizó las tablas de tolerancias típicas propuestas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), como se describe en el *anexo 4*. En la tabla 45 se muestra el total del factor suplemento o tolerancias de cada etapa del proceso productivo. Es preciso aclarar que las tolerancias constantes con obligatorias, en este caso nos arrojó un resultado de 9%, otra de las tolerancias es estar de pie la cual en todas las etapas se consideró un porcentaje de 2, la tolerancia de fuerza consiguió un porcentaje de 4 y 1 en las etapas de armado, vulcanizado, descargue y desarmado y preparación de bandas respectivamente debido a que el promedio del peso de una neumáticos es de 12,5 kg y 5 kg de la banda de rodamiento. Finalmente, el porcentaje de la tolerancia de ruido es 2 para las etapas de raspado, escareado, preparación de la banda, rodillado y vulcanizado.

Tabla 45: Factor suplemento o tolerancia

Etapas / Tolerancias	Constantes (%)	Estar de pie (%)	Alumbrado deficiente (%)	Fuerza (%)	Ruido (%)	Total (%)
Inspección inicial	4	2	2	-	-	8
Raspado	4	2	2	-	2	10
Escareado	4	2	2	-	2	10
Cementado y secado	4	2	0	-	-	6
Relleno	4	2	2	-	-	8
Preparación de la banda	4	2	2	1	2	11
Embandado	4	2	2	-	-	8
Rodillado	4	2	0	-	2	8
Armado	4	2	0	4	-	10
Vulcanizado	4	2	0	4	2	12
Descargue y desarmado	4	2	0	4	-	10
Pintado	4	2	2	-	-	8
Inspección final	4	2	2	-	-	8
TOTAL						

Como ya se calculó el factor de suplemento o tolerancia por etapa, se procede a aplicar la fórmula anteriormente mencionada. Por último, se obtiene un tiempo estándar de 336,65 minutos, de los cuales 240 minutos se demora en el vulcanizado de 21 neumáticos.

Tabla 46: Tiempo estándar de la propuesta

Etapa	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tolerancia	Tiempo estándar (min)
Inspección inicial	9,574	9,574	0,08	10,41
Raspado	7,45	6,6305	0,1	7,37
Escareado	6,2	5,704	0,1	6,34
Cementado y secado	8,602	8,77	0,06	9,33
Relleno	5,354	5,354	0,08	5,82
Preparación de la banda	6,612	6,81036	0,11	7,65
Embandado	6,266	6,32866	0,08	6,88
Rodillado	5,664	5,664	0,08	6,16
Armado	4,028	3,4238	0,1	3,80
Vulcanizado	242,35	215,692	0,12	245,1
Descargue y desarmado	8,51	6,9782	0,1	7,75
Pintado	5,33	5,33	0,08	5,79
Inspección final	5,34	5,5002	0,08	5,98
TOTAL	321,28	299,03376		328,39

3.3.2. Propuesta de estandarización de procesos

Para el desarrollo de esta propuesta es necesario tener en cuenta el tipo de material a usar, la maquinaria o equipos, métodos y procedimientos de trabajo definidos, conocimiento y habilidad de la gente que se relacionan directamente con el proceso productivo. Esta propuesta

se basó en el manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group (Ver anexo 13)

Es por ello que se vio conveniente describir cómo deberían ser ejecutados cada uno de los procesos.

Inspección Inicial

➤ Problema

No se realiza una correcta inspección inicial debido a que no se cuenta con el equipo adecuado y se desconoce el procedimiento que deben seguir los operarios, esto provoca demoras en las siguientes etapas del proceso productivo.

➤ Propuesta

Para esta etapa es recomendable que el personal sea calificado y que éste cuente con los equipos e insumos necesarios para realizar correctamente esta etapa, es por ello que para la inspección inicial se requiere de una máquina de inspección, como se puede apreciar en la figura 36.

Según el manual de TRMG, los parámetros que se deben tener en cuenta son la cantidad de roturas, perforaciones, agrietamientos, soplos, estado de los hombros, pestañas, envejecimiento, etc., además de contar con una iluminación adecuada (mínima 200 bujía-pie (fc) / 2153 lux (lx), recomendada 300 fc / 3229 lx) en la superficie de trabajo, de modo que el interior y el exterior de la carcasa queden expuestos en la medida adecuada para el examen visual y manual.



Figura N° 36: Máquina de inspección de neumáticos

Criterios de Selección

Para poder determinar los criterios de selección de la máquina de inspección se debe tener en cuenta la etapa que será mejorada, el tiempo que se reducirá, especificaciones técnicas y el factor económico, las cuales se adapten a las comodidades de la empresa.

- **Empresa:** MAQUITER AUTOMOCIÓN S.R.L.
- **Voltaje utilizado en planta:** el voltaje en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. es de 230 V., es por ello que se selección una máquina que trabaje con este mismo voltaje.
- **Costo de inversión:** el precio de la máquina es de 3800 USD.
- **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.
- **Sistema de carga:** El sistema simple y práctico de carga del neumático, permite efectuar sin fatiga y velozmente la operación de control.
- Está dotada de dos comandos neumáticos, uno para la elevación de la rueda y otro para la apertura de los talones.
- La rotación se efectúa mediante dos rodillos accionados por una motoreductora con comando eléctrico de inversión de giro.
- Se suministra completa con una lámpara orientable a 24 voltios que permite la inspección interior del neumático durante la rotación, así como la reparación de la cubierta.
- **Tiempo promedio que se demora** en realizar la inspección inicial utilizando una máquina de inspección: 9,134 minutos

Tabla 47: Ficha técnica de la máquina de inspección

Características	Descripción
Modelo	IP1000
Potencia	300 W
Voltaje	230 V
Material de fabricación	Estructura de acero
Frecuencia	50/60 Hz
Presión	10 bar
Peso neto	185 kg
Dimensiones máquina	120 x 96 x 110 cm
Capacidad de producción	Para inspeccionar todo tipo de neumáticos de 12" a 24"

Fuente: Maquiter Automoción

Procedimiento:

Al iniciar la etapa de inspección las carcasas deben estar secas y libres de contaminantes sueltos (por ejemplo: suciedad, agua, desperdicios, selladores, materiales visuales, materiales de balanceo, etc.).

En esta etapa el operario debe identificar las unidades de reparación que deben reemplazarse.

Inspección del interior de la carcasa



Marcado del punto inicial de la inspección



Inspección del exterior de la carcasa



Sondeo del daño



Eliminación del material extraño



Carcasa en la máquina de inspección para encontrar separaciones en neumáticos radiales



Figura N° 37: Procedimiento de la etapa de inspección inicial

Fuente: Manual TRMG

Es preciso tener en cuenta lo que se debe evaluar con respecto a los daños externos e internos que puedan existir en los neumáticos.

Según el manual TRMG:

Daños externos

- Separación de las telas más allá de los límites reparables.
- Separaciones de la banda de rodamiento que no pueden eliminarse en el raspado
- Núcleo de alambres de ceja desgarrado, dañado, doblado o expuesto.
- Oxidación excesiva (es decir, agrietamiento por exposición a la intemperie) que se extienda hasta los cuerpos de telas o con una profundidad mayor de 1,5 mm (2/32").
- Neumáticos gastados hasta con exposición de alambres del cinturón en más del 10 % de la circunferencia, a menos que se vaya a quitar un cinturón protector o se vayan a reemplazar los cinturones dañados.

- Todo signo de debilidad o de daño no reparable (por ejemplo, blandura debida a la contaminación por productos químicos/derivados de petróleo, rizos, abultamientos, porosidad, etc.) en el costado, particularmente en su parte superior.
- Sonidos de crujido o chasquido al flexionar.
- Cortes superficiales que exceden la medida de un daño reparable y penetran en el cuerpo de cuerdas.
- Agrietamiento de telas radiales.
- Etiquetado incorrecto.

Daños internos

- Daños del cuerpo de telas en el área no reparable de la ceja.
- Cuerdas sueltas en la tela interior o evidencia de haber rodado con presión de inflado insuficiente o sobrecarga.
- Daños no reparables de la capa interna o el área de la ceja en neumáticos identificados como 'sin cámara'.
- Uniones de capas internas abiertas que exponen la cuerda.
- Desgarres a la flexión, desgarres en X o desgarres por impacto.
- Capas internas porosas, contaminadas por degradación química, o sueltas.
- Reparaciones colocadas previamente que resultaron ser defectuosas y no reparables.
- Sospecha de daño tipo cremallera que incluye todo signo de debilidad o de daño no reparable (por ejemplo, rizos, abultamientos, porosidad, blandura, filamentos salientes que indican cuerdas desgarradas y todo sonido de chasquido producido al buscar puntos blandos o al hacer rodar el neumático) en el costado, particularmente en su parte superior. Los neumáticos que presenten estas condiciones deben rechazarse y eliminarse.

Tabla 48: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de Inspección inicial

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Recepción y pre inspección de los neumáticos a reencauchar	0,21	0,19	0,18	0,22	0,25	0,21
2	Revisar que los neumáticos ingresen limpios y secos	0,2	0,23	0,24	0,25	0,23	0,23
3	Colocar el neumático en la máquina de inspección	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
4	Inspección interior	2,45	2,15	2,33	2,32	2,44	2,33
5	Inspección exterior	4,61	4,5	4,84	4,33	4,39	4,534
6	Sondeo del daño	0,32	0,33	0,35	0,25	0,26	0,3
7	Eliminar material extraño	0,81	0,98	1,10	1,20	0,85	0,99
8	Retirar el neumático de la máquina de inspección	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
TOTAL							9,574

En la tabla 48 se detallan los tiempos obtenidos de cada actividad en la etapa de inspección inicial, cabe mencionar que los tiempos de las actividades 3, 4, 5, 6 y 8 fueron tomados de referencia de una empresa Isollanta Cía. Ltda que si cuenta con una máquina de inspección de neumáticos, los demás tiempos se tomaron en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 10 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Raspado

➤ Problema

En el caso de esta etapa el problema es la demora de tiempos y esto se debe a la falta de orientación sobre cómo hacer las cosas.

➤ Propuesta

Para la etapa de raspado es de suma importancia contar con una iluminación adecuada mínima de 200 fc / 2153 lx y la recomendada de 300 fc / 3229 lx) para la superficie de trabajo.

Las dimensiones del neumático raspada deben ser apropiadas para la marca, medida y el tipo de neumáticos; también para el sistema de reencauchado que se utiliza.

Luego de realizar el raspado el tiempo de espera para el embandado debe reducirse al mínimo a fin de evitar que el neumático se contamine u oxide.

Si el tiempo de espera para la siguiente etapa sobrepasa las dos horas, la superficie del neumático deberá limpiarse usando unos cepillos circulares (*Ver Figura N° 38*) con diámetro de 40 a 80 mm con vástago o con orificio con filamentos ondulados de acero, montados en utensilios eléctricos o de aire es indispensable para eliminar el caucho de los pequeños cráteres del neumático, la posible contaminación u oxidación antes de aplicarse el cemento o cojín de unión.



Figura N° 38: Cepillos circulares para limpieza del neumático

Criterios de Selección

Para poder determinar los criterios de selección de los cepillos circulares se debe tener en cuenta para que serán usados los cepillos, las especificaciones técnicas y el factor económico.

- **Marca:** SIT (Societa Italiana TecnoSpazzole)
- **Embalaje:** Embalaje externo es en cartón y va incluido en el precio.
- **Envío:** Portes pagados a partir de 300 euros/neto para España y Portugal, excepto Islas Canarias, a partir de 1.000 euros/neto.
- **Costo de inversión:** el precio de la máquina es de 13,27 euros
- **Confirmación del pedido:** SIT se reserva el derecho de aceptar o negar las órdenes de pedido que se reciben, enviando la confirmación por escrito.
- **Entrega:** Los plazos de entrega se indican en la confirmación del pedido. En caso de retrasos, el departamento de ventas de SIT se pondrá en contacto con el cliente para acordar unas nuevas condiciones de entrega.
- **Pago:** Condiciones máximas de pago con Recibo Bancario 60 D F/F. Después del período acordado el cliente correrá con los intereses de demora.
- **Garantía:** La garantía del producto es de tres años desde la fecha de entrega si el material se ha almacenado en ambientes secos y de manera adecuada. Para los productos vulcanizados, es fundamental que el producto no haya alterado sus características de poliuretano, se almacena en un ambiente desprovisto de luz y se utiliza no más tarde de 24 meses. Después de este período, las características del material plástico ya no están en garantía.
- **Reclamaciones:** No se aceptan reclamaciones por material que no se ajuste al pedido. Las reclamaciones deben ser comunicadas a la oficina de ventas por escrito. La gestión de las reclamaciones siempre se acordará con la oficina de ventas.
- **Aplicaciones industriales:** Cepillos para pulidoras. Limpiar superficies y laterales de la carcasa. Strip lineales para estanquidad de humos y polvo. Cepillar bandas de rodadura premoldeadas. Pasar el rodillo y aplicar el sustrato. Limpiar moldes de vulcanización. Preparar la reparación de la carcasa. Cepillos de cordel de acero con latón LIZ.

Tabla 49: Ficha técnica de la máquina de inspección

Características	Descripción
Modelo	GG44 Inox
Diámetro	40 mm
Espesor	15 mm
Longitud útil de alambre	19,5 mm/ ¾’’
Material del filamento	Hilo de acero
Calibre	0,30 mm /0,012’’
Vástago	6 x 25 mm
Máx. RPM	18000
Unidades de empaque	12 piezas

Fuente: SIT Industrial

La superficie de la banda de rodamiento debe prepararse para contar con un perfil simétrico y una textura apropiada. Raspar la banda de rodamiento antigua 2 mm y eliminar el labrado anterior.

La superficie raspada debe estar libre de contaminación y tener una textura equivalente a la N.º 3 o N.º 4 según la Asociación de Fabricantes de Caucho (RMA).

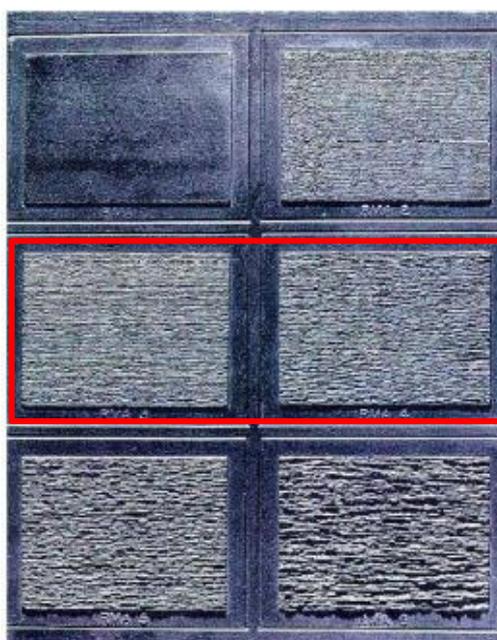


Figura N° 39: Textura de la Asociación de Fabricantes de Caucho (RMA)

Carcasa en una máquina raspadora



Raspado de la superficie de la banda de rodamiento



Eliminación del daño - Área de la banda de rodamiento



Eliminación del daño - Hombro



Relleno de los surcos



Relleno de los surcos



Figura N° 40: Procedimiento de la etapa de raspado

En la figura 40 se describe con imágenes el procedimiento que se debe seguir, según el manual de TRMG, en la etapa de raspado y lo que sigue después de ésta. Cabe mencionar que al igual que el raspado, en la etapa de escareado se eliminan las impurezas y daños que presente el neumático. Antes de pasar al cementado es necesario colocar relleno en las partes del neumático que tengan alguna abertura, este proceso se realiza manualmente usando una extrusora.

Todo daño mayor de 10,0 mm (3/8") en el primer cinturón de trabajo (es decir el cinturón más cercano a la tela radial) requiere una reparación de sección (vea el Apéndice 2). Los daños de cinturón N.º 2 o N.º 3 mayores de 10,0 mm (3/8") pueden requerir una reparación de sección. Para obtener más información, consulte al fabricante de neumáticos nuevos o al fabricante de materiales para la reparación de neumáticos. (Manual TRMG, 2018)

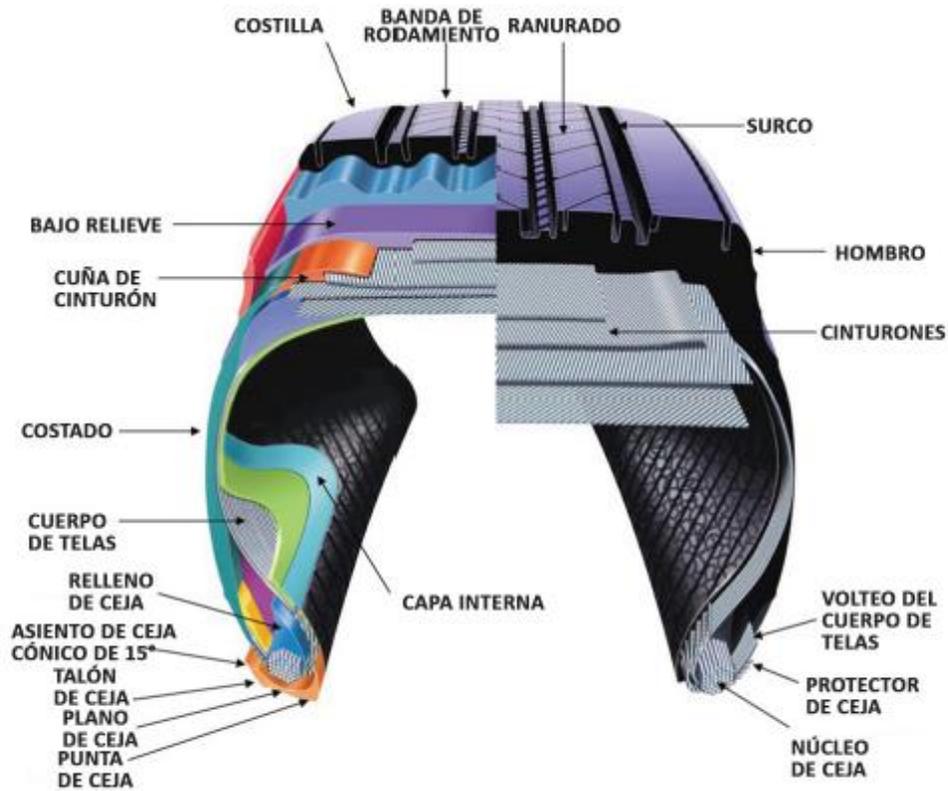


Figura N° 41: Diagrama de neumático radial para camiones

Tabla 50: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de raspado

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Colocar el neumático en la raspadora	0,11	0,17	0,19	0,21	0,17	0,17
2	Realizar el raspado en la superficie	1,63	1,62	1,65	1,6	1,62	1,62
3	Verificar el perfil simétrico, la textura apropiada y que esté libre de contaminación	1,23	1,1	1,42	1,12	1,24	1,22
4	Eliminación del daño	2,13	2,18	2,12	1,97	2,15	2,11
5	Relleno del neumático	2,13	2,19	2,26	2,3	2,24	2,22
6	Transportar neumático hacia el monorriel	0,11	0,13	0,1	0,11	0,12	0,11
TOTAL							7,45

En la tabla 50 se detallan los tiempos de cada actividad de las etapas de raspado, después de haber realizado las muestras en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 10 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Por otro lado, cabe mencionar que el tiempo de la actividad 3 fue tomado de referencia de una empresa Isollanta Cía. Ltda que si cuenta con estos cepillos limpiadores.

Escareado

➤ Propuesta

Para esta etapa es preciso que se realice de manera correcta siguiendo los procedimientos indicados, de esta manera facilitará el desarrollo de las demás.

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.

Se debe tener en cuenta que las heridas con más de 8mm de daño 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.y 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.

Tabla 51: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de escareado

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Colocar el neumático en la montura para neumáticos	0,21	0,2	0,21	0,19	0,18	0,198
2	Utilizar el escareador para reparar las heridas.	3,22	3,46	3,1	3,5	3,78	3,412
3	Verificar que las perforaciones sean en forma cónica	1,45	1,25	1,1	1,48	1,23	1,302
4	Colocación de parches	0,11	0,11	0,12	0,1	0,11	0,11
5	Uso del rodillo para eliminar el aire	1,2	1,23	1,11	1,05	1,3	1,178
TOTAL							6,20

En la tabla 51 se detallan los tiempos de cada actividad de las etapas de escareado y relleno, después de haber realizado las muestras en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 12 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Cementado y Secado

➤ Propuesta

Los neumáticos que pasarán a la etapa de cementado deben estar libres de alguna cuerda suelta, polvo de raspado, suciedad, aceite, etc. El cementado se tiene que realizar tan pronto como sea posible, más o menos dentro de 15 minutos de haber terminado el escareado y relleno.

Los neumáticos que sean cementadas deben encontrarse libres de polvo o algún contaminante, para ello se recomienda que se cubran, limpien y hasta volverlas a cementar, si es necesario.

El cemento por usar debe cumplir con todos los requisitos y precauciones de seguridad de OSHA.

Tabla 52: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de cemento y secado

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Colocar el neumático en el soporte de cementado	0,21	0,2	0,21	0,19	0,18	0,198
2	Limpiar con cepillo y aire seco el neumático	0,29	0,33	0,39	0,26	0,30	0,314
3	Cementado	2,47	2,67	2,39	2,45	2,54	2,504
4	Secado	5	5	5	5	5	5
5	Revisar que los neumáticos se encuentren libres de polvo	0,33	0,31	0,3	0,32	0,35	0,322
6	Transportar el neumático al monorriel	0,24	0,27	0,28	0,28	0,25	0,264
TOTAL							8,602

En la tabla 52 se detallan los tiempos de cada actividad de las etapas de cementado y secado, después de haber realizado las muestras en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 12 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Por otro lado, cabe mencionar que el tiempo de la actividad 2 fue tomado de referencia de una empresa Isollanta Cía. Ltda que si cuenta con estos cepillos limpiadores.

Relleno

➤ Propuesta

En esta etapa el neumático será relleno con goma cojín extruida con la finalidad de reparar los huecos y averías reparadas en las anteriores etapas.

Si se expone la cuerda del neumático en cualquier porción del área raspada, se la debe cubrir con un material vulcanizante adecuado antes de aplicar el caucho de la banda de rodamiento.

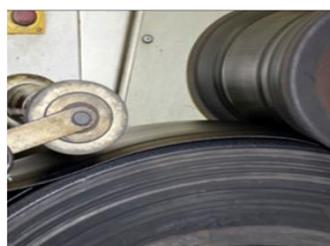
Algunos de los agujeros del neumático deben rellenarse con goma cojín antes de ser empalmada con la banda de rodamiento, para ello se usará una pistola extrusora, que además también eliminará el aire atrapado y reforzado.

Otro punto importante es aplicar cojín de unión, el caucho de la banda de rodamiento debe tener las dimensiones de corona, base y espesor requeridas para el diseño y medida de la matriz o molde en el que se va a vulcanizar los neumáticos, y debe proporcionar un mínimo de 2,5 mm (3/32") de bajo relieve de reemplazo.

**Material de cauch
Aplicación de
extrusora**



**Aplicación de caucho a
la carcasa raspada**



**Aplicación de caucho a
la carcasa raspada**



Figura N° 42: Procedimiento para aplicar el caucho

El caucho de la banda de rodamiento debe estar centrado alrededor del neumático, +/- 3,0 mm (1/8") de la línea central.

Al momento que se coloca el relleno en la cavidad de los hombros con la extrusora preparada a una temperatura de 200°C y 300°C, 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.

Tabla 53: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de rellenado

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Colocar el neumático en el soporte de rellenado	0,22	0,25	0,25	0,21	0,2	0,226
2	Colocar relleno en las cavidades de los hombros	2,34	2,69	2,54	3,14	2,35	2,612
3	Verificar y reparar los huecos y averías reparadas	1,5	1,64	1,52	1,84	2,15	1,73
4	Inspección del neumático	0,89	0,5	0,48	0,47	0,52	0,572
5	Transporte hacia el monorriel	0,23	0,25	0,24	0,2	0,15	0,214
TOTAL							5,354

En la tabla 53 se detallan los tiempos de cada actividad de la etapa rellenado, después de haber realizado las muestras en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 14 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Preparación de las bandas y Embandado

➤ Propuesta

Una vez lista la banda de rodamiento se procede a ensamblar con el neumático, al unir la nueva banda de rodamiento con el neumático se producirá la adherencia natural y la aplicación de presión la cual es llamada estichado. Las uniones deben hacerse de manera que aseguren la mínima deformación del caucho, se tiene que tener cuidado que existan abultamientos considerables o uniones abiertas, además es en esta etapa que se eliminan los excesos de caucho.

Al tratarse de uniones se tiene que tener en cuenta superposición de 3,0 mm a 6,0 mm (1/8" a 1/4"), según la medida del neumático, para tener en cuenta un pequeño aumento del acumulamiento del material, que sirve para aplicar presión al mantener juntas las dos superficies.

Los operarios encargados de la etapa de embandado deben utilizar una unión a tope o una unión en bisel a 45 grados. Si se utiliza una cuchilla caliente para hacer estos cortes, la temperatura de la cuchilla debe ser menor de 121 °C (250 °F) para evitar el quemado, y todos los cortes deben limpiarse con solvente para prevenir la contaminación.

Aplicación de la banda de rodamiento a la carcasa raspada



Corte de los extremos de la banda de rodamiento a la longitud correcta



Aplicación de cemento a los extremos de la banda de rodamiento



Igualación del patrón de la banda de rodamiento en la unión



Engrapado de la unión



Carcasa lista para el autoclave de vulcanización



Figura N° 43: Procedimiento de la etapa de embandado

Tabla 54: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de preparación de bandas y embandado

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Medir las longitudes de la banda	0,31	0,26	0,22	0,25	0,28	0,264
2	Cortar la banda medida	0,11	0,1	0,12	0,11	0,1	0,108
3	Pulir los filos de la banda cortada	0,42	0,51	0,43	0,42	0,57	0,47
4	Cementado de la banda (lado opuesto y filos)	0,62	0,59	0,65	0,62	0,7	0,636
5	Secado de las bandas	5	5	5	5	5	5
6	Colocar plástico protector en la zona cementada	0,16	0,12	0,14	0,13	0,12	0,134
7	Colocar el neumático en la máquina embandadora.	0,25	0,22	0,24	0,21	0,26	0,236
8	Inflado con aire la carcasa (30 PSI)	0,16	0,14	0,16	0,17	0,16	0,158
9	Colocar cojín en hombros del neumático	0,19	0,22	0,25	0,17	0,14	0,194
10	Colocar lámina de cojín en corona del neumático	0,26	0,31	0,24	0,26	0,27	0,268
11	Revisar que el neumático no tenga heridas	0,1	0,11	0,13	0,14	0,12	0,12
12	Planchado de cojín	0,48	0,53	0,52	0,56	0,44	0,506

13	Aplicación de la banda de rodamiento	1,79	2,39	1,96	2,15	2,74	2,206
14	Verificar centrado de la banda	0,43	0,24	0,36	0,41	0,42	0,372
15	Colocar cojín en filos de banda de rodamiento	0,31	0,38	0,29	0,33	0,32	0,326
16	Empatar diseño de la banda	0,17	0,16	0,18	0,2	0,17	0,176
17	Engrapado de la unión	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	0,126
18	Planchado de la banda de rodamiento	0,89	1,13	1,16	0,96	1,2	1,068
19	Colocar plástico de vulcanizado	0,37	0,32	0,34	0,27	0,27	0,314
20	Transporte del neumático hacia la zona de rodillado	0,15	0,2	0,22	0,25	0,16	0,196
TOTAL							12,878

En la tabla 54 se detallan los tiempos de cada actividad de las etapas de preparación de bandas y embandado, después de haber realizado las muestras en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 14 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Rodillado

➤ Propuesta

Los procedimientos que se deben seguir en esta etapa son los siguientes:

Tabla 55: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de rodillado

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Colocar el neumático en la máquina rodilladora	0,22	0,25	0,25	0,21	0,2	0,226
2	Realizar el rodillado del neumático	3,5	3,65	3,56	3,85	3,64	3,64
3	Revisar que todo el aire del neumático haya sido eliminado	2,3	2,1	1,84	1,22	1,53	1,798
TOTAL							5,664

En la tabla 55 se detallan los tiempos de cada actividad de la etapa de rodillado, después de haber realizado las muestras en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 15 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Armado y vulcanizado

➤ Propuesta

Los neumáticos deben mantenerse libres de contaminación y almacenarse de manera que se evite la deformación del caucho sin vulcanizar.

Las cámaras, envelope y demás insumos que se utilizan para proteger al neumático al momento de que ingrese a la autoclave, deben revisarse de que no presenten fugas y para ello se realizaran métodos de prueba como el inflado a la aspiración.



Figura N° 44: Procedimiento de la etapa de vulcanizado



Figura N° 45: Procedimiento para la etapa de vulcanizado

Tabla 56: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de armado y vulcanizado

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Subir el neumático embandada al monorriel	0,14	0,13	0,15	0,15	0,12	0,138
2	Colocar telas de ventilación	0,53	0,55	0,48	0,51	0,46	0,506
3	Colocar envelope en el neumático	0,38	0,42	0,44	0,42	0,37	0,406
4	Colocar tubo y defensa	0,95	0,98	1,12	1,05	0,89	0,998
5	Colocar aro de vulcanización	1,15	1,34	1,52	1,24	1,33	1,316
6	Inflado con aire el tubo (30PSI)	0,21	0,22	0,2	0,21	0,22	0,212
7	Conectar bomba de vacío	0,1	0,11	0,12	0,11	0,1	0,108
8	Inspeccionar vaciado de aire	0,34	0,42	0,33	0,3	0,33	0,344
9	Colocar neumático armado en la autoclave	0,53	0,6	0,52	0,49	0,55	0,538
10	Conectar las cañerías del vacío	0,25	0,22	0,24	0,31	0,22	0,248
11	Revisar correcto cerrado de puerta	0,67	0,74	0,63	0,62	0,69	0,67
12	Vulcanizado	240	240	240	240	240	240
13	Abrir puerta de la autoclave	0,17	0,26	0,2	0,22	0,31	0,232
14	Retirar todas las cañerías colocadas	0,22	0,25	0,26	0,29	0,31	0,266
15	Retornar los neumáticos armados	0,41	0,38	0,4	0,41	0,38	0,396
TOTAL							246,378

En la tabla 56 se detallan los tiempos de cada actividad de las etapas de armado y vulcanizado, después de haber realizado las muestras en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 15 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Descargue y desarmado

➤ Propuesta

Tabla 57: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en las etapas de descargue y desarmado

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Retirar el aro, tubo y defensa	2,56	3,19	3,42	2,85	2,95	2,99
2	Retirar el envelope y tiras de ventilación	0,74	1,12	0,77	0,73	0,94	0,86
3	Retirar plástico de alta temperatura	1,57	1,78	1,62	1,84	1,66	1,69
4	Realizar preinspección	1,75	1,59	1,63	5	1,77	2,35
5	Transportar el neumático a zona de inspección final	0,58	0,62	0,63	0,62	0,63	0,62
TOTAL							8,51

En la tabla 57 se detallan los tiempos de cada actividad de las etapas de descargue y desarmado, después de haber realizado las muestras en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 15 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Pintado

➤ Propuesta

Tabla 58: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de pintado

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Colocar pintura de caucho negro sobre el neumático vulcanizado	3,25	3,45	3,5	3,1	3,15	3,29
2	Secar el neumático	2,14	1,85	2,1	1,98	2,11	2,036
TOTAL							5,33

En la tabla 58 se detallan los tiempos de cada actividad de la etapa de pintado, después de haber realizado las muestras en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 15 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

Inspección final

➤ Propuesta

Cuando se haya terminado el proceso de vulcanización el operario debe realizar una inspección final al neumático preferiblemente mientras todavía este caliente, montada en un abridor de neumáticos (máquina de inspección) bajo una iluminación adecuada (mínima 200 fc/ 2153 lx, recomendada 300 fc /3229 lx) en la superficie de trabajo.

La inspección final también debe realizarse en una máquina de inspección igual a la que de la etapa de inspección inicial.

Se debe revisar el interior del neumático para asegurar que todas las reparaciones se hayan hecho con éxito y también el exterior del neumático para asegurar que se haya moldeado, vulcanizado y recortado correctamente y que cuenten con todo el etiquetado. Los neumáticos reencauchados no deben ponerse en servicio durante 24 horas como mínimo, ya que la adhesión es reducida hasta que el neumático se haya enfriado.

Tabla 59: Tiempo de observaciones de actividades propuestas en la etapa de inspección final

N° Actividad	Descripción	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T. PROM (min)
1	Colocar neumáticos en máquina de inspección	0,23	0,41	0,3	0,22	0,29	0,29
2	Realizar la inspección	5,,34	4,07	4,06	4,73	4,6	4,56
3	Transporte a almacén de producto terminado	0,35	0,34	0,36	0,34	0,38	0,35
4	Colocar el neumático reencauchado en su lugar	0,1	0,12	0,14	0,17	0,15	0,14
TOTAL							5,34

En la tabla 59 se muestran los tiempos de las actividades que se realizan en la etapa de inspección final, el tiempo de la actividad 2 se tomó de referencia de una empresa Isollanta Cía. Ltda, puesto que no cuenta con máquina de inspección de neumáticos, los demás tiempos se tomaron en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. el día 15 de septiembre del 2018 a las 8:30 am.

- **Resumen de los procedimientos de la propuesta**

Para elaborar los procedimientos de cada etapa 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, y el Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group.

PROCEDIMIENTO DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS			
Empresa	Reencauchadora del Norte E.I.R.L.	Referencia	Manual de TRMG, NTE 2582
Objetivo: Brindar a los operarios los procedimientos que les permitan realizar las etapas del proceso de rencauche de neumáticos correctamente evitando la demora en sus tiempos.		DEFINICIONES - Reencauche: Neumático en el cual se ha reemplazado la banda de rodamiento por una nueva, con el objetivo de prolongar su vida útil. - Reparación: Reconstrucción de la carcasa con el objeto de recuperar las características originales del neumático y su capacidad de carga. - Daños y heridas: Son todo los imperfectos que sufren los neumáticos y afectan su funcionamiento. (Desgaste, huecos, roturas, quemaduras, picaduras, etc.).	
Alcance: El procedimiento aplica al proceso de reencauche de neumáticos en frío para camiones pesados,			
Área: Producción			
Elaborado por:	Fecha:	Aprobado por:	Fecha:
Karla Chávez	Septiembre 2018	Torres Monteza Augusto Fidel	Septiembre 2018

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN INICIAL

Etapa	Inspección Inicial	Duración (estándar)	10,41 minutos
Insumos	Tizas, reglas	Herramientas y/ máquinas	Máquina de inspección

1. Realizar una pre - inspección a cada neumático para verificar que no tengan más de 7 años de antigüedad desde su fecha de fabricación y que tampoco tengan más de 4 reencauches.
2. Verificar las condiciones en las que llega el neumático (la cantidad de roturas, perforaciones, agrietamientos, soplos, etc.)
3. Colocar el neumático en la máquina de inspección.
4. Realizar la inspección interior del neumático (marcar con una tiza los daños que existan en el neumático).
Tener en cuenta las siguientes indicaciones para las partes internas:
 - Revisar daños del cuerpo de telas en el área no reparable de la ceja.
 - Verificar si existen cuerdas sueltas en la tela interior o evidencia de haber rodado con presión de inflado insuficiente o sobrecarga.
 - Revisar que los daños no reparables de la capa interna o el área de la ceja en neumáticos identificados como 'sin cámara' sean encontrados.
 - Revisar las uniones de capas internas abiertas que exponen la cuerda.
 - Identificar y analizar las capas internas porosas, contaminadas por degradación química o sueltas.
 - Analizar las reparaciones colocadas previamente que resultaron ser defectuosas y no reparables.
 - Sospecha de daño tipo cremallera que incluye todo signo de debilidad o de daño no reparable.
5. Realizar la inspección exterior del neumático (marcar con una tiza los daños que existan en el neumático).
Tener en cuenta las siguientes indicaciones para las partes externas:
 - Revisar la separación de las telas que no se encuentren más allá de los límites reparables.
 - Revisar la separación de la banda de rodamiento que no pueden eliminarse en el raspado.
 - Verificar si el núcleo de alambres de ceja esta desgarrado, dañado, doblado o expuesto.
 - Observar que no exista una oxidación excesiva (es decir, agrietamiento por exposición a la intemperie) que se extienda hasta los cuerpos de telas o con una profundidad mayor de 1,5 mm (2/32").
 - Verificar la cantidad de neumáticos gastados con exposición de alambres del cinturón en más del 10 % de la circunferencia para que se realice el cambio de cinturón protector o se retire.
 - Detectar todo signo de debilidad o de daño no reparable (por ejemplo, blandura debida a la contaminación por productos químicos/derivados de petróleo, rizos, abultamientos, porosidad, etc.) en el costado, particularmente en su parte superior para repararla.

- Verificar si existen o no sonidos de crujido o chasquido al flexionar.
 - Etiquetado incorrecto.
6. Sondeo del daño, contabilizar y registrar la cantidad de heridas internas y externas del neumático.
 7. Eliminar el material extraño.
 8. Retirar el neumático de la máquina de inspección.

Tabla 60: Especificaciones para la Inspección Inicial

Especificaciones para la Inspección Inicial	
Antigüedad del neumático recibido	7 años
Cantidad máxima de reencauches	4 reencauches
Porcentaje máximo de desgaste del cinturón de las neumáticos	Más de 10 %
Extensión de la oxidación sobre los cuerpos de las telas	1,5 mm

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana de reencauche y el Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group

PROCEDIMIENTO DE RASPADO

Etapa	Raspado	Duración (estándar)	7,37 minutos
Insumos	Tizas, reglas	Herramientas y/ máquinas	Máquina de raspadora

1. Revisar si la iluminación en el área es la adecuada (mínima 200 bujía-pie (fc) / 2153 lux (lx), recomendada 300 fc / 3229 lx)
2. Colocar el neumático en la raspadora.
3. Verificar el perfil simétrico, la textura apropiada y que esté libre de contaminación. La superficie raspada debe estar libre de contaminación y tener una textura equivalente a la N° 3 o N° 4. Raspar la banda de rodamiento antigua 2 mm y eliminar el labrado anterior.
4. Eliminación del daño. Todo daño mayor de 10,0 mm (3/8") en el primer cinturón de trabajo N°2 y N°3 (es decir el cinturón más cercano a la tela radial) requiere una reparación de sección.
5. Relleno del neumático.
6. Transporte del neumático hasta el monorriel.

Tabla 61: Especificaciones para el raspado

Especificaciones para el raspado	
Iluminación	Mínima 200 bujía-pie (fc) / 2153 lux (lx), recomendada 300 fc / 3229 lx
Raspado máximo de neumático	2 mm
Textura	N°3 o N°4
Daños menor	10,0 mm (3/8")

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana de reencauche y el Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group

PROCEDIMIENTO DE ESCAREADO

Etapa	Escareado	Duración (estándar)	6,34 minutos
Insumos	Goma cojín, reglas, parches	Herramientas y/ máquinas	Máquina escareadora

- Colocar el neumático en la montura para neumáticos.
- Utilizar el escareador para reparar las heridas. 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
- Verificar que las perforaciones sean en forma cónica, en el sentido de la perforación, para que no tenga acabado en puntas o filos que impidan el pegue del caucho.
- Colocación de parches.
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.
- Uso de rodillo para eliminar el aire.

Tabla 62: Especificaciones para el escareado

Especificaciones para el escareado	
Medida mínima para colocar parches	8 mm
Desgaste del neumático a reparar	0,8 mm - 2 mm
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 y el Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group

PROCEDIMIENTO DE CEMENTADO Y SECADO

Etapa	Cementado y secado	Duración (estándar)	9,33 minutos
Insumos	Cemento, goma cojín	Herramientas y/ máquinas	Extrusora, brocha manual

1. Colocar el neumático en el soporte del cementado.
2. Limpiar con cepillo y aire seco el neumático.
3. Cementado, se realiza con el uso de la brocha de manera que cubra 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.
4. Secado
5. Revisar que los neumáticos se encuentren libres de polvo o algún contaminante, para ello se recomienda que se cubran, limpien y hasta volverlas a cementar, si es necesario.
6. Transportar el neumático al monorriel.

PROCEDIMIENTO DE RELLENO

Etapa	Relleno	Duración (estándar)	5,82 minutos
Insumos	Goma cojín	Herramientas y/ máquinas	Extrusora, brocha manual

1. Colocar el neumático en el soporte de rellenado.
2. Colocar relleno en las cavidades de los hombros, con la extrusora preparada a una temperatura de 200°C y 300°C, 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.
3. Verificar y reparar los huecos y averías reparadas.
4. Inspección del neumático
5. Transporte hacia el monorriel.

Tabla 63: Especificaciones para el relleno

Especificaciones para el relleno

Presión de la extrusora	200°C - 300°C
----------------------------	---------------

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana de reencauche y el Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana de reencauche y el Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group

PROCEDIMIENTO DE RODILLADO

Etapa	Rodillado	Duración (estándar)	6,16 minutos
Insumos	Piedras de rectificar	Herramientas y/ máquinas	Rodillo

1. Colocar el neumático en la máquina rodilladora.
2. Realizar el rodillado del neumático a 80 PSI, con el objetivo que elimine todo el aire que pueda contener.
3. Revisar que todo el aire del neumático haya sido eliminado.

Tabla 65: Especificaciones para el rodillado

Especificaciones para el rodillado	
Presión de la máquina rodilladora	80 PSI

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana de reencauche y el Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group

PROCEDIMIENTO DE ARMADO

Etapa	Armado	Duración (estándar)	3,8 minutos
Insumos	Envelope interno, cámara (envelope externo), telas de ventilación, cinta scotch, aros de vulcanización y pestañas, fierro	Herramientas y/ máquinas	-

1. Subir el neumático al monorriel.
2. Colocar telas de ventilación.
3. Colocar envelope limpios (interno y externo) en el neumático.
4. Colocar tuvo y defensa (pestañas).
5. Colocar aro de vulcanización.
6. Inflado con aire el tubo (30 PSI)
7. Conectar bomba al vacío.
8. Inspeccionar vaciado de aire.

Tabla 66: Especificaciones para el armado

Especificaciones para el armado	
Inflado con aire el neumático	30 PSI

PROCEDIMIENTO DE VULCANIZADO

Etapa	Vulcanizado	Duración (estándar)	253,37 minutos
Insumos		Herramientas y/ máquinas	Autoclave

1. Programación del autoclave industrial.
 Presión de la autoclave: 80 PSI
 Temperatura del autoclave: 100°C
 Tiempo de vulcanizado: 4 horas
 Capacidad del autoclave: 8 neumáticos.
2. Colocar neumático armado en el autoclave.
3. Conectar las cañerías del vacío a cada una de las válvulas.
4. Revisar el correcto cerrado de puerta, para facilitar un buen reencauche de los neumáticos.
5. Vulcanizado
 Durante el tiempo de vulcanizado se debe controlar los parámetros de presión, temperatura y tiempo. Si el autoclave llega a tener algún problema durante el tiempo del proceso se puede cancelar el vulcanizado, reparar e iniciar nuevamente. Revisar el funcionamiento del autoclave y las fugas existentes.
6. Abrir puerta del autoclave, antes de realizar esta actividad se debe verificar que la presión interna del autoclave sea 0 PSI.
7. Retirar todas las cañerías colocadas.
8. Retornar los neumáticos armados.

Tabla 67: Especificaciones para el armado

Especificaciones para el vulcanizado	
Presión del autoclave	80 PSI
Temperatura	100 ° C
Tiempo de vulcanizado	4 horas
Capacidad del autoclave	8 neumáticos
Presión interna del autoclave antes de retirar los neumáticos	0 PSI

PROCEDIMIENTO DE DESCARGUE Y DESARMADO

Etapa	Descargue y desarmado	Duración (estándar)	7,75 minutos
Insumos	Fierro	Herramientas y/ máquinas	-
<ol style="list-style-type: none">1. Retirar el aro, tubo y defensa usando un fierro de 1,5 metros.2. Retirar el envelope y tiras de ventilación.3. Retirar plástico de alta temperatura.4. Realizar pre-inspección que verifique si los daños que tenía el neumático al inicio del proceso fueron reparados.5. Transportar el neumático a zona de inspección final con ayuda del monorriel.			

PROCEDIMIENTO DE PINTADO

Etapa	Descargue y desarmado	Duración (estándar)	5,79 minutos
Insumos	Brocha, pintura	Herramientas y/ máquinas	Ventiladores
<ol style="list-style-type: none">1. Colocar pintura de caucho negro sobre el neumático vulcanizado.2. Secar el neumático.			

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN FINAL

Etapa	Descargue y desarmado	Duración (estándar)	7,75 minutos
Insumos	Fierro	Herramientas y/ máquinas	
<ol style="list-style-type: none">1. Retirar el aro, tubo y defensa2. Retirar el envelope y tiras de ventilación.3. Retirar plástico de alta temperatura4. Realizar pre-inspección5. Transportar el neumático a zona de inspección final.			

3.3.3. Propuesta de capacitación, inducción y charlas motivacionales

Tras la implementación de mejoras en el área de producción de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. es necesario realizar capacitaciones a sus operarios sobre los nuevos cambios que existirá en la empresa y que beneficiarán a todos los involucrados. La capacitación será sobre los nuevos procedimientos que se deben seguir por cada etapa del proceso, además de hablarles sobre la importancia de las 5 S's, la nueva distribución del área de producción y la instalación de nuevos equipos que ayudarán en la reducción de tiempos ociosos.

La capacitación será realizada por el gerente general con ayuda de un ingeniero industrial quien dará a conocer toda la parte técnica después de haber concluido todas las mejoras en la empresa.

Esta capacitación contará con tres fases: la primera tiene la finalidad de informar y darles todos los materiales posibles para que logren cumplir con lo esperado, la segunda etapa consistirá en mostrarle al operario como debe realizarse las funciones aplicando la enseñanza de trabajo aprende por medio del ejemplo y por último en la tercera fase se realizará un seguimiento, a cada operario, del trabajo que ejerzan.

Primera fase

Se les informará a los operarios sobre los nuevos procedimientos de trabajo por cada etapa del proceso productivo, se les explicará de manera general estos cambios y se les brindará la información detallada por escrito para su comprensión y lectura de procesos y diagramas.

Segunda fase

Se le mostrará a cada operario la manera en la que se deben realizar las funciones, teniendo en cuenta el nuevo método de trabajo, los nuevos equipos instalados y parámetros implementados.

Tercera fase

Se dejará al operario que inicie con la aplicación de lo antes enseñado, pero tendrá un supervisor que le ayude y guíe cuando sea necesario, esto con la finalidad de asegurarse que el operario haya entendido bien lo enseñado.

Tabla 68: Capacitación de los operarios

FASE	TEMA	DURACIÓN	RESPONSABLE
Primera	<ul style="list-style-type: none"> - Nuevos métodos de trabajo (procedimientos) - 5S's - Instalación de nuevos equipos de trabajo (monovías y monorraíles) - Nueva distribución del área de producción 	3 semanas (3 sesiones por semana)	Gerente General – Ingeniero Industrial
Segunda	Mostrar cómo deben realizarse las funciones	1 semana (3 sesiones)	Ingeniero industrial supervisor
Tercera	Control y seguimiento	1 semana (todos los días laborales)	Ingeniero Industrial supervisor

En la tabla 68 se observa la programación de las capacitaciones que se realizarán a los operarios, teniendo en cuenta las fases antes mencionadas.

3.3.4. Propuesta de implementación de las 5S's

Para la evaluación del nivel de 5S, se desarrolló un cuestionario de auditoría 5S que fue utilizada por D. Rodríguez, donde para cada pilar se desarrollaban 5 preguntas, las cuales eran ponderadas en una escala de 0 a 4 donde 0 representa muy malo, 1 representa malo, 2 representa promedio, 3 representa bueno y 4 representa muy bueno.

En la tabla 69 se pueden observar los datos obtenidos para el área de producción de la empresa, y en la siguiente tabla encontramos la tabulación de los mismos en porcentaje.

Tabla 69: Inspección inicial de las 5S's

INSPECCIÓN INICIAL DE 5 S's EN LA EMPRESA REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L.				
Fecha de evaluación 14/05/2018		Puntaje T:13	Evaluador: Chávez Chiroque Karla	Puntaje
5S's	#	Artículo chequeado	Descripción	
Clasificación	1	Materiales o partes	¿Material/partes en exceso de inventario o en proceso?	1
	2	Maquinaria u otro equipo	¿Existencia innecesaria alrededor?	3
	3	Herramientas	¿Existencia innecesaria alrededor?	2
	4	Control visual	¿Existencia o no control visual?	1
	5	Estándares escritos	¿Tienen establecidos estándares de limpieza?	0
Sub total				7
Orden	6	Indicador de lugar	¿Existen áreas de almacenaje marcadas?	1
	7	Indicadores de artículos	¿Demarcación de los artículos y lugares?	1
	8	Indicadores de cantidad	¿Están definidos máximos y mínimos de productos?	2
	9	Vías de acceso y almacenamiento	¿Están identificados líneas de acceso y del almacén?	1
	10	Herramientas	¿Poseen lugar claramente identificados?	2
Sub total				7
Limpieza	11	Pisos	¿Pisos libres de basura, aceite, grasa?	1
	12	Máquinas	¿Están las máquinas libres de objetos y aceite?	1
	13	Limpieza e inspección	¿Se realiza inspección de equipos junto con mantenimiento?	1
	14	Responsable de limpieza	¿Existe personal responsable de verificar la limpieza?	1
	15	Habito de limpieza	¿Operador limpia pisos y máquina regularmente?	1
Sub total				5
Estandarización	16	Notas de mejoramiento	¿Se generan regularmente?	1
	17	Ideas de mejoramiento	¿Se han implementado ideas de mejora?	1
	18	Procedimientos claves	¿Usan procedimientos escritos, claros y actuales?	1
	19	Plan de mejoramiento	¿Tienen un plan futuro de mejoramiento para el área?	2
	20	Compromiso	¿Los trabajadores están comprometidos con el mejoramiento?	2
Sub total				7
Disciplina	21	Entrenamiento	¿Son conocidos los procedimientos estándares?	0
	22	Herramientas y partes	¿Las herramientas son almacenadas correctamente?	1

23	Control de inventario	¿Has iniciado control de inventario?	1
24	Procedimiento de inventario	¿Están al día y son revisados regularmente?	1
25	Descripción del cargo	¿Están al día y son revisados regularmente?	1
Sub total			4
TOTAL			30
0= Muy mal 1=Mal 2=Promedio 3=Bueno 4=Muy bueno			

Tabla 70: Resultados de la inspección inicial 5 S's

Pilar	Calificación	Máximo	%
Clasificación	7	20	35%
Orden	7	20	35%
Limpieza	5	20	25%
Estandarización	7	20	35%
Disciplina	4	20	20%
Total	30	100	30%

Como se puede observar el nivel de 5 S en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. es demasiado bajo, con un puntaje de 30 sobre 100 puntos. El pilar con menor calificación fue el de disciplina que tuvo 4 puntos (20%), le sigue limpieza con 5 puntos (25%) y por último tenemos los tres pilares que obtuvieron el mismo puntaje de 7 (35%).

Las deficiencias de los 5 pilares fueron notorias, según refleja el puntaje de cada uno.

Las razones por la cual el pilar disciplina tuvo el menor puntaje fueron la falta de conocimientos de los procedimientos estándares sobre las 5 S's, la ausencia de un almacenamiento de herramientas, de un control de inventario que al no tenerlo no se realizaban revisiones para ver su progreso.

Por otro lado, en el pilar de limpieza se evaluó si el ambiente de trabajo en la empresa es adecuado, teniendo en cuenta si los pisos están libres de basura, aceite o grasa, las máquinas estén libres de objetos y aceites, si se realiza inspección de equipos con su respectivo mantenimiento y finalmente si se cuenta con un responsable de limpieza y que éste realice correctamente su trabajo, el resultado fue deficiente.

La clasificación tuvo en consideración si se tiene exceso de inventario, existencia innecesaria de maquinaria y herramientas, existencia o no de control visual y si se tiene establecido estándares de limpieza y tuvo un resultado deficiente.

El orden, al igual que los demás pilares no tuvo un resultado ideal, debido a que no existen áreas de almacenaje marcadas, indicadores de artículos y cantidad no definidos, vías de acceso y almacenamiento no identificadas y ausencia de un lugar para colocar las herramientas.

Finalmente, en el pilar de estandarización se evaluó las notas, ideas y planes de mejoramiento, procedimientos claves y un compromiso por parte de los trabajadores, los cuales resultaron deficientes.

Propuesta de implementación de los pilares de 5S's

Clasificación:

Para el primer pilar de las 5S, la estrategia de las tarjetas rojas es la que se utilizará, a través de esta herramienta se busca etiquetar cualquier elemento innecesario que obstruya los procedimientos de un área de trabajo. El formato que se empleará es sencillo para facilitar el llenado y colocación destinando un espacio para colocar la disposición posible del artículo, que puede ser: la transferencia de elementos u objetos que puedan servir en otra área; eliminar los elementos u objetos que no pertenecen al área y no sirven; por inspeccionar si se trata de objetos que requieren de una revisión más detallada o no sabemos si pueda servir a alguien.

Como se observa en las figuras 26, 27, 28, 29, 30 y 31 (*ver pág.112*) es necesario la aplicación de las 5 S's y para empezar se deberá utilizar las tarjetas rojas con la finalidad de identificar, clasificar y separar los objetos necesarios de los innecesarios de manera que exista una mejora cada un área de la empresa.

El uso de las tarjetas rojas tiene el siguiente procedimiento para su aplicación. El mejor modo de poner en práctica el programa de tarjetas rojas es completarlo en el área rápidamente, si es posible en uno o dos días. Por esta razón se determinó 45 minutos por día para terminar de colocar las tarjetas.

El primer paso es separar los elementos necesarios de los innecesarios y simultáneamente adherir las tarjetas rojas.

El siguiente paso fue transportar y apilar los elementos innecesarios. Los objetos que no pueden ser movidos al área designada solo se les adherían la tarjeta.

TARJETA ROJA							
FECHA:	_____ NÚMERO: _____						
ÁREA:	_____						
NOMBRE DEL ELEMENTO:	_____						
CANTIDAD:	_____						
DISPOSICIÓN							
	<table border="1"> <tr> <td>TRANSFERIR</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ELIMINAR</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>INSPECCIONAR</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	TRANSFERIR	<input type="checkbox"/>	ELIMINAR	<input type="checkbox"/>	INSPECCIONAR	<input type="checkbox"/>
TRANSFERIR	<input type="checkbox"/>						
ELIMINAR	<input type="checkbox"/>						
INSPECCIONAR	<input type="checkbox"/>						
COMENTARIO	_____ _____ _____						

Figura N° 46: Formato de tarjetas rojas

TARJETA ROJA							
FECHA:	_____ NÚMERO: <u>1</u>						
ÁREA:	<u>ALMACÉN DE P.T.</u>						
NOMBRE DEL ELEMENTO:	<u>SILLA DE PLÁSTICO</u>						
CANTIDAD:	<u>1</u>						
DISPOSICIÓN							
	<table border="1"> <tr> <td>TRANSFERIR</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ELIMINAR</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>INSPECCIONAR</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	TRANSFERIR	<input checked="" type="checkbox"/>	ELIMINAR	<input type="checkbox"/>	INSPECCIONAR	<input type="checkbox"/>
TRANSFERIR	<input checked="" type="checkbox"/>						
ELIMINAR	<input type="checkbox"/>						
INSPECCIONAR	<input type="checkbox"/>						
COMENTARIO	<u>El objeto que se aprecia en la imagen (silla de plástico blanca) se encuentra ubicado en el área inadecuada. causando desorden en el almacén de producto terminado.</u>						

Figura N° 47: Tarjeta roja para el área de almacén de producto terminado

Como se muestra en la tarjeta roja se describe el nombre del elemento que se desea transferir, eliminar o inspeccionar; en este caso, como se aprecia en la figura 46, se trata de la silla de plástico la cual se encuentra en el lugar incorrecto, provocando desorden en el almacén.



Figura N° 48: Tarjeta roja sobre el objeto innecesario que se desea transferir a otro lugar

En la figura 48 se muestra la tarjeta roja colocada sobre el objeto innecesario en el almacén de producto terminado. Esta muestra se realizó con el objetivo de mostrar cómo debe realizarse este procedimiento.

La tabla 71 se muestra el listado de todos los elementos necesarios e innecesarios a los cuales se les debe colocar la tarjeta roja.

Tabla 71: Tarjetas rojas colocadas

N°	ELEMENTO	CANTIDAD	COMENTARIOS
1	Neumáticos por reencauchar	20	Ordenado (en cada etapa del proceso productivo)
2	Neumáticos	120	Transferir
3	Escalera	4	Transferir
4	Tanques de plástico	7	Eliminar
5	Barril	3	Eliminar
6	Calaminas		Eliminar
7	Bandas de rodamientos dañadas		Eliminar
8	Recortes de bandas		Eliminar
9	Botellas de plástico	6	Eliminar
10	Escoba	2	Transferir
11	Aros	30	Transferir
12	Basura		Eliminar
13	Tablas de madera	4	Inspeccionar
14	Fierros	5	Eliminar
15	Raspadora	1	Ordenado
16	Balde de plástico	6	Transferir
17	Mesa de trabajo	2	Ordenado
18	Estantes de metal	1	Ordenado
19	Soportes de neumáticos	3	Ordenado
20	Rodillo	1	Ordenado
21	Envelope	30	Transferir
22	Cámaras	30	Transferir
23	Pulidor	3	Ordenado
24	Jarra de plástico	1	Eliminar
25	Bidón de agua	1	Transferir
26	Brochas	2	Transferir
27	Pintura		Transferir
28	Cemento		Transferir
29	Bandas de rodamiento nuevas		Transferir
30	Extrusora	1	Transferir
31	Tela de ventilación		Transferir

32	Moto lineal	1	Eliminar
33	Escareadora	2	Ordenado
34	Mini escalera	1	Inspeccionar
35	Autoclave	2	Ordenado
36	Compresor	1	Ordenado
37	Caldero	1	Ordenado
38	Pistola de aire	1	Ordenado
39	Martillo	1	Transferir
40	Silla de plástico	1	Transferir
41	Cajas de cartón	3	Eliminar
42	Balón de aire comprimido	1	Inspeccionar
43	Tijeras	2	Transferir
44	Cuchillas		Ordenado
45	Goma cojín		Ordenado
46	Balón de gas	1	Ordenado
47	Camión	1	Eliminar

En la tabla 72 se muestra el cuadro resumen de las tarjetas rojas, de las cuales 17 fueron transferidos a sus respectivas áreas a las que pertenecen (36%), 15 resultaron ordenados al tratarse de maquinaria pesada (32%), 12 fueron eliminadas al tratarse de elementos desechables (26%) y finalmente 3 de los objetos deberán ser inspeccionados para ver en qué condiciones se encuentran y decidir si serán eliminados o transferidos.

Tabla 72: Resumen de tarjetas rojas

Cuadro resumen	Cantidad	Porcentaje
Transferir	17	36%
Ordenados	15	32%
Eliminar	12	26%
Inspeccionar	3	6%
TOTAL	47	100%

Orden

Luego que se implementen las tarjetas rojas, las áreas presentarán una panorámica más amplia, por eso se procede a colocar todas las cosas en orden, para ello se debe elaborar una lista de

todas las secciones o áreas de trabajo que necesitan ser definidas y conocidas por los colaboradores.

Además, se programará el cambio de ubicación de diversas herramientas que se encuentren fuera del lugar que les corresponde. Se tiene que elaborar letreros de identificación de las áreas.

Se debe saber que la empresa no cuenta con estantes en donde colocar las materias primas, insumos y equipos que se usarán en el proceso de reencauche, por tal motivo es necesaria la compra de 5 estantes industriales para tener orden en el área de producto terminado.



Figura N° 49: Estantes industriales para el almacén de producto terminado

- **Criterios de Selección**

Para poder determinar los criterios de selección de los estantes industriales se debe tener en cuenta la etapa que será mejorada, el tiempo que se reducirá, especificaciones técnicas y el factor económico, las cuales se adaptan a las comodidades de la empresa.

- Marca: RACTEM
- Empresa: Ractem RACKING SYSTEM empresa internacional especializada en la venta online de estanterías y equipamiento industrial.
- Garantía: 5 años

- Material de fabricación: Acero suave
- Costo de inversión: el precio de la estantería es de 522,60 soles
- Plazos de entrega: 3 a 5 días
- Envío gratis desde España

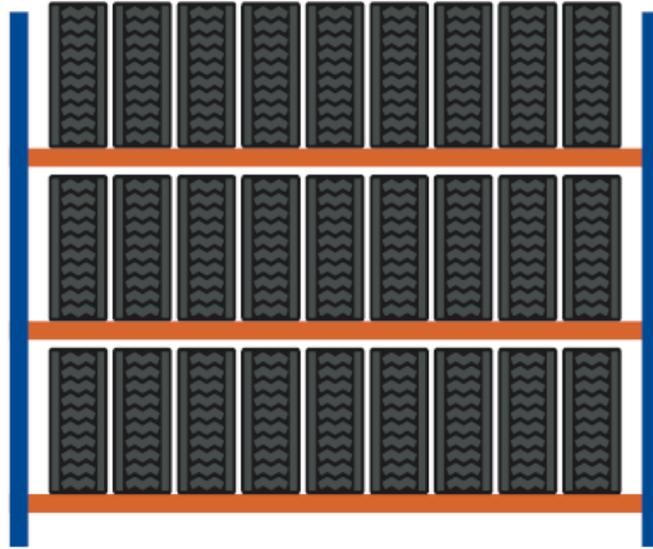


Figura N° 50: Cantidad de neumáticos en una estantería

Tabla 73: Ficha técnica de los estantes industriales

Características generales	
Alto estantería (mm)	2438
Ancho estantería (mm)	2146
Diámetro del neumático (mm)	1200
N° de niveles	3
N° neumáticos por nivel	9
N° neumáticos por módulo	27

Fuente: Ractem Racking System

Para el traslado de los neumáticos del área de producción hacia el almacén es necesario usar un carrito porta neumáticos como se muestra en la figura 50, de manera que facilite el transporte evitando que los trabajadores realicen demasiado esfuerzo.



Figura N° 51: Carro porta-neumático

- **Criterios de Selección**

Para poder determinar los criterios de selección de los carros porta - neumáticos se debe tener en cuenta la etapa que será mejorada, el tiempo que se reducirá, especificaciones técnicas y el factor económico, las cuales se adapten a las comodidades de la empresa.

- Modelo: MSTC
- Empresa: MARTINS INDUSTRIES de EE.UU
- Material de fabricación: Acero
- Ruedas: caucho sólidas
- Cuenta con dos manijas ergonómicas
- Capacidad: 8 neumáticos, de 737 mm de diámetro, que equivale a 200 kg
- Costo de inversión: el precio de la estantería es de 999,71 soles
- Plazos de entrega: 1 a 4 días
- Envío gratis desde EE.UU

Tabla 74: Ficha técnica de los estantes industriales

Características generales	
Largo	660 mm
Ancho	825 mm
Altura	1500 mm
Medida máxima del neumático	737 mm
Capacidad de carga	200 kg
Peso	19,5 kg
Color	Negro y naranja

Fuente: Martins Industries

Para el almacén de materia prima e insumos y además para la etapa de armado es necesario colocar los insumos en su sitio por lo que se hará uso de estantes como se muestra en la figura 52.



Figura N° 52: Estantes industriales para el almacén de materia prima e insumos y para la etapa de armado

- **Criterios de Selección**

Para poder determinar los criterios de selección de los estantes industriales se debe tener en cuenta la etapa que será mejorada, el tiempo que se reducirá, especificaciones técnicas y el factor económico, las cuales se adapten a las comodidades de la empresa.

- Marca: RACTEM
- Empresa: Ractem RACKING SYSTEM empresa internacional especializada en la venta online de estanterías y equipamiento industrial.
- Garantía: 5 años
- Material de fabricación: Acero suave y melamina
- Costo de inversión: el precio de la estantería es de 458,18 soles
- Plazos de entrega: 3 a 5 días
- Envío gratis desde España

Tabla 75: Ficha técnica de los estantes industriales

Características generales	
Alto estantería (mm)	2438
Ancho estantería (mm)	1230
Largo (mm)	467
N° de niveles	4
Carga por cada balda (kg)	275
Espesor de cada balda (mm)	16
Acabado	Pintura epoxi

Fuente: Ractem Racking System

En la figura 53 se muestra el área de almacén de materias primas e insumos, como se aprecia se han distribuido los estantes para colocar los insumos logrando un orden dentro del área de trabajo, así mismo cada estante cuenta con cartel que indica el nombre de los insumos que deberán ser colocados. Se recomienda a la empresa adquirir más estantes de materias primas e insumos como también de producto terminado. Se consideró que el almacén tenga un área de 60 m².

En las figuras 54 y 55 se observa el almacén de producto terminado en donde se han colocado los estantes para neumáticos de manera que se vea orden. Según la propuesta solo se han considerado 5 estantes. Se consideró que el almacén tenga un área de 60 m².

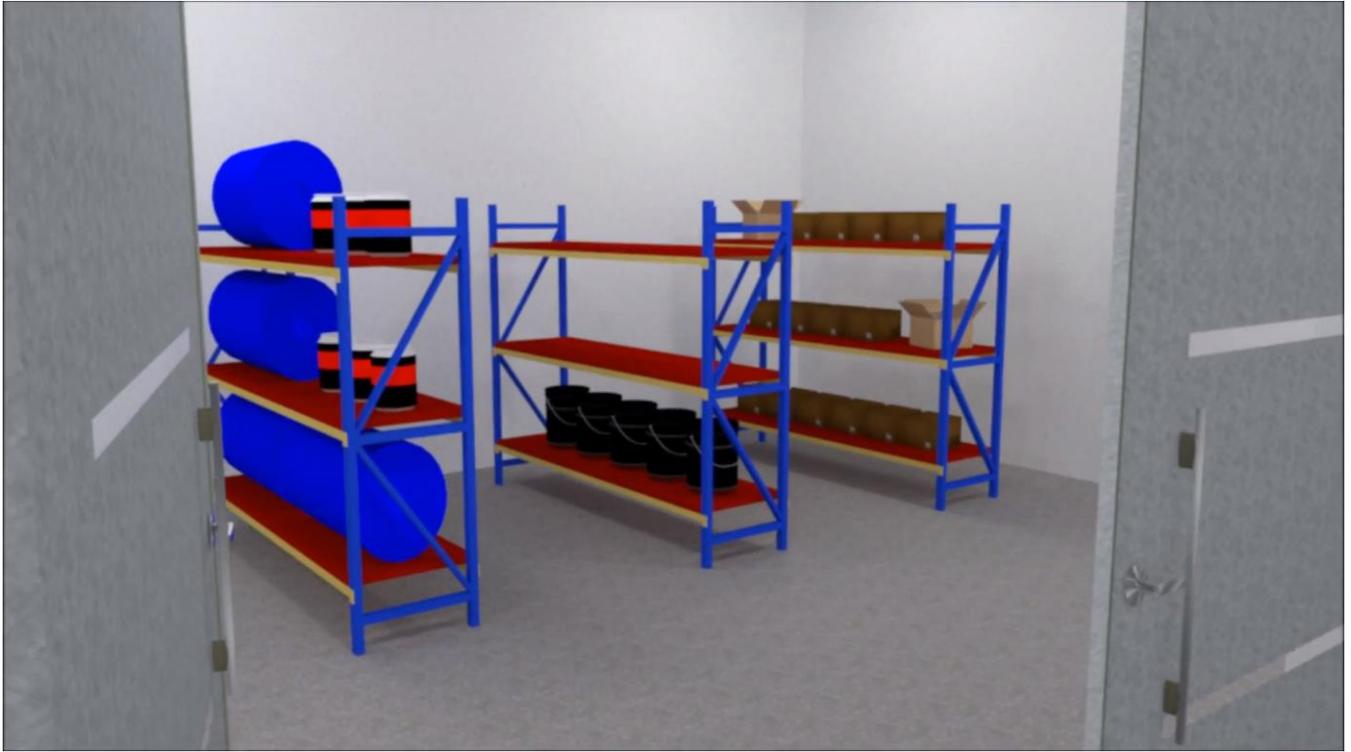


Figura N° 53: Almacén de materias primas e insumos



Figura N° 54: Almacén de producto terminado vista 1



Figura N° 55: Almacén de producto terminado vista 2

Finalmente se implementó la estrategia de pintura, que generalmente se puso en práctica en suelos, pasillos y paredes, de manera que se puedan diferenciar las áreas de paso de las áreas de trabajo.

En la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L. se realizará el pintado de pisos y pasillos, según lo comunicó el dueño.

La implementación de este segundo pilar de las 5S's ayudará a crear un ambiente de trabajo diferente, los colaboradores se sentirán motivados trabajando en un área en la cual se note una gran mejora.

Limpieza

En este pilar no solo se busca tener un ambiente, equipos o máquinas limpias, sino que también se desea realizar inspección de éstos con la finalidad de revisar si su funcionamiento es correcto, de manera que se eviten averías y daños futuros. Al iniciar la implementación de este pilar es muy importante realizar una minga de limpieza, la cual se puede desarrollar en un día de trabajo ordinario y durante un tiempo preestablecido.

Una vez que el lugar se encuentre limpio, lo importante es mantenerlo siempre así, por tal motivo se dividió el área de producción en 4 secciones, las cuales contaban con responsables de limpieza.

En el caso de limpieza en la empresa Reencauchadora del Norte es de suma urgencia e importancia para el cuidado de la salud de los colaboradores que están expuestos a distintas enfermedades. Se recomienda que el dueño contrate a una persona encargada de la limpieza, la cual mantenga el área de trabajo agradable para el trabajo y que además motive a los demás para realizarla siempre. Como instrumento para asegurar esta actividad, se usará un Mapa 5S's,

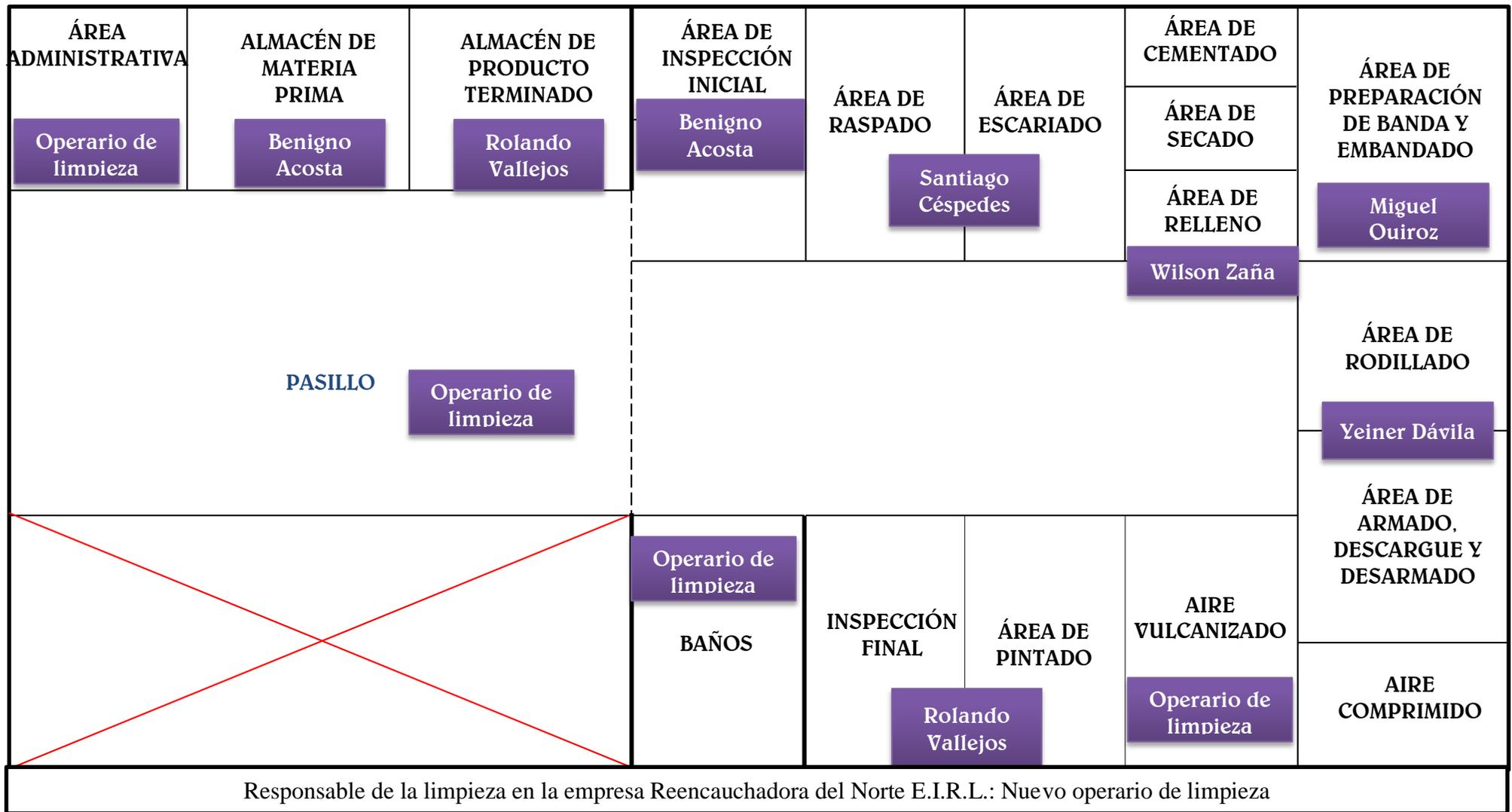


Figura N° 56: Mapa 5S 's para limpieza

Estandarización

Para formar un ambiente de mejora continua en la empresa es necesario hacer que los colaboradores se sientan escuchados, de manera que ellos manifiesten sus acuerdos y desacuerdos con su trabajo, o con la empresa en general, debido a esto se programarán reuniones mensuales que tengan como cabeza al jefe de planta y a un ingeniero industrial especialista en las 5S's.

Parte de la mejora es la asignación de personas responsables de la limpieza, la estandarización de los procesos y el compromiso de todos los trabajadores.

Disciplina

Este último pilar es más difícil de medir por no poder apreciar con facilidad los resultados a diferencia de los demás pilares. La disciplina está relacionada directamente con la cultura de las personas, es por eso que solo la conducta demuestra la mejora, sin embargo, es posible crear condiciones que motiven la práctica de este pilar. Conseguir la colaboración y que se cree una cultura de buenos hábitos requiere tiempo, sin embargo, para mantener la motivación y el entusiasmo de la implementación se deben promover talleres de refuerzo en donde los mismos colaboradores sean los que expliquen a sus demás compañeros cada uno de los pilares de las 5S's.

3.3.5. Propuesta de redistribución

Problema:

Mala distribución de las etapas del proceso productivos, el área de almacén de materia prima y producto terminado no se encuentran bien definidas por lo que provoca un desorden al ubicarlas en cualquier parte del lugar de trabajo.

Propuesta:

El sistema de producción de la empresa es intermitente, es decir opera produciendo por lotes, según el flujo. Por este motivo se infiere que la distribución más adecuada es la distribución de planta intermitente o por función.

Para calcular los requerimientos de espacio de cada área se utilizó el método de Guerchet, mediante la determinación de los elementos estáticos y móviles y el cálculo de la superficie estática, de gravitación y evolutiva.

Las áreas establecidas para el buen funcionamiento de la planta son:

- Área de producción

En esta área se llevará a cabo el proceso productivo. Se debe tener en cuenta la distribución de la maquinaria para optimizar el espacio usado.

Tabla 76: Método de Güerchet para el área de producción

TIPO	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	St unitaria (m2)	St total (m2)
ESTÁTICO	Inspeccionadora	1,2	0,96	1,1	2	1	1,152	1,152	1,343	3,647	7,29356
	Raspadora	0,9	1,04	1,5	1	1	0,936	0,936	1,091	2,963	2,96301
	SopORTE de cementado, relleno y secado	1,5	1,23	0,65	2	4	1,845	7,38	5,376	14,601	29,2027
	Mesa de madera	0,25	3,2	0,68	2	1	0,8	0,8	0,932	2,532	5,06497
	SopORTE de neumáticos (para el escareado)	1,2	1,23	0,65	2	4	1,476	5,904	4,301	11,681	23,3622
	Rodilladora	1,1	1,25	1,45	1	1	1,375	1,375	1,603	4,353	4,35271
	Estantes industriales	0,467	1,23	2,438	1	2	0,574	1,149	1,004	2,728	2,72753
	Estantes para bandas de rodamientos	0,75	3,3	1,4	1	1	2,475	2,475	2,885	7,835	7,83488
	Caldera de vapor	1,8	1,1	1,9	1	2	1,98	3,96	3,462	9,402	9,40185
	Compresora	15	1,7	2,15	1	1	25,5	25,5	29,72	80,723	80,723
	Autoclave 1	3,5	1,6	2,3	2	1	5,6	5,6	6,527	17,727	35,4548
	Autoclave 2	2,2	1,6	2,3	2	1	3,52	3,52	4,103	11,143	22,2859
	Tanque de gas	0,7	0,7	0,85	1	1	0,49	0,49	0,571	1,551	1,55115
MÓVIL	Personal			1,65	6		0,5			0,500	3
	Pulidor manual (escareado)	0,35	0,35	0,45	3	4	0,123	0,49	0,357	0,969	2,9084
TOTAL											238,127

Siendo k igual a 0,5828 se obtuvo un área calculada de 238,127 m².

- Almacén de materias primas e insumos

Mediante dichos cálculos, podemos aplicar Guerchet al almacén. Vale recalcar que para el cálculo de áreas en almacenes, no se considera la superficie gravitacional, debido a que no habrá operaciones de maquinaria ni equipos.

Tabla 77: Método de Güerchet para el área de almacén de materias primas e insumos

TIPO	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	St unitaria (m2)	St total (m2)
ESTÁTICO	Estantes para materias primas e insumos	0,467	1,23	2,438	3	2	0,574		0,351	0,925	2,77554
	Parihuela	1,2	1	0,115	3	4	1,2		0,733	1,933	5,79837
MÓVIL	Carro porta neumático	0,66	0,825	1,5	1	4	0,545		0,333	0,877	0,877
	Personal			1,65	1		0,5			0,500	0,5
TOTAL											9,95091

Siendo k igual a 0,61065 se obtuvo un área calculada de 9,95091 m².

- Almacén de producto terminado

De igual manera que para el almacén de materias primas e insumos, para el cálculo de St Total no se consideró la superficie gravitacional.

Tabla 78: Método de Güerchet para el área de almacén de producto terminado

TIPO	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	St unitaria (m2)	St total (m2)
ESTÁTICO	Estantes para neumáticos	1,2	2,146	2,438	5	2	2,575	0	1,079	3,654	18,271
MÓVIL	Carro porta neumático	0,66	0,825	1,5	1	4	0,545	0	0,228	0,773	0,77264
	Personal			1,65	1		0,5			0,500	0,5
TOTAL											19,5436

Siendo k igual a 0,4189 se obtuvo un área calculada de 19,5436 m².

- Oficina de secretaría

La oficina de secretaría se encuentra cerca de la entrada para facilitar la atención a los clientes.

Tabla 79: Método de Güerchet para la oficina de secretaría

TIPO	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	St unitaria (m2)	St total (m2)
ESTÁTICO	Escritorio	1,2	1	0,73	1	1	1,2	1,2	1,748	4,148	4,148
	Estante	0,9	0,39	1,8	1	1	0,351	0,351	0,511	1,213	1,213
	Sillas	0,68	0,61	1,2	1	1	0,415	0,415	0,604	1,434	1,434
	Sillas visitantes	0,44	0,425	0,8	2	1	0,187	0,187	0,272	0,646	1,293
MÓVIL	Personal			1,65	1		0,5			0,500	0,5
TOTAL											8,589

Siendo k igual a 0,728 se obtuvo un área calculada de 8,589 m². Sin embargo, el Reglamento Nacional de Edificaciones exige que para las oficinas administrativas, se debe asignar un mínimo de 10 m² por persona, por tal motivo no se considerará el valor calculado sino más bien el valor exigido por la normativa.

- Servicios Higiénicos para el personal administrativo (secretaria)

Tabla 80: Método de Güerchet para los servicios higiénicos del personal administrativo

TIPO	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	St unitaria (m2)	St total (m2)
ESTÁTICO	Lavatorios	0,455	0,455	0,935	1	1	0,207	0,207	0,487	0,901	0,901
	Inodoros	0,6985	0,4984	0,7175	1	1	0,348	0,348	0,820	1,516	1,516
	Papeleras	0,34	0,29	0,45	1	1	0,099	0,099	0,232	0,429	0,429
MÓVIL	Personal			1,65	1		0,5			0,500	0,5
TOTAL											3,35

Siendo k igual a 1,177 se obtuvo un área calculada de 3,35 m².

- Servicios Higiénicos para el personal del área de producción

Tabla 81: Método de Güerchet para los servicios higiénicos del personal de producción

TIPO	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	St unitaria (m2)	St total (m2)
ESTÁTICO	Lavatorios	0,455	0,455	0,94	2	1	0,207	0,207	0,273	0,687	1,3734
	Urinarios	0,335	0,27	1,26	1	1	0,09	0,09	0,119	0,300	0,30002
	Inodoros	0,699	0,498	0,72	1	1	0,348	0,348	0,458	1,155	1,15465
	Ducha	1,5	0,8	1,8	1	1	1,2	1,2	1,58	3,980	3,98039
	Locker de casilleros	0,9	0,46	1,8	1	1	0,414	0,414	0,545	1,373	1,37323
	Bancas	1,8	0,8	1,8	1	1	1,44	1,44	1,896	4,776	4,77647
	Papeleras	0,34	0,29	0,45	1	1	0,099	0,099	0,13	0,327	0,32706
MÓVIL	Personal			1,65	6		0,5			0,500	3
TOTAL											16,2852

Siendo k igual a 0,6584 se obtuvo un área calculada de 16,2852 m².

- Almacén de residuos sólidos

Tabla 82: Método de Güerchet para el área de almacén de residuos sólidos

TIPO	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	n	N	Ss	Sg	Se	St unitaria (m2)	St total (m2)
ESTÁTICO	Contenedores de basura	1,201	1,375	1,47	3	1	1,651	0	0,927	2,578	7,735
MÓVIL	Personal			1,65	1		0,5	0		0,5	0,5
TOTAL											8,235

Siendo k igual a 0,561 se obtuvo un área calculada de 8,235 m².

Por otro lado, se hizo uso del Método de SLP (Sistematic Layout Planning – Planificación Racional de la Distribución en Planta), el cual nos permitirá identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

Tabla 83: Valores de proximidad

Valor	Cercanía	Código	Puntaje
A	Absolutamente necesario		4
E	Especialmente importante		3
I	Importante		2
O	Ordinaria o normal		1
U	Sin importancia		0
X	Indeseable		-1
XX	Muy indeseable		-2

Tabla 84: Razones de cercanía

Código	Motivo
1	Flujo de materiales
2	Compartir personal
3	Usar información común
4	Frecuencia de contacto
5	Urgencia de servicio
6	Supervisión o control
7	Grado de intercomunicación

Tabla 85: Áreas de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

N°	Área
1	Almacén Materia Prima
2	Almacén de Producto Terminado
3	Oficina
4	SS.HH
5	Proceso productivo
6	Área de residuos

- Diagrama Relacional de Actividades

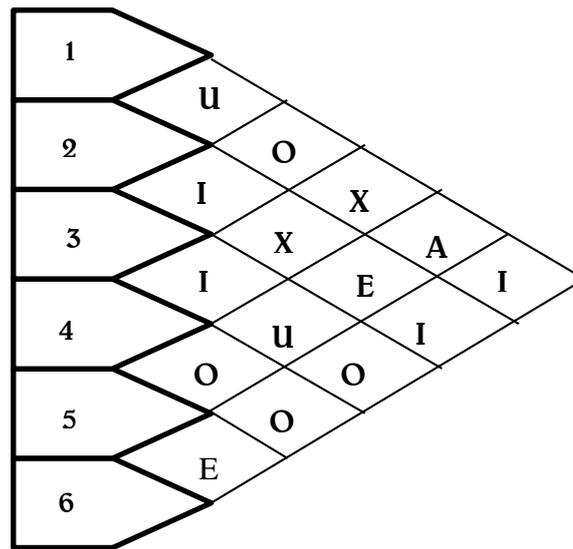


Figura N° 57: Diagrama relacional de actividades

- Diagrama de hilos

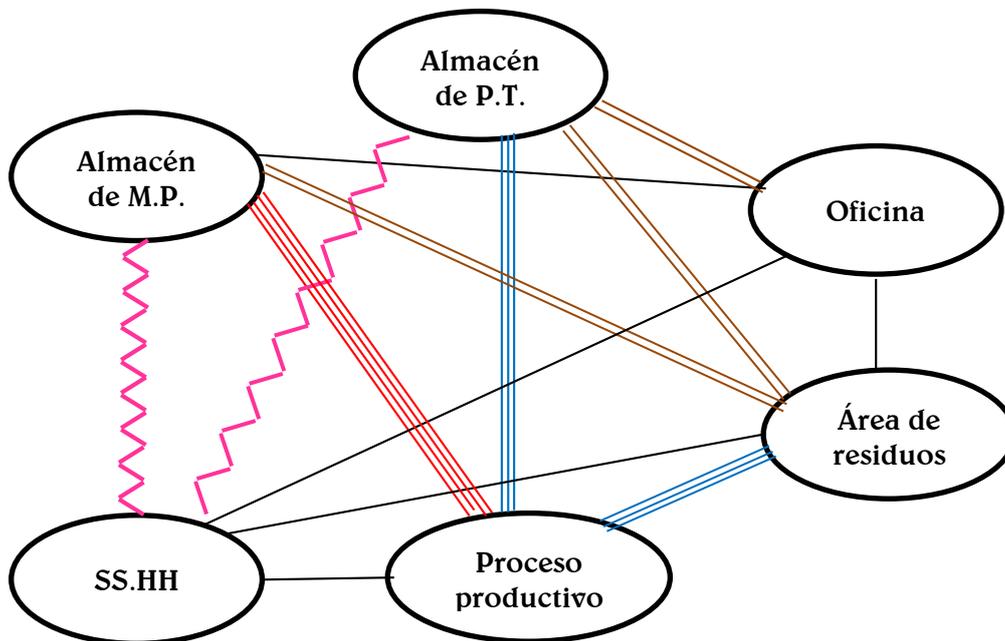


Figura N° 58: Diagrama de hilos

Por medio del método del diagrama de hilos se obtuvo que la distribución de la planta debe seguir la siguiente ubicación teniendo en cuenta las razones de cercanía determinada. Se realizó una nueva distribución del área del proceso productivo, en la cual se pueda visualizar claramente cuáles son las etapas del proceso productivo, de esta manera facilitará el trabajo de los operarios antiguos y de los nuevos operarios que ingresen a planta.

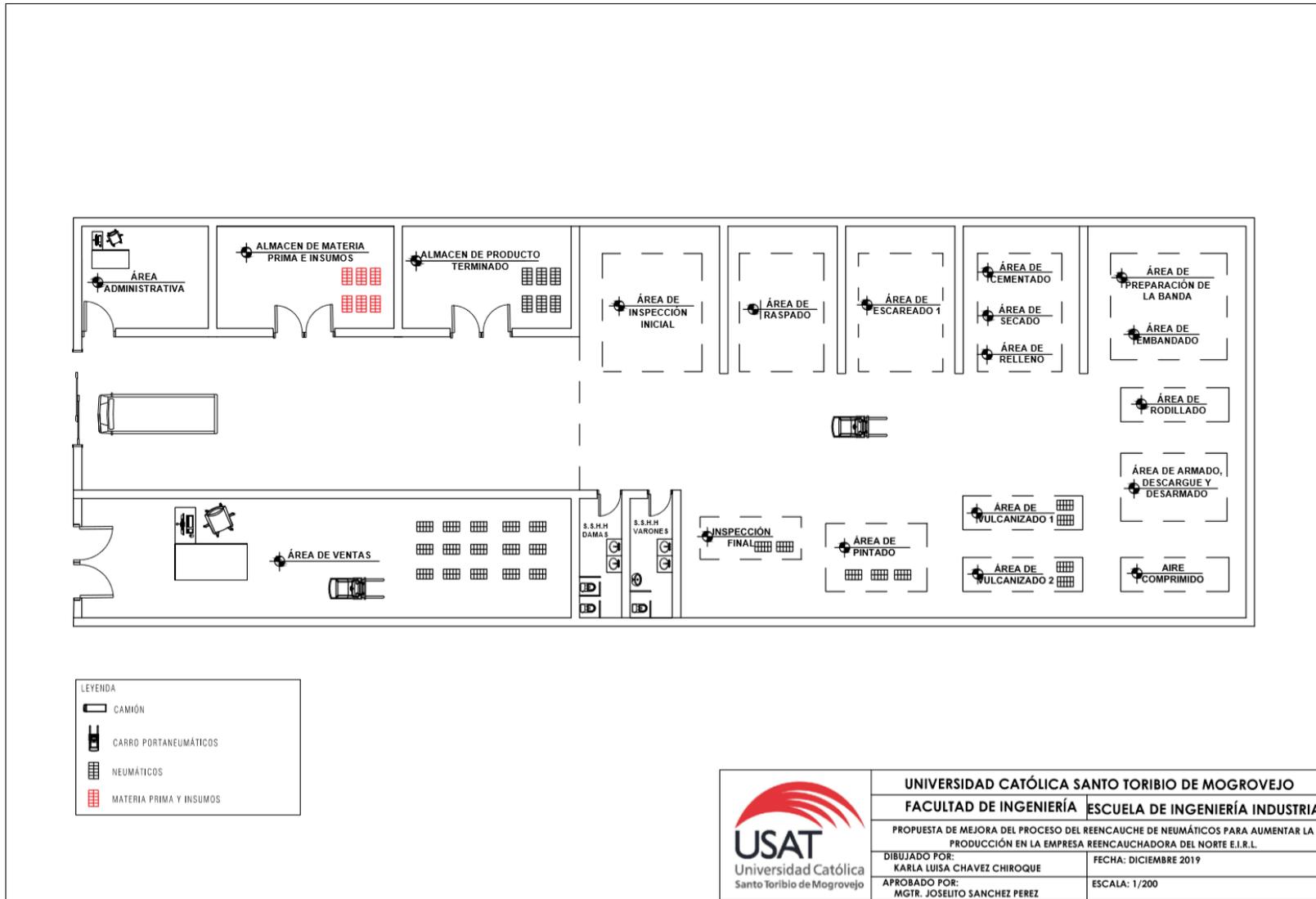


Figura N° 59: Nueva distribución de la planta

3.3.6. Propuesta de balance de líneas

Después de haber calculado el tiempo estándar de los métodos estandarizados se procedió a equilibrar la línea, para ello se encontró el takt time.

El takt time, se determinó dividiendo el tiempo de producción (9 horas/día x 26 días /mes), que resultó 234 horas /mes, entre la demanda mensual la cual es 728 unidades/mes, dándonos un resultado de 19,29 minutos/unidad.

$$\text{Takt Time} = \frac{234 \text{ horas/mes}}{728 \text{ unidades/mes}}$$

$$\text{Takt time} = 19,29 \text{ minutos/unidad}$$

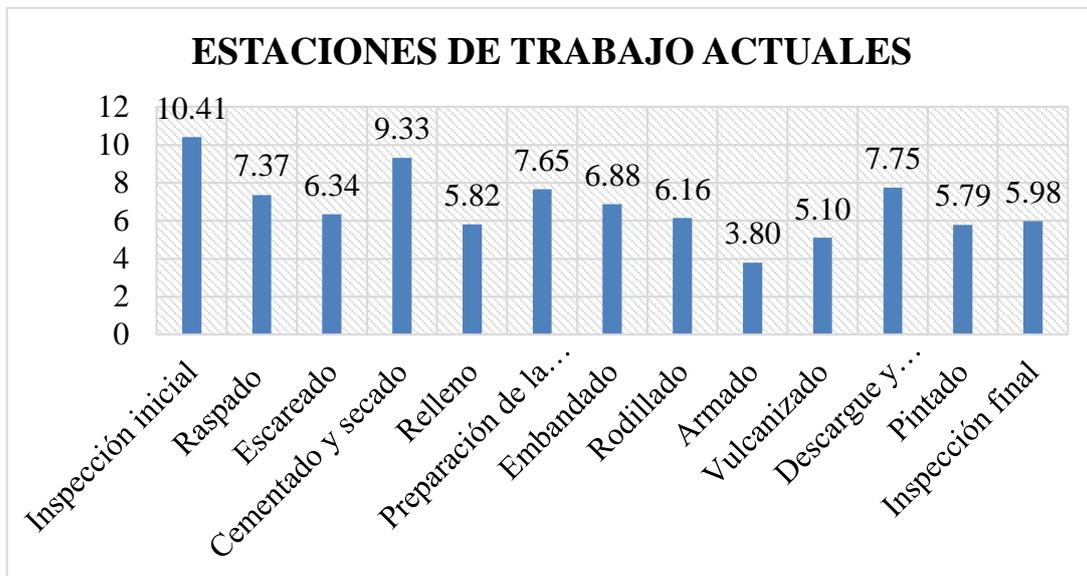


Figura N° 60: Takt time del proceso con tiempo estándar

En la figura 60 se observan las estaciones de trabajo actuales del proceso productivo con su tiempo estándar. En este caso en la etapa de vulcanizado solo se consideró el tiempo en la cual el operario está en acción (5,10 minutos), por lo tanto, los 240 minutos que los neumáticos están en la autoclave no se tomaron.

Observando el grafico se puede concluir que los tiempos estándares de cada etapa se encuentran por debajo del takt time, lo cual nos indica que no es necesario realizar un balance de línea, sin embargo, las etapas no se observan del todo equilibradas es por ello que se realizara el balance con los nuevos procedimientos propuestos y teniendo en cuenta el tiempo estándar de cada etapa.

Tabla 86: Nueva agrupación de actividades propuestas

Estaciones de trabajo	Etapas	Tiempo estándar (min)	Número de trabajadores
1	Inspección inicial y raspado	17,78	1
2	Escareado, cementado y secado	15,67	1
3	Relleno y preparación de bandas	13,47	1
4	Embandado, rodillado y armado	16,84	1
5	Vulcanizado, descargue y desarmado	12,85	1
6	Pintado e Inspección final	11,77	1
	TOTAL	88,38	6

Se redujeron 4 estaciones (de 10 a 6), la cantidad de operarios sigue siendo la misma y como cuello de botella se consideró la etapa de inspección inicial.

Posteriormente, se calculó el coeficiente de la línea de producción con la fórmula antes empleada.

○ **Cálculo del Coeficiente de desequilibrio**

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

$$CD = \frac{100 \times ((6 \times 17,78) - (88,39))}{6 \times 17,78}$$

$$CD = \frac{1829}{106,68} = 17,14\%$$

El coeficiente de desequilibrio de la línea de producción de reencauche es de 17,14%, lo que significa inactividad de un 20%, por lo que se concluye que la eficiencia de la línea de producción es óptima.

○ **Cálculo de la eficiencia de la línea**

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

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{100 \times (88,39)}{6 \times 17,78}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 82,86\%$$

Se puede observar que la línea de producción de reencauche de neumáticos cuenta con 82,86% de aprovechamiento, superando el 80%, debido a ello se concluye que la línea de producción es óptima.

En la figura 61 se observan las etapas propuestas del proceso, los tiempos se ven más equilibrados, así también el cuello de botella (17,78 minutos) está dentro del takt time.

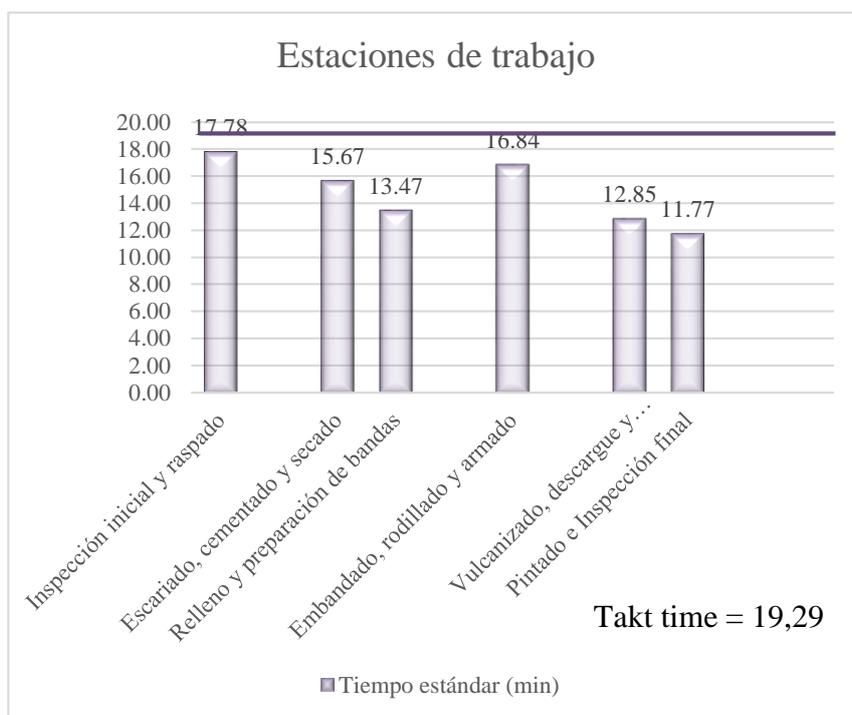
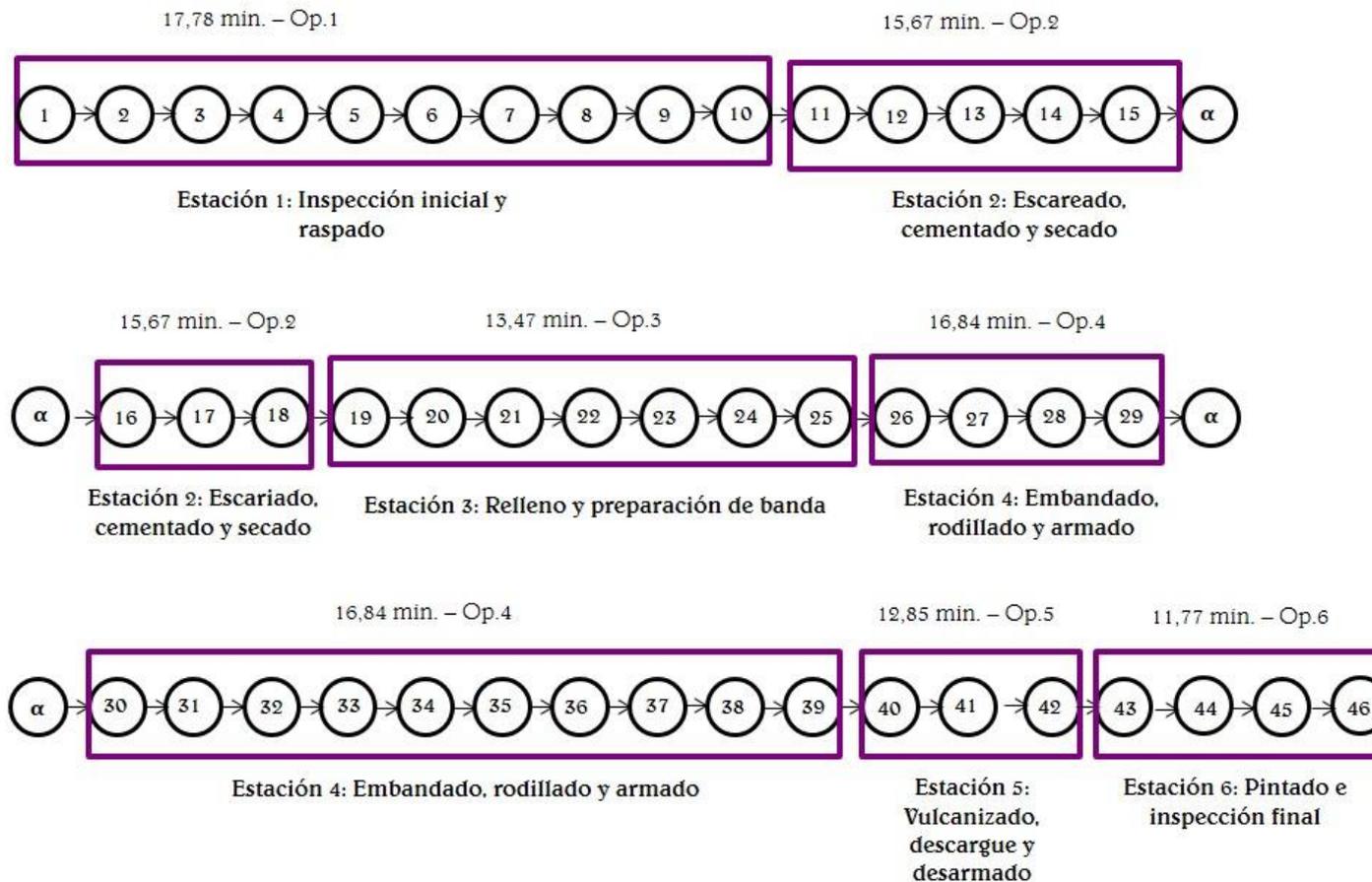


Figura N° 61: Takt time del proceso balanceado

En la figura 62, se aprecia el nuevo diagrama de precedencia, en el cual se ven nuevas actividades y otras que ya no están, debido a que se tomaron las actividades de los procedimientos propuestos.

Con la finalidad de tener estaciones de trabajo equilibradas varias de las actividades de cada etapa se ubicaron en otras estaciones, distintas a las que pertenecían anteriormente.



LEYENDA

1. Recepción de los neumáticos
2. Revisar limpieza de los neumáticos
3. Colocar el neumático en la inspeccionadora
4. Realizar inspección
5. Eliminar material extraño
6. Retirar el neumático de la inspeccionadora
7. Colocar el neumático en la raspadora
8. Realizar el raspado
9. Medir y verificar que sea correcto el raspado
10. Eliminación del daño
11. Relleno del neumático
12. Colocar el neumático en la montura para neumáticos
13. Utilizar el escareador (perforaciones de forma cónica)
14. Colocación de parches
15. Uso de rodillo para eliminar el aire
16. Colocar el neumático en el soporte para el cementado
17. Limpiar con cepillo y aire seco el neumático
18. Cementado y secado
19. Relleno de algunos agujeros del neumático
20. Medir las longitudes de la banda
21. Cortar la banda medida
22. Pulir los filos de la banda cortada
23. Cementado de la banda (lado opuesto y filos)
24. Colocar la banda en el estante para su secado
25. Colocar plástico protector en la zona cementada
26. Colocar el neumático para su embandado
27. Envolver neumático con el cojín laminado
28. Planchado del cojín
29. Aplicar la banda de rodamiento
30. Colocar cojín en filos de la banda de rodamiento
31. Empatar diseño de la banda
32. Planchado de la banda de rodamiento
33. Colocar plástico de vulcanizado
34. Colocar neumático en la rodilladora
35. Rodillado
36. Colocar telas de ventilación, envelope, tubo, etc.
37. Conectar bomba de vacío
38. Colocar los neumáticos en el autoclave
39. Conectar las cañerías del vacío
40. Vulcanizado
41. Descargue de los neumáticos
42. Desarmado
43. Colocar llanta en la inspeccionadora
44. Inspección final
45. Pintar el neumático
46. Secado de los neumáticos

Figura N° 62: Diagrama de precedencia propuesto

➤ **Diagrama de bloques propuesto**

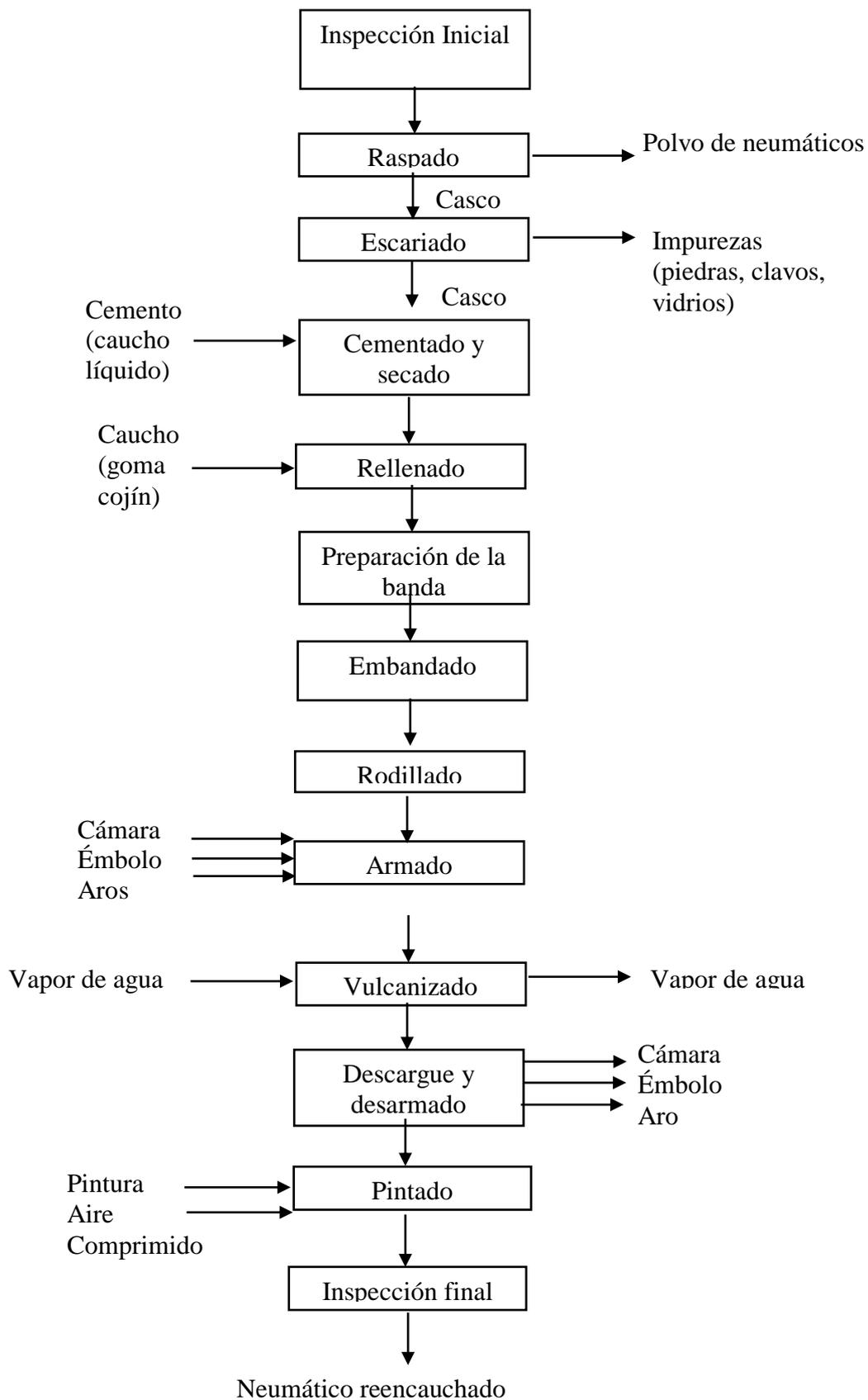


Figura N° 63: Diagrama de bloques de la propuesta

➤ **Diagrama de Operaciones del Proceso propuesto (DOP)**

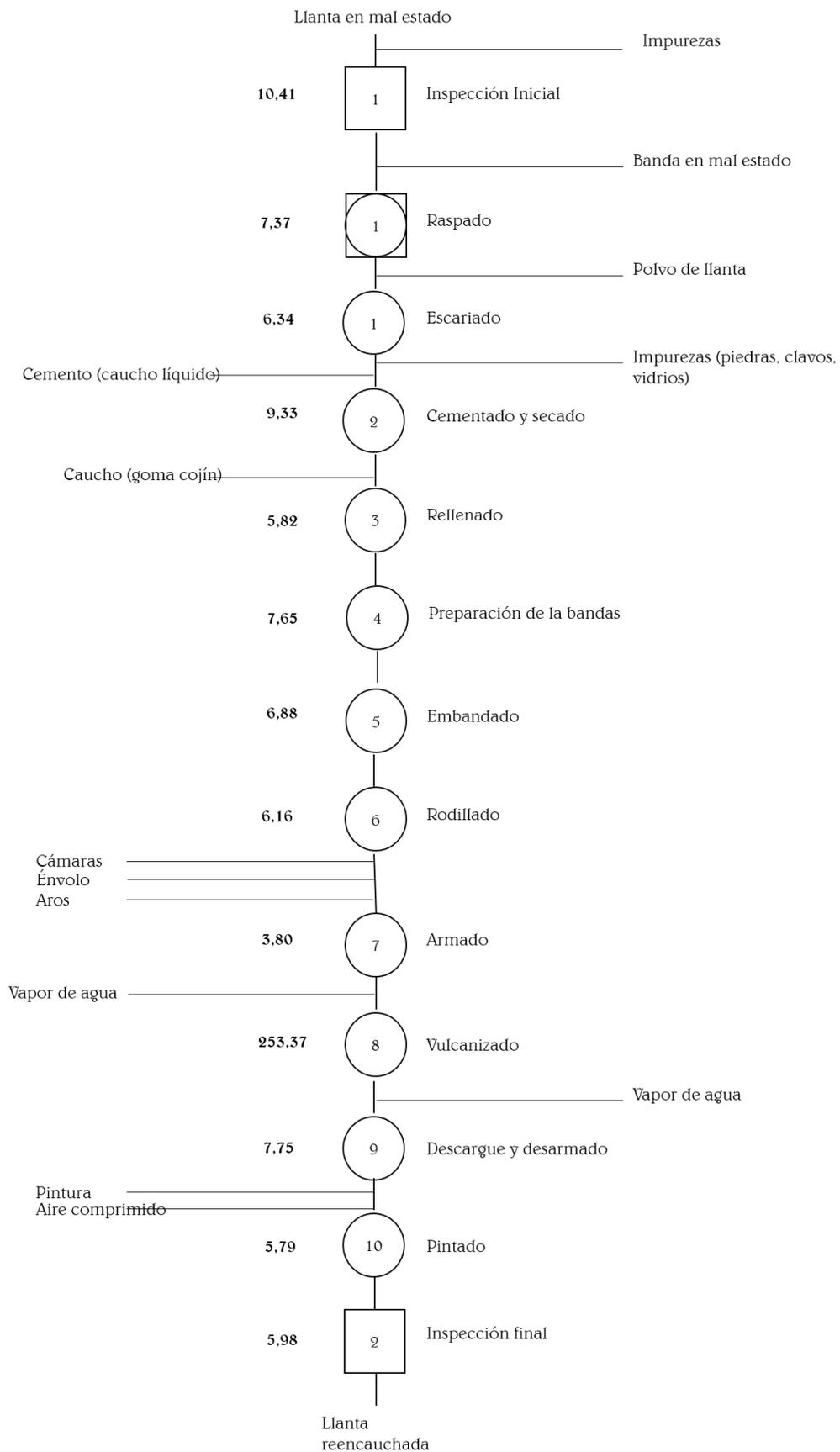


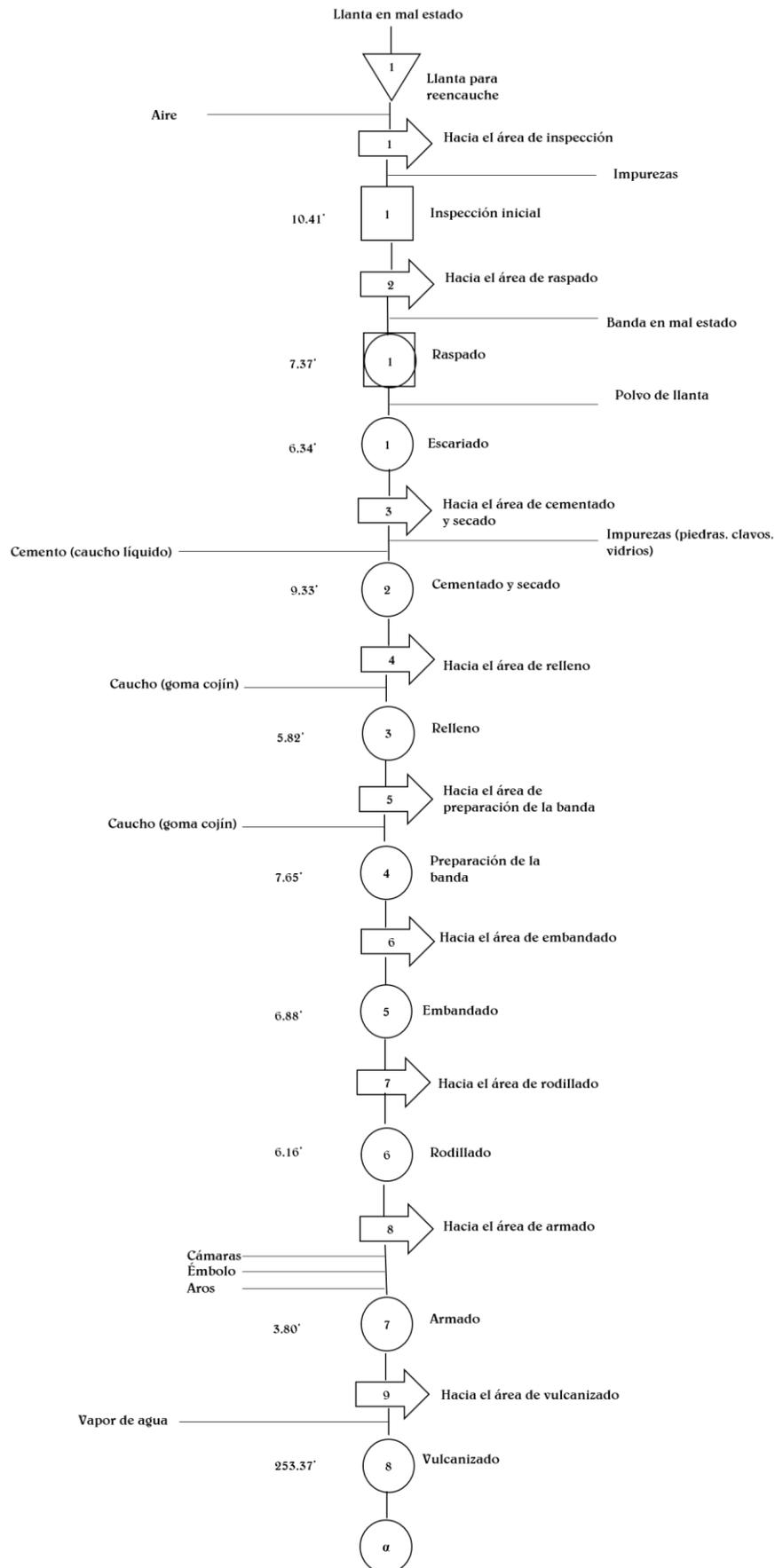
Figura N° 64: Diagrama de operaciones del proceso

Tabla 87: Resumen de actividades en el DOP

RESUMEN	
Actividades	Cantidad
Operaciones	10
Inspecciones	2
Combinado	1
Total	13

En la tabla 87, se observa que existen 10 operaciones, 2 inspecciones y una actividad combinada (operación – inspección).

➤ **Diagrama de Operaciones del Proceso propuesto (DOP)**



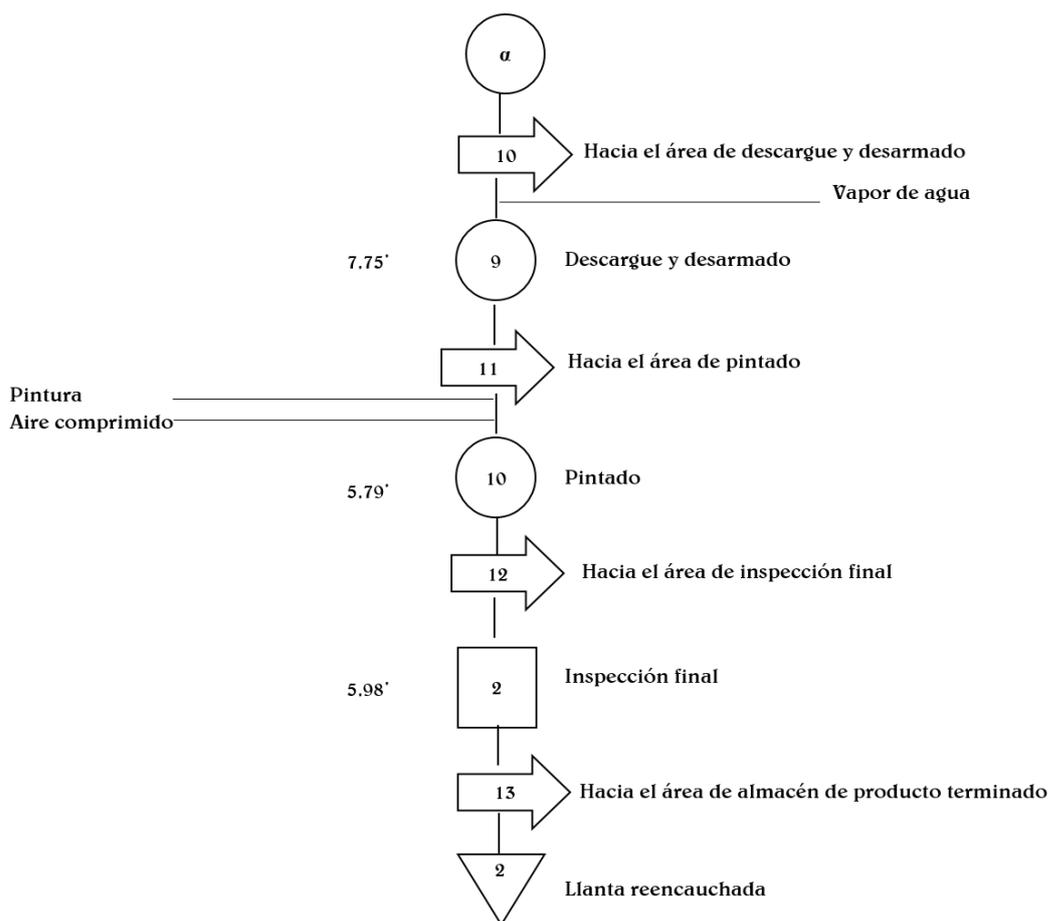


Figura N° 65: Diagrama de análisis del proceso propuesto

Tabla 88: Resumen de actividades en el DAP

RESUMEN		
Actividades	Cantidad	Tiempo promedio (min)
Operaciones	10	312,09
Inspecciones	2	16,39
Combinado	1	7,37
Transporte	13	-
Almacén	2	-
Total	28	336,65

En la tabla 88, se aprecia que según el diagrama de análisis del proceso propuesto del proceso de reencache de neumáticos (Figura 65), existen 28 actividades, de las cuales 10 son operaciones, 13 son transportes, 2 son almacenes, dos inspecciones y una actividad combinada que es inspección y operación a la vez.

A continuación, se mostrará el porcentaje de actividades productivas e improductivas:

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{(10+2+1)}{(10+2+1+13+2)} * 100 = 46\%$$

Después de aplicar la fórmula se obtuvo un 40% de productividad en sus operaciones.

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{(13+2)}{(10+2+1+13+2)} * 100 = 54\%$$

Así mismo se obtiene un 46% de actividades improductivas, estos dos resultados en su combinación completan el 54%.

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

Para verificar si los operarios o no cumplen con la implementación de los nuevos métodos de trabajo se elaboraron fichas de control del proceso productivo de reencauche de neumáticos. Estas fichas serán manejadas y controladas por el Gerente General (dueño) de la empresa. (*Ver anexo 5*)

3.3.8. Nuevos indicadores de producción y productividad

3.3.8.1. Nuevos indicadores del proyecto

A. Pedidos no atendidos

Con la propuesta de mejora la producción de neumáticos al día se cumplirá con la cantidad esperada, lo que significa que la empresa ya no tendrá pedidos no atendidos.

B. Pérdidas económicas por pedidos no atendidos

Como la propuesta de mejora brindó a la empresa el aumento de la producción, las pérdidas económicas ahora son 0%.

3.3.8.2. Nuevos indicadores de producción

C. Producción

Para calcular la producción diaria se divide el tiempo base de 540 min/día entre el tiempo ciclo que es de 328,39 min/ 14unidad. Resultando 22 unidades/día.

$$\begin{aligned} \text{Producción de reencauche} &= \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}} \\ \text{Producción de reencauche} &= \frac{540 \text{ min/día}}{328,39 \text{ min}/14 \text{ unidades}} \\ \text{Producción de reencauche} &= 1,64 * 14 \text{ reencauches/día} \end{aligned}$$

$$\text{Producción de reencauche} = 22 \text{ reencauches/día}$$

Como se trabajan 6 días a la semana, la producción mensual se obtendría de la multiplicación de las unidades reencauchadas al día y los 26 días que se trabajan al mes, dándonos un resultado de 598 unidades/mes.

$$\text{Producción de reencauche} = 22 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Producción de reencauche} = 572 \text{ reencauches/mes}$$

3.3.8.3. Nuevos indicadores de tiempo

A. Cuello de botella

El cuello de botella en el proceso de reencauche es la etapa de vulcanizado, el cual tiene como tiempo de ciclo 245,10 minutos en un día laboral para 14 neumáticos vulcanizados.

B. Tiempo de ciclo

Tiempo de ciclo = 328,39 min/reencauche

El tiempo total que demora en producir un reencauche sin tomar en cuenta suplementos, fatigas es de 328,39 minutos.

3.3.8.4. Indicadores de productividad

A. Productividad de materia prima

La productividad de materia prima se halla dividiendo la unidad de neumático reencauchado entre la cantidad de material que se requiere para su producción. El promedio de las bandas de rodamientos que se utilizan en la empresa es de 5,2 kg, por lo que la productividad de la materia prima es de:

$$P \text{ materia prima} = \frac{1 \text{ neumático reencauchado}}{5,2 \text{ kg}}$$

$$P \text{ materia prima} = 0,1923 \text{ reencauche/kg}$$

La productividad de materia prima resultó la misma que la actual.

B. Productividad mano de obra

La productividad respecto a la mano de obra, muestra la relación entre la producción diaria de 22 neumáticos reencauchados/día y el total de operarios, dando como resultado.

$$P \text{ mano de obra} = \frac{22 \text{ neumáticos reencauchados/día}}{6 \text{ operarios}}$$

$$P \text{ mano de obra} = 3 \frac{\text{neumáticos reencauchados}}{\text{operario. día}}$$

C. Productividad económica

En la siguiente tabla se muestra el nuevo costo de mano de obra por unidad. Se sabe que son 6 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 9 horas al día por 6 días a la semana por 4 semanas al mes, obteniendo 4,398 soles por hora. El reencauche por hora se calculó dividiendo la producción 572 unidades (*Ver pág. 208*) entre 9 horas al día por 6 días a la semana por 4 semanas al mes, obteniendo 2,648148 reencauche por hora. El costo de mano de obra por unidad se calculó dividiendo 2,648148 reencauche por hora y 4,398 soles/hora obteniendo 0,6021 soles/operario calculándolo para los 6 operarios de la planta, el costo de mano de obra asciende a 3,61 soles/unidad.

Tabla 89: 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	950	4.39814815	2,64814815	0,60210526
Raspado	1				0,60210526
Escareado					
Cementado y secado	1				0,60210526
Relleno					
Embandado					
Preparación de banda usada	1				0,60210526
Rodillado	1				0,60210526
Armado					
Vulcanizado					
Descargue y desarmado					
Pintado	1				0,60210526
Inspección Final					
TOTAL (Por unidad)	6				3,61263158

El costo de materia prima se calculó mediante el promedio en kg de todos los tipos de bandas de rodamiento que la empresa maneja, el cual es de 5,2 kg (ver tabla 6, pág. 52) multiplicado por 7,14 soles en promedio que cuesta el kg de banda de rodamiento, se obtuvo 37,13 soles/materia prima.

Tabla 90: 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/.)
Preparación de la banda	7.14	5.2	37.13

Fuente: Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Tabla 91: Costo de insumos

Actividad del proceso	Operarios	Costo de materia prima por unidad (S/.)
Inspección Inicial	1	0,0116
Raspado	1	
Escareado		
Cementado	1	97,91
Relleno		1,24
Embandado		0,04
Preparación de la banda	1	
Rodillado	1	0,21
Armado		1,98
Vulcanizado		4,59
Descargue y desarmado		-
Pintado	1	3,85
Inspección final		-
TOTAL	6	126

Fuente: Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

En la tabla 92, se observa el costo de producción por unidad en la empresa REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L., equivalente a un reencauche de neumático, el cual es 167 soles.

Tabla 92: Costo de producción por unidad

Recursos	Costo por unidad (S/.)
Insumos	126
Materia Prima	37.13
Mano de obra	3,61
Total	166,74

$$\text{Productividad económica} = \frac{22 \text{ reencauches}}{166,74 \text{ soles /unidad}}$$

$$\text{Productividad económica} = 0,1319 \text{ reencauches/soles}$$

Una vez realizado los cálculos necesarios se obtuvo como productividad económica 0,1319 reencauches /soles, lo cual significa que por cada reencauche hecho se tiene un costo de producción de 0,1319 soles al día.

3.3.8.5. Nuevos indicadores de capacidad

A. Capacidad de diseño

La capacidad diseñada, seguirá siendo la misma a la actual, ya que se ve restringida por la capacidad de las autoclaves industriales (14 neumáticos).

$$Cap. \text{diseñada} = 28 \frac{\text{reencauches}}{\text{día}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 728 \frac{\text{reencauches}}{\text{mes}}$$

La capacidad diseñada resultó 728 reencauches/mes, es decir, la máxima capacidad teórica de reencauche que se puede producir en condiciones ideales es de 728 reencauches al mes.

B. Capacidad utilizada

Para determinada la producción mejorada se proyectó la data de la producción real que tuvo la empresa en los meses de enero del 2017 a diciembre del 2018, se consideró la producción que debía tener la empresa (guiándose de la demanda mensual) ya que con la propuesta ya no existirán pedidos no atendidos.

Para la elección del método de proyección de la producción real de neumáticos reencauchados se procedió a calcular los crecimientos porcentuales por meses, con éstos datos se determinó que el crecimiento promedio en el periodo de tiempo, de enero 2017 a

diciembre del 2018, fue de 2%. Teniendo éste porcentaje se proyectó el periodo de enero a diciembre del 2019.

La cantidad de reencauche proyectada se muestra a continuación:

Tabla 93: Cantidad de reencauches para enero a diciembre 2019

Año	Mes	Cantidad de reencauches
2019	Enero	426
	Febrero	443
	Marzo	461
	Abril	480
	Mayo	499
	Junio	519
	Julio	541
	Agosto	563
	Septiembre	586
	Octubre	611
	Noviembre	636
	Diciembre	663
TOTAL		6 429
PROMEDIO		536

La capacidad real desde enero a diciembre del 2019 es de 6 429, teniendo como promedio 536 reencauches.

$$\text{Capacidad real} = 536 \frac{\text{reencauches}}{\text{mes}}$$

La capacidad real resultó 575 reencauches al mes (según las proyecciones), esto quiere decir que la empresa en el periodo de agosto del 2018 a julio del 2019 producirá 575 reencauches en promedio al mes.

C. Capacidad real o efectiva

En la empresa no se realizan mantenimientos preventivos a las máquinas y en durante el tiempo analizado no se han presentado paros, por lo que indica que el tiempo al mes es de 234 horas que equivale a 14 040 min/mes.

Para el cálculo de la capacidad efectiva se divide, el tiempo de ciclo entre el tiempo total del proceso de reencauche 328,39 minutos por 14 reencauches, obteniendo 598 reencauches/mes. Esto quiere decir que la empresa produce al mes 598 reencauches en condiciones reales.

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{14\ 040 \text{ min/mes}}{328,39 \frac{\text{min}}{14 \text{ reencauches}}}$$

$$\text{Capacidad efectiva} = 598 \text{ reencauches/mes}$$

D. Utilización

La utilización resulta de la división de la capacidad real y la capacidad diseñada, representando la capacidad que se utiliza de la planta.

$$\text{Utilización} = \frac{536 \text{ reencauches/mes}}{728 \frac{\text{reencauches}}{\text{mes}}}$$

$$\text{Utilización} = 73,63\%$$

La utilización resultó 73,63% esto quiere decir que respecto a la capacidad diseñada que tiene la empresa y la producción real, ésta ha utilizado el 73,63% del 100% que es el teórico.

3.3.8.6. Nuevos indicadores de eficiencia

A. Eficiencia económica

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

INGRESOS

La cantidad de dinero que ingresa mensualmente a la empresa debido a los reencauches realizados es de **238 056 soles/mes**, el cual se obtuvo de la multiplicación de 728 unidades reencauchadas/mes por el precio de venta promedio de 327 soles.

EGRESOS

- El nuevo costo unitario de mano de obra en todo el proceso es de 3,6126 soles/unidad (Ver tabla 89) multiplicado por la producción mensual propuesta que es 728 unidades/mes se obtiene **2 629,9728 soles/mes**.

- El costo unitario de materia prima en todo el proceso es de 37,13 soles/unidad (*Ver tabla 90*) multiplicado por la producción mensual propuesta que es 728 unidades/mes se obtiene **27 030,64 soles/mes.**
- El costo unitario de insumos en todo el proceso es 126 soles/unidad (*Ver tabla 91*) multiplicado por la producción mensual propuesta que es 728 unidades/mes se obtiene **91 728 soles/mes.**
- En el área de producción la empresa gasta en energía un costo promedio de **4 113,80 soles/mes.**
- Debido a que con esta propuesta se atenderán todos los pedidos ya no existirá pérdidas.
- La eficiencia económica se obtuvo dividiendo los ingresos y los egresos (costos de materia prima, mano de obra, insumos, energía y pérdidas por pedidos no atendidos).

$$E. E. = \frac{238\ 056\ \text{soles/mes}}{(2\ 629,9728 + 27\ 030,64 + 91\ 728 + 4\ 113,80)\text{soles/mes}}$$

$$E. E. = \frac{238\ 056\ \text{soles/mes}}{(126\ 458,79)\text{soles/mes}}$$

$$E. E. = 1,896\ \text{soles/mes}$$

La eficiencia económica resultó 1,896 soles, lo que significa que por cada sol que la empresa invierte esta gana 0,896 soles.

B. Eficiencia de la línea de producción

La eficiencia de la línea de producción con los procedimientos propuestos nos resulta 82,86% (*Ver pág. 199*)

$$\textit{Eficiencia de la línea} = \mathbf{82,86\%}$$

C. Coeficiente de desequilibrio de tiempo

Con la nueva agrupación de actividades propuestas en estaciones de trabajo el coeficiente de desequilibrio nos da 17,14%. (*Ver pág. 198*)

$$\textit{Coeficiente de desequilibrio} = \mathbf{17,14\%}$$

En la tabla 90 se puede observar que con la aplicación de la mejora los pedidos no atendidos y las pérdidas económicas reducirían 100%. La producción aumentaría el 175%, el cuello

de botella disminuiría el 0,17%, el tiempo (promedio) de ciclo disminuiría el 29%. Las actividades improductivas se reducirán el 6%. En cuanto a los indicadores de productividad, en materia prima se mantendrá, la mano de obra aumentaría el 200%, la económica el 71%. Respecto a capacidades, la diseñada se mantendría ya que depende de la capacidad de la autoclave industrial, la real se incrementaría el 201%, la efectiva el 30,85%, la utilización aumentaría el 52,74%.

Mientras que en eficiencias la económica aumentaría el 5,9%, la de la línea de producción aumentaría el 64% y el coeficiente de desequilibrio disminuiría el 64%.

3.3.9. Cuadro comparativo de indicadores

Tabla 94: Mejora de los indicadores

Indicador	Actual	Propuesta	Mejora
Indicadores del proyecto			
Porcentaje de pedidos no atendidos	49%	0%	↓100%
Porcentaje de pérdidas económicas	19,38%	0%	↓100%
Indicadores de producción			
Producción	8 reencauches/día	22 reencauches/día	↑175%
Indicadores de tiempo			
Cuello de botella	245,51 minutos /op. x día	245,1 minutos /op.x día	↓0,17%
Tiempo de ciclo	461,41 min/reencauche	328,39 min/reencauche	↓29%
Actividades improductivas	60%	54%	↓6%
Indicadores del productividad			
Productividad de materia prima	0,1923 reencauche/kg	0,1923 reencauche/kg	-
Productividad de mano de obra	1 neumáticos reencauchados/op x día	3 neumáticos reencauchados/op x día	↑200%
Productividad económica	0,077 reencauches/soles	0,1319 reencauches/soles	↑71%
Indicadores de capacidad			
Capacidad de diseño	28 reencauches/día	28 reencauches/día	-
Capacidad utilizada	191 reencauches/mes	536 reencauches/mes	↑181%
Utilización	26,24%	73,63%	↑47,39%
Capacidad real o efectiva	457 reencauches/mes	598 reencauches/mes	↑30,85%
Indicadores de eficiencia			
Eficiencia económica	1,518	1,896 soles/mes	↑19,94%
Eficiencia de la línea de producción	18,79%	82,86%	↑64%
Coeficiente de desequilibrio	81,21%	17,14%	↓64%
Número de operarios	6	6	-
Número de estaciones	10	6	↓40%
Costo de producción	103,53 soles/unidad	166,74 soles/unidad	↑61%

3.4.ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

3.4.1. Beneficio de la propuesta de mejora

Los beneficios de la propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos que se ha realizado son los ingresos de los pedidos no atendidos ya que al producir la cantidad requerida por la demanda al mes estos se convierten en ingresos, además las pérdidas económicas (el descuento que se le hace a los clientes por entregar sus pedidos a destiempo) que se originaban por los pedidos no atendidos también se convertirán en beneficios para la propuesta.

En la tabla 95, se muestra la proyección de producción real y pedidos entregados a destiempo de enero a diciembre del 2019.

Tabla 95: Proyección de reencauches y pedidos no entregados a tiempo

Año	Mes	Cantidad de reencauches	Producción Real	Pedidos no atendidos a tiempo	Cantidad de neumáticos reencauchados a tiempo
2019	Enero	426	210	216	216
	Febrero	443	215	228	228
	Marzo	461	220	241	241
	Abril	480	225	254	254
	Mayo	499	231	268	268
	Junio	519	236	283	283
	Julio	541	242	299	299
	Agosto	563	248	315	315
	Septiembre	586	253	333	333
	Octubre	611	259	351	351
	Noviembre	636	266	371	371
	Diciembre	663	272	391	391
TOTAL		6 429	2 877	3 552	3 552
PROMEDIO		536	240	296	296

✓ **Beneficios de ingresos por venta de renecauches atendidos a tiempo**

En la tabla 96 se muestran los ingresos, respecto a la cantidad de renecauches realizados a tiempo, la cual fue multiplicada por el precio de venta promedio del servicio de renecauche, obteniendo los ingresos del periodo proyectado.

Tabla 96: Ingresos por venta de renecauches entregados a tiempo

Año	Mes	Cantidad de neumáticos renecauchados a tiempo	Precio de venta	Ingresos
2019	Enero	210	S/327	S/68 670
	Febrero	215	S/327	S/70 305
	Marzo	220	S/327	S/71 940
	Abril	225	S/327	S/73 575
	Mayo	231	S/327	S/75 537
	Junio	236	S/327	S/77 172
	Julio	242	S/327	S/79 134
	Agosto	248	S/327	S/81 096
	Septiembre	253	S/327	S/82 731
	Octubre	259	S/327	S/84 693
	Noviembre	266	S/327	S/86 982
	Diciembre	272	S/327	S/88 944
TOTAL		2 877		S/940 779

✓ **Beneficios de ingresos por eliminación de descuentos de neumáticos no renecauchados a tiempo**

En la tabla 97 se observan los ingresos por la eliminación de las pérdidas por el descuento de los neumáticos no renecauchados a tiempo. La cantidad de neumáticos renecauchados a tiempo se multiplicó por el 20% del precio de venta (descuento), obteniendo los ingresos del periodo proyectado.

Tabla 97: Ingresos por eliminación de descuentos de los neumáticos entregados a destiempo

Año	Mes	Cantidad de neumáticos reencauchados a tiempo	Descuento de los neumáticos no reencauchados	Ingresos
2019	Enero	216	S/65,40	S/14 126
	Febrero	228	S/65,40	S/14 911
	Marzo	241	S/65,40	S/15 761
	Abril	254	S/65,40	S/16 612
	Mayo	268	S/65,40	S/17 527
	Junio	283	S/65,40	S/18 508
	Julio	299	S/65,40	S/19 555
	Agosto	315	S/65,40	S/20 601
	Septiembre	333	S/65,40	S/21 778
	Octubre	351	S/65,40	S/22 955
	Noviembre	371	S/65,40	S/24 263
	Diciembre	391	S/65,40	S/25 571
TOTAL		3 552		S/232 170

En la tabla 98, se muestran los beneficios de la propuesta, los cuales vendrían a ser las pérdidas económicas que tenía la empresa al realizar el descuento por cada neumático entregado a destiempo, todo ello respecto al periodo proyectado.

Tabla 98: Beneficios de la propuesta

Año	Mes	Cantidad de neumáticos reencauchados a tiempo	Ingresos Económicos
2019	Enero	216	S/70 632
	Febrero	228	S/74 556
	Marzo	241	S/78 807
	Abril	254	S/83 058
	Mayo	268	S/87 636
	Junio	283	S/92 541
	Julio	299	S/97 773
	Agosto	315	S/103 005
	Septiembre	333	S/108 891
	Octubre	351	S/114 777
	Noviembre	371	S/121 317
	Diciembre	391	S/127 857
TOTAL		3 552	S/1 160 850

3.4.2. Egresos de la propuesta de mejora

3.4.2.1. Inversión inicial

Tabla 99: Inversión para la propuesta de mejora

Descripción	Inversión Total
Inversión propia	100%
INVERSIÓN TANGIBLE	
Monovías	S/16,717.50
Cepillos limpiadores (5)	S/253.45
Inspeccionadora (2)	S/25,410.60
Estantes para productos terminados (5)	S/2,613.00
Carro porta neumático	S/999.71
Estantes para materia prima e insumos (4)	S/1,832.72
Sub total	S/47,826.98
Imprevistos (5%)	S/2,391.35
INVERSIÓN TOTAL	S/50,218.33

En la tabla 99 se muestra la inversión total para la propuesta de mejora del proceso de reencauche, donde se consideran en inversiones tangibles las monovías (Ver anexo 6) para todo el proceso productivo, los cinco cepillos limpiadores (Ver anexo 9) para limpieza de los neumáticos, las dos inspeccionadoras (Ver anexo 11) para las etapas de inspección inicial y final, los cinco estantes para neumáticos (Ver anexo 10) los cuales serán ubicados en el área de almacén de producto terminado, el carro porta neumático (Ver anexo 7) para el traslado de los neumáticos del área de producción a las áreas de almacén de materia prima y producto terminado, los cuatro estantes para materia prima e insumos (Ver anexo 8) para el área de almacén de materia prima y para la etapa de armado. Resultando una inversión total de 50 218,33 soles.

3.4.2.2. Costos anuales

Tabla 100: Egresos por nuevos costo de producción

Año	Mes	Cantidad de neumáticos reencauchados a tiempo	Nuevo costo de producción (S/.)	Egresos (S/.)
2019	Enero	216	167	S/36 072
	Febrero	228	167	S/38 076
	Marzo	241	167	S/40 247
	Abril	254	167	S/42 418
	Mayo	268	167	S/44 756
	Junio	283	167	S/47 261
	Julio	299	167	S/49 933
	Agosto	315	167	S/52 605
	Septiembre	333	167	S/55 611
	Octubre	351	167	S/58 617
	Noviembre	371	167	S/61 957
	Diciembre	391	167	S/65 297
TOTAL		3 552		S/592 850

En la tabla 100 se observan los egresos por los nuevos costos de producción determinados en la mejora (Ver tabla 92), este costo aumentó por el costo del cemento vulcanizante. El total resultaron 592 850 soles en el periodo proyectado.

3.4.3. Análisis Costo-Beneficio

Tabla 101: Flujo de caja de la propuesta

Concepto								
	0	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
I. INGRESOS								
INVERSIÓN	S/50,218.33							
INGRESOS		S/169 713	S/176 907	S/184 101	S/191 622	S/199 797	S/207 972	S/216 801
Ingreso por la venta de reencaches entregados a tiempo		S/77 172	S/79 134	S/81 096	S/82 731	S/85 020	S/86 655	S/88 944
Ingreso por recuperación de descuento de neumáticos entregados a destiempo		S/92 541	S/97 773	S/103 005	S/108 891	S/114 777	S/121 317	S/127 857
II. EGRESOS								
TOTAL DE EGRESOS		S/87 623	S/91 297	S/94 971	S/98 812	S/102 987	S/107 162	S/111 671
Costos de producción		S/86 673	S/90 347	S/94 021	S/97 862	S/102 037	S/106 212	S/110 721
Mano de Obra (Limpieza)		S/950						
Flujo Neto	S/ -50,218.33	S/82 090	S/85 610	S/89 130	S/92 810	S/96 810	S/100 810	S/105 130
(Inversión)		-S/50,218						
Flujo de caja acumulada		S/31 872	S/117 482	S/206 612	S/299 422	S/396 232	S/497 042	S/602 172

En la tabla 101 se muestra el flujo de caja de la propuesta, en el cual se especifican los ingresos y egresos durante el periodo proyectado que son los 7 periodos.

Tabla 102: Costo beneficio de la propuesta de mejora

		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
INGRESOS		S/169 713	S/176 907	S/184 101	S/191 622	S/199 797	S/207 972	S/216 801
TOTAL DE EGRESOS	S/50 218,33	S/87 623	S/91 297	S/94 971	S/98 812	S/102 987	S/107 162	S/111 671

B/C = S/ 1, 80

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{\text{VAN INGRESOS}}{\text{VAN EGRESOS}}$$

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{1\,346\,913}{744\,741,33}$$

$$\text{Costo Beneficio} = 1,80$$

En la tabla 102 se muestra el costo beneficio de la propuesta , la cual se calculó dividiendo el VAN de ingresos sobre el VAN de egresos con una tasa de 0% , respecto al periodo proyectado , dando como resultado 1,80 soles , lo que significa que por cada sol invertido la empresa genera 0,80 soles de ganancia.

El periodo de recuperación de la inversión propuesta es de 14 días. Este resultado se calculó con la siguiente fórmula:

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

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{50\,218.33}{105\,130} \times 30 \text{ días/mes}$$

$$\text{Periodo de recuperación} = 14,330 = 14 \text{ días}$$

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. Finalmente se puede concluir que con la aplicación de la propuesta de mejora el proceso de reencauche de neumáticos se reducirán las pérdidas económicas por pedidos no entregados a tiempo en 100%.
2. En el diagnóstico de la situación de la empresa se pudo evidenciar que el 60% de las actividades eran improductivas. El porcentaje promedio de pedidos no atendidos reflejaba un 49% del total, que en cifras se traduce en S/ 287 608 siendo el 19,38% del total de ingresos en el periodo de análisis, por otro lado, se halló la producción de reencauche por parte de los operarios al día la cual resultó 8 reencauches, teniendo un cuello de botella en la etapa del vulcanizado que en promedio el tiempo de este ciclo era de 245.51 minutos. La productividad de materia prima arrojó un resultado de 0.1923 reencauches/kg, mientras que la productividad de mano de obra un 1 neumático reencauchado/día. En cuanto a los promedios de los costos, el de materias primas dio como resultado S/ 37,13 por reencauche, el de insumos S/ 39, y el de mano de obra S/ 27.4, haciendo un total de S/ 103.53 por unidad en promedio, luego con esta cifra se logró calcular la productividad económica que llegó a ser 0.07727 reencauches/soles. Además con el diagnóstico se identificaron las causas que influyeron en las pérdidas económicas, las cuales fueron inadecuados métodos de trabajo, desorden en las áreas, distancias largas entre cada etapa y bajo desempeño de la mano de obra.
3. En el segundo objetivo que fue la determinación de métodos y herramientas de mejora, se empleó la matriz de priorización obteniendo como prioridad realizar primero un estudio de tiempos, seguido de la estandarización de los procesos, capacitaciones, inducciones y charlas, la herramienta de 5 S y la redistribución.
4. Con la propuesta de mejora del proceso de reencauche los pedidos no atendidos y las pérdidas económicas reducirían 100%. La producción aumentaría de 8 unidades reencauchadas al día a 22 reencauches al día, el cuello de botella disminuiría el 0,17%, el tiempo (promedio) de ciclo disminuiría el 29%. Las actividades improductivas se reducirán el 6%. En cuanto a los indicadores de productividad, en materia prima se mantendrá, la mano de obra aumentaría de 1 a 3 reencauches por operario, la económica

el 71%. Respecto a capacidades, la diseñada se mantendría ya que depende de la capacidad de la autoclave industrial, la real se incrementaría de 191 reencauches al mes a 536 reencauches al mes, la efectiva el 30,85%, la utilización aumentaría el 47,39%. Mientras que en la eficiencia económica aumentaría el 19,94%, la de la línea de producción aumentaría el 64% y el coeficiente de desequilibrio disminuiría el 64%. En la mejora se propuso la compra de insumos que faciliten el proceso de cada etapa, la definición de métodos de trabajo, identificación del tiempo estándar, estandarización de los procesos, capacitación a los operarios, implementación de las 5s, redistribución usando el método Guerchet y SLP y finalmente el balance de líneas de producción.

5. Aplicando la propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos con una inversión de 50 218,33 soles el costo beneficio nos resultó 1,80 soles, lo que significa que por cada sol que la empresa invierte esta obtiene 0,80 soles de ganancia.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio más a fondo sobre la ergonomía en el proceso de reencauche, ya que los operarios no tienen las posturas adecuadas cuando realizan sus actividades.

- Se propone la compra de equipos de protección personal para cada operario, puesto que se encuentran expuestos a varios peligrosos al trabajar con maquinaria pesada y de altas temperaturas.

- Se pide que la empresa invierta en una máquina embandadora y envelopadora para que facilite el trabajo de los operarios, además de reducir los tiempos.

- Se recomienda que la empresa invierta en la compra de más estantes para neumáticos y materias primas e insumos, de manera que ayude con el orden en cada área.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. A. Raraz Mariano, «Slideshare,» 28 mayo 2013. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2RjUthM>. [Último acceso: 20 agosto 2018].
- [2] A. A. Raraz Mariano, «Slideshare,» 5 diciembre 2012. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2ObIXrK>. [Último acceso: 20 agosto 2018].
- [3] N. I. Nomberto Olano y C. W. Segura Santilla, «Propuesta de implementación de mejora en el proceso de reencauchado de neumáticos para incrementar la productividad en la empresa reencauchadora Rubbers SRL - Cajamarca,» Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2017.
- [4] K. F. Barcia Villacreses, «Implementación de una metodología con la técnica 5s para mejorar el área de matricería de una empresa extrusora de aluminio,» *Revista Tecnológica ESPOL*, vol. 18, n° 1, pp. 69-75, 2006.
- [5] Ractem, «Estanterías media carga: Ractem,» Ractem: Racking system, 5 enero 2017. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2D8UK9w>. [Último acceso: 20 agosto 2018].
- [6] Martins, «Carro porta neumáticos: Martins,» Martins Industries, 08 diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2PX5WbT>. [Último acceso: 01 setiembre 2018].
- [7] Ractem, «Estanterías para neumáticos: Ractem,» Ractem: racking system, 17 enero 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2CKILOz>. [Último acceso: 01 setiembre 2018].
- [8] Maquiter, «Abrecubiertas: Maquiter,» Maquiter automoción, 28 enero 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2SmhFCq>. [Último acceso: 01 setiembre 2018].
- [9] Sit, «Cepillos para taladro: Sit,» Societa Italiana TecnoSpazzole, 23 setiembre 2017. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2zd45sa>. [Último acceso: 23 setiembre 2018].
- [10] TRMG, «Renovación de llantas: TRMG,» TRMG: Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group, 21 marzo 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2JjU5Cc>. [Último acceso: 25 mayo 2018].
- [11] INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización, «NTE INEN 2 582:2011. Neumáticos reencauchados. proceso de,» INEN, Quito, 2011.
- [12] F. A. Moscoso Paredes, «Manual de especificaciones técnicas y estándares de trabajo para el reencauche de neumáticos,» Universidad de Azuay, Cuenca, 2010.
- [13] J. Litt Bustamante, «Mercado Libre Colombia,» Mercadolibre, junio 16 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2RpBQhJ>. [Último acceso: 27 setiembre 2018].
- [14] INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización, «NTE INEN 2616:2012. Neumáticos reencauchados, métodos de ensayo,» INEN, Quito, 2012.
- [15] Virtual Llantas, «Todo sobre llantas: Virtual Llantas,» Virtualllantas, 13 junio 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2PvTpPw>. [Último acceso: 27 setiembre 2018].
- [16] J. Gonzáles, «Tema 5-6: Tiempo estándar y tolerancia,» Academia Edu, Quito, 2010.
- [17] MITAS, «Guía Técnica: Neumáticos EM, MPT e Industriales,» MITAS A.S., Praga, 2013.
- [18] D. I. Romero Vazquez, «Es.scribd,» 13 mayo 2014. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2RiOVJu>. [Último acceso: 28 setiembre 2018].
- [19] «Tyre re-tread, tyre patch and cooling re-tread of Sri Aalai Mahadeswaraswamy Kshetra development authority, bus tyres in year 2018-19,» *ProQuest*, vol. 28, n° 1, pp. 36-42, 2018.

- [20] INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, «NTP 300.001:2012. Neumáticos, definiciones y clasificaciones,» INDECOPI, Lima, 2012.
- [21] A. Cantanhede y G. Monge, «Estado del arte del manejo de llantas usadas en las américas,» Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Lima, 2002.
- [22] A. Montoyo y M. Marco, «Tema 4: Proceso de producción,» Universidad de Alicante, Alicante, 2011.
- [23] N. Caba Villalobos, O. Chamorro Altahona y T. J. Fontalvo Herrera, «Gestión de la producción y operaciones,» Universidad de Ingeniería y Tecnología, Lima, 2010.
- [24] Aiteco, «Aiteco,» Aiteco Consultores, 31 marzo 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2CKP8kC>. [Último acceso: 30 julio 2018].
- [25] B. Slazar López, «Siete herraminetas de calidad: Ingeniería Industrial Online,» Ingeniería Industrial Online, 4 mayo 2016. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2tDThTn>. [Último acceso: 24 abril 2018].
- [26] Universidad de Santander, «Udes.edu.co,» Universidad de Santander, 28 noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2JleQgW>. [Último acceso: 15 setiembre 2018].
- [27] F. Ed Meyers, Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil, Ciudad de México: Pearson Education, 2000.
- [28] Y. L. Angarita Ortiz y F. A. Zorro Coronel, «Investigación para conocer la situación del mercado de reencauche de automudial en la regional santanderes,» Universidad de la Sabana, Santander, 2011.
- [29] K. Nobuki, «Retreaded tire manufacturing method and tires suited therefor,» [En línea]. Available: <https://www.google.com/patents/US9327465>.
- [30] G. Michael, «Microeconomía,» México D.F, Pearson Education, 2006.
- [31] J. Heizer, «Administración de operaciones,» Texas, Pearson, 2011.
- [32] R. García, «Estudio del trabajo medición del trabajo,» España Madrid, McGrawHill, 2005.
- [33] B. Niebel, Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos. Novena Edición., Ed. Alfaomega, 2000.
- [34] J. C. Pulgarin, «Vitela Repositorio Institucional,» 16 Enero 2016. [En línea]. Available: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/7983>. [Último acceso: 21 11 2018].
- [35] M. E. Arciniegas, «Repositorio UTN,» ZEONATEC S.A., 2013. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3790/2/04%20IND%20023%20Art%20C3%ADculo%20cient%20C3%ADfico%20Espa%20C3%B1ol.pdf>. [Último acceso: 11 2018].
- [36] J. R. y. M. Z. Yuliana Grijalva, «Importancia de la capacitación para los empleados en la maquiladora Nei Systems, en Santa Ana, Sonora,» Abril 2017. [En línea]. Available: http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/vinculat%20C3%A9gica_2/48%20GRIJALVA_RODRIGUEZ_ZOLANO.pdf. [Último acceso: Noviembre 2018].
- [37] V. Jiménez Castañeda, «Propuesta de mejoramiento del Sistema de Gestión de la Información basado en la Filosofía BPM para el área de producción de la planta de reencauche de automudial S.A. en Bogotá,» 2014. [En línea]. Available: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16549/JimenezCastanedaVannessaMarcela2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Septiembre 2017].

- [38] Z. . A. Chavez Chavez, . G. Quiroz Mercado y O. . R. Florián Castillo, «Repositorio de la Universidad Privada del Norte,» 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14117/Chavez%20Chavez%20Zully%20Alexandra%20%20Quiroz%20Mercado%20Gianluca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Septiembre 2019].
- [39] G. H. Yonclei Merlin y F. Valdez Arroyo, «Repositorio Institucional - UNJFSC,» 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/1870/TFCE-03-09.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Septiembre 2019].
- [40] Sit, «Catálogo 2017: Sit,» SIT: Società Italiana Tecnospazzole, 04 enero 2017. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2EOCpQC>. [Último acceso: 2018 setiembre 23].
- [41] C. A. Rojas Rodríguez, Diseño y Control de Producción, Trujillo: Editorial Libertad Trujillo, 1996.
- [42] E. Bonilla, B. Díaz , F. Kleeberg y M. T. Noriega , Mejora Continua de los procesos. Herramientas y técnicas, Lima : Universidad de Lima, 2010.
- [43] D. Perdomo, E. Atencia y M. Corrales Palacio, «Diagrama de flujo de bloques,» 22 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/kamadevo/diagrama-deflujodebloques>.
- [44] J. C. Hernández Matías y A. Vizán Idoipe, «Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación,» 2013. [En línea]. Available: https://es.slideshare.net/slides_eoi/lean-manufacturing-conceptos-tnicas-e-implantacin. [Último acceso: Abril 2018].
- [45] G. Kellog, «Importancia de los Manuales de Procedimientos en la Gestión Administrativa- RIS Solutions,» 2013. [En línea]. Available: <https://rissolutions.com/importancia-de-los-manuales-de-procedimientos-en-la-gestion-administrativa/>. [Último acceso: Abril 2018].
- [46] G. M. Angulo, «REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA IS.010 INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES,» Junio 2006. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/31129642/REGLAMENTO_NACIONAL_DE_EDIFICACIONES_NORMA_IS.010_INSTALACIONES_SANITARIAS_PARA_EDIFICACIONES. [Último acceso: Marzo 2018].
- [47] 31 Incorporated, «Amazon,» 18 Septiembre 2009. [En línea]. Available: <https://www.amazon.com/-/es/xtra-seal-qu%C3%ADmicos-vulcanizing-Cemento-14-008/dp/B002PMRDTM?th=1>. [Último acceso: Mayo 2018].

VI. ANEXOS

Anexo 1. Factura

INVERSIONES BANDAEXPRESS E.I.R.L.
 VENTA DE MATERIALES PARA REENCAUCHE
 Av. Pedro Ruiz Gallo Nro. 2007 Urb. Entrada de Huachin
 4to. Lima - Lima
 CEL: 977308574 / 977306313
 E-mail: ventas@bandaexpress@gmail.com

R.U.C. 20565650191
FACTURA
 0001- N° 04321
 091-9734321

Lima de _____ del 20 _____
 Señores: JABIG 2018
 R.U.C. REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L.
 Dirección: 480463553 Guía de Remisión N° _____

CANTIDAD	CÓDIGO UNID. INDI.	DESCRIPCIÓN	AMPA VECUE	CHICLANO	UNID.	VALOR DE VENTA
MD-235C	107.40	2	BANDA PRECURADA MDI BASE 235MM 11 MTS LARGO		3.50	375.90
MD-250C	57.30	1	BANDA PRECURADA MDI BASE 250MM PROF. 21MM 11 MTS LA		3.50	200.55
MD-220C	90.60	2	BANDA PRECURADA MDI BASE 220MM PROF. 17.5MM 11 MTS L		3.50	216.60
	255.30	5				

OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS CON 65/100 DOLARES AMERICANOS

SUB TOTAL	US\$	756.65
IGV	18 % US\$	136.20
TOTAL	US\$	892.85

SON: _____

Y. C. 3. 043
 B. I. = 2146.52
 I. G. V. = 406.76
 Total = 2959.30

CANCELADO
 05/06/2018 p. INVERSIONES BANDAEXPRESS E.I.R.L.

ADQUIRENTE O USUARIO

Figura N° 66: Factura de materia prima e insumos en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.

Fuente: REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L. 2018

Anexo 2. Estudio de Tiempos

Tabla 103: Estudio de tiempos de la etapa de limpieza

Etapa de Limpieza												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Retiro del neumático en mal estado del vehículo del cliente	5.15	5.25	5.38	5.13	5.17	5.21	5.27	5.24	5.08	5.11	5.20
2	Traslado del neumático al interior de la empresa	0.31	0.32	0.27	0.23	0.18	0.25	0.21	0.23	0.26	0.24	0.25
3	Se realiza la limpieza del neumático	0.2	0.18	0.23	0.17	0.24	0.19	0.21	0.17	0.25	0.2	0.20
4	Colocar el neumático en el almacén	0.15	0.16	0.13	0.2	0.17	0.09	0.11	0.16	0.15	0.12	0.14
Total/ Promedio		5.81	5.91	6.01	5.73	5.76	5.74	5.8	5.8	5.74	5.67	5.797

Tabla 104: Estudio de tiempo de la etapa de Inspección Inicial

Etapa de Inspección Inicial												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Traslado del neumático a la etapa de inspección inicial	0.21	0.19	0.23	0.18	0.22	0.19	0.26	0.25	0.21	0.23	0.22
2	Pre inspección del neumático	1.02	1.18	1.21	1.16	1.11	1.36	1.2	1.43	1.19	1.47	1.23
3	Colocar el neumático en alto (sobre dos neumáticos en mal estado)	0.2	0.26	0.23	0.25	0.24	0.26	0.21	0.28	0.25	0.2	0.238
4	Buscar los equipos e insumos que se usaran en esta etapa (tiza y lezna)	0.11	0.16	0.13	0.14	0.17	0.19	0.11	0.16	0.15	0.12	0.144
5	Inspección total	3.12	3.07	3.48	3.26	3.39	3.65	3.52	3.29	3.31	3.69	3.38
Total/ Promedio		4.66	4.86	5.28	4.99	5.13	5.65	5.3	5.41	5.11	5.71	5.21

Tabla 105: Estudio de tiempos de la etapa Raspado

Etapa de Raspado												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Traslado del neumático a la etapa de raspado	0.28	0.21	0.26	0.3	0.32	0.29	0.26	0.31	0.21	0.25	0.27
2	Inspección del neumático	1.14	1.18	1.23	1.17	1.11	1.21	1.26	1.24	1.19	1.27	1.20
3	Colocar el neumático en la raspadora	0.11	0.17	0.13	0.19	0.21	0.18	0.17	0.22	0.25	0.2	0.18
4	Realizar el raspado	11.2	10.6	11.1	10.5	10.2	10.8	10.2	11.2	11.2	11.1	10.81
5	Medir y verificar que el neumático está siendo correctamente raspado	1.17	1.25	1.13	1.39	1.28	1.34	1.21	1.46	1.24	1.45	1.29
6	Transporte hacia el escareado	0.19	0.18	0.12	0.21	0.16	0.13	0.23	0.18	0.17	0.11	0.17
Total/ Promedio		14.1	13.6	14	13.8	13.3	13.9	13.3	14.6	14.3	14.4	13.92

Tabla 106: Estudio de tiempo de la etapa Escareado

Etapa de Escareado												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Colocar el neumático en el soporte	0.21	0.28	0.19	0.26	0.27	0.3	0.26	0	0.21	0.24	0.22
2	Verificar heridas y daños	1.13	1.19	1.11	1.15	1.14	1.21	1.14	1.13	1.19	1.23	1.16
3	Usar mini taladro para reparar heridas	10.1	10.2	9.78	10.2	9.89	9.69	9.49	10.9	10.2	9.97	10.05
4	Realizar excavaciones	2.13	2.18	2.12	1.97	2.15	2.09	1.98	1.78	2.37	2.31	2.11
5	Marcar las zonas que requieren de relleno	1.39	1.21	1.31	1.44	1.23	1.28	1.48	1.32	1.35	1.28	1.33
6	Transporte hacia el cementado	0.34	0.41	0.39	0.38	0.33	0.41	0.43	0.45	0.39	0.41	0.39
Total/ Promedio		15.3	15.5	14.9	15.4	15	15	14.8	15.6	15.7	15.4	15.26

Tabla 107: Estudio de tiempos de la etapa de Cementado

		Etapa de Cementado															
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Prom.
1	Colocar el neumático en el soporte para realizar el cementado	0.21	0.28	0.19	0.26	0.27	0.3	0.26	0	0.21	0.24	0.32	0.25	0.28	0.27	0.23	0.24
2	Preparar el cemento	1.23	1.25	1.32	1.26	1.32	1.21	1.35	1.32	1.26	1.27	1.24	1.31	1.23	1.37	1.35	1.29
3	Colocar el cemento en el neumático	2.47	2.67	2.39	2.45	2.54	2.65	2.32	2.41	2.43	2.47	2.45	2.43	2.51	2.67	2.49	2.49
4	Transporte hacia el secado	0.1	0.19	0.13	0.17	0.12	0.2	0.13	0.14	0.11	0.16	0.19	0.21	0.15	0.17	0.18	0.16
Total/ Promedio		4.01	4.39	4.03	4.14	4.25	4.36	4.06	3.87	4.01	4.14	4.2	4.2	4.17	4.48	4.25	4.1707

Tabla 108: Estudio de tiempos de la etapa Secado

		Etapa de Secado			
#	Descripción de la tarea	1	2	3	Prom.
1	Colocar el neumático en el soporte	0.28	0.21	0.26	0.25
2	Esperar que se realice el secado	60	60	60	60
3	Transporte hacia el relleno	0.11	0.17	0.13	0.14
Total/ Promedio		60.4	60.4	60.4	60.4

Tabla 109: Estudio de tiempos de la etapa de Relleno

		Etapa de Relleno										
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Recepción del neumático	0.23	0.26	0.21	0.23	0.22	0.29	0.26	0.31	0.21	0.25	0.25
2	Preparar extrusora	1.72	1.65	1.62	1.68	1.73	1.76	1.69	1.65	1.67	1.27	1.64
3	Rellenar neumático con extrusora	5.23	5.34	5.45	5.32	5.43	5.52	5.23	5.34	5.47	5.23	5.36
4	Transporte hacia el embandado	0.12	0.11	0.1	0.14	0.13	0.14	0.15	0.13	0.12	0.13	0.13
Total/ Promedio		7.3	7.36	7.38	7.37	7.51	7.71	7.33	7.43	7.47	6.88	7.374

PREPARACIÓN DE BANDAS NUEVAS

Tabla 110: Estudio de tiempos de la etapa de retiro de la tela y limpieza

Etapa de retiro de la tela y limpieza												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Recepción de las bandas nuevas	0.37	0.32	0.39	0.41	0.37	0.31	0.37	0.36	0.32	0.39	0.36
2	Colocar la banda en la mesa de corte	0.31	0.32	0.27	0.23	0.18	0.25	0.21	0.23	0.26	0.24	0.25
3	Retirar la tela de la banda	1.47	1.56	1.53	1.63	1.48	1.54	1.53	1.52	1.67	1.76	1.57
4	Hacer limpieza a la banda	5.23	5.34	5.37	5.28	5.23	5.38	5.24	5.29	5.34	5.24	5.29
5	Transporte hacia el cementado	0.15	0.16	0.13	0.2	0.17	0.09	0.11	0.16	0.15	0.12	0.14
Total/ Promedio		7.53	7.7	7.69	7.75	7.43	7.57	7.46	7.56	7.74	7.75	7.47

Tabla 111: Estudio de tiempos de la etapa de cementado

Etapa de cementado																	
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Prom.
1	Traslado del neumático a la mesa de corte	0.24	0.31	0.38	0.45	0.52	0.59	0.66	0.73	0.8	0.87	0.56	0.59	0.66	0.73	0.8	0.59
2	Preparar el cemento	0.85	0.82	0.85	0.81	0.88	0.89	0.85	0.79	0.78	0.73	0.83	0.89	0.85	0.79	0.78	0.83
3	Colocar el cemento en la banda	1.78	1.73	1.82	1.84	1.83	1.74	1.78	1.58	1.59	1.67	1.74	1.83	1.74	1.78	1.58	1.74
4	Traslado del neumático al secado	0.15	0.16	0.13	0.2	0.17	0.09	0.11	0.16	0.15	0.12	0.14	0.09	0.11	0.16	0.15	0.14
Total/ Promedio		3.02	3.02	3.18	3.3	3.4	3.31	3.4	3.26	3.32	3.39	3.26	3.4	3.36	3.46	3.31	3.15

Tabla 112: Estudio de tiempos de la etapa de secado

Etapa de secado					
#	Descripción de la tarea	1	2	3	Prom.
1	Colocar la bandas en el estante	0.28	0.26	0.29	0.28
2	Secado	60	60	60	60.00
3	Transporte hacia el embandado	0.2	0.18	0.23	0.20
Total/ Promedio		60.5	60.4	60.5	60.48

Tabla 113: Estudio de tiempos de la etapa embandado

Etapa de Embandado												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Recepción de bandas nuevas o usadas (después de su preparación)	0.23	0.25	0.32	0.25	0.32	0.35	0.35	0.31	0.34	0.38	0.31
2	Envolver neumático con cojín laminado	2.13	2.16	2.32	2.21	2.33	2.43	2.28	2.32	1.89	2.14	2.22
3	Recortar restos del cojín laminado	0.11	0.17	0.13	0.19	0.21	0.18	0.17	0.22	0.25	0.2	0.18
4	Buscar la herramienta martillo	0.25	0.32	0.35	0.35	0.31	0.21	0.23	0.37	0.34	0.36	0.31
5	Adherir la banda con ayuda del martillo	4.67	4.73	4.57	4.54	4.76	4.56	4.65	4.86	4.65	4.76	4.68
6	Transporte hacia el rodillado	0.19	0.18	0.12	0.21	0.16	0.13	0.23	0.18	0.17	0.11	0.17
Total/ Promedio		7.58	7.81	7.81	7.75	8.09	7.86	7.91	8.26	7.64	7.95	7.866

Tabla 114: Estudio de tiempos de la etapa de rodillado

Etapa de Rodillado												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Colocar el neumático en la rodilladora	0.14	0.15	0.18	0.14	0.16	0.13	0.11	0.13	0.12	0.14	0.14
2	Realizar el rodillado	5.39	5.35	5.42	5.32	5.24	5.43	5.32	5.54	5.23	5.32	5.36
3	Transporte hacia el armado	0.19	0.18	0.12	0.21	0.16	0.13	0.23	0.18	0.17	0.11	0.17
Total/ Promedio		5.72	5.68	5.72	5.67	5.56	5.69	5.66	5.85	5.52	5.57	5.664

Tabla 115: Estudio de tiempos de la etapa de armado

Etapa de Armado												
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Traslado del neumático a la etapa de armado	0.17	0.15	0.12	0.14	0.17	0.15	0.13	0.12	0.14	0.15	0.14
2	Buscar los insumos para realizar el armado (envelope, cámara, aro)	0.23	0.25	0.28	0.24	0.22	0.24	0.26	0.23	0.21	0.22	0.24
3	Limpiar envelope	0.11	0.17	0.13	0.19	0.21	0.18	0.17	0.22	0.25	0.2	0.18
4	Armar el neumático	2.12	2.13	2.21	2.18	2.17	2.16	2.12	2.13	2.14	2.1	2.15
5	Colocar envelope en neumático	1.17	1.25	1.13	1.39	1.28	1.34	1.21	1.46	1.24	1.45	1.29
6	Extraer aire del neumático	1.13	1.21	1.12	1.23	1.14	1.15	1.17	1.25	1.21	1.11	1.17
Total/ Promedio		4.93	5.16	4.99	5.37	5.19	5.22	5.06	5.41	5.19	5.23	5.175

Tabla 116: Estudio de tiempos de la etapa de vulcanizado

Etapa de Vulcanizado					
#	Descripción de la tarea	1	2	3	Prom.
1	Transporte del neumático hacia el autoclave	0.09	0.12	0.11	0.11
2	Programar autoclave	0.32	0.31	0.34	0.32
3	Introducir el neumático en el autoclave	2.67	2.56	2.65	2.63
4	Vulcanizado	240	240	240	##
5	Verificar autoclave	0.21	0.13	0.14	0.16
6	Retirar neumáticos	2.32	2.42	2.13	2.29
Total/ Promedio		246	246	245	246

Tabla 117: Estudio de tiempos de la etapa de descargue y desarmado

		Etapa de Descargue y desarmado															
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Prom.
1	Traslado del neumático a la etapa de descargue y desarmado	0.13	0.15	0.11	0.1	0.13	0.14	0.18	0.16	0.12	0.12	0.13	0.14	0.18	0.16	0.15	0.14
2	Retirar el envelope, cámara y aro	2.14	2.18	2.23	2.17	2.11	2.21	2.26	2.24	2.19	2.27	2.24	2.31	2.23	2.37	2.35	2.23
3	Transporte hacia el pintado	0.11	0.17	0.13	0.19	0.21	0.18	0.17	0.22	0.25	0.2	0.18	0.17	0.22	0.25	0.2	0.19
Total/ Promedio		2.38	2.5	2.47	2.46	2.45	2.53	2.61	2.62	2.56	2.59	2.55	2.62	2.63	2.78	2.7	2.42

Tabla 118: Estudio de tiempos de la etapa de pintado

		Etapa de Pintado										Prom.
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Recepción de los neumáticos vulcanizados	0.18	0.12	0.16	0.14	0.13	0.14	0.19	0.13	0.12	0.14	0.15
2	Buscar la brocha y pintura	0.89	0.97	0.95	0.87	0.86	0.96	0.91	0.92	0.95	0.87	0.92
3	Realizar el pintado	4.26	4.35	4.32	4.13	4.21	4.12	4.23	4.21	4.31	4.54	4.27
4	Transporte hacia inspección final	0.09	0.08	0.05	0.07	0.09	0.09	0.07	0.07	0.09	0.08	0.08
Total/ Promedio		5.42	5.52	5.48	5.21	5.29	5.31	5.4	5.33	5.47	5.63	5.33

Tabla 119: Estudio de tiempos de la etapa de Inspección Final

		Etapa de Inspección Final										Prom.
#	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
1	Colocar el neumático en alto (sobre dos neumáticos en mal estado)	0.28	0.21	0.26	0.3	0.32	0.29	0.26	0.31	0.21	0.25	0.27
2	Inspección final del neumático	5.14	5.18	5.23	5.17	5.11	5.21	5.26	5.24	5.19	5.27	5.20
3	Transporte hacia el almacén de producto terminado	0.11	0.17	0.13	0.19	0.21	0.18	0.17	0.22	0.25	0.2	0.18
Total/ Promedio		5.53	5.56	5.62	5.66	5.64	5.68	5.69	5.77	5.65	5.72	5.47

Anexo 3. Factor de Calificación

Tabla 120: Factor de calificación según el Sistema Westinghouse

DESTREZA O HABILIDAD			ESFUERZO (O EMPEÑO)		
+0,15	A1	Extrema	+0,13	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	Bueno
+0,03	C2	Buena	+0,02	C2	Bueno
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			CONSISTENCIA		
+0,06	A	Ideales	+0,04	A	Perfecta
+0,04	B	Excelentes	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Buenas	+0,01	C	Buena
0,00	D	Regulares	0,00	D	Regular
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Deficientes	-0,04	F	Deficiente

Fuente: Westinghouse Electric Corporation

Anexo 4. Tolerancias

Tabla 121: Tabla de Tolerancias o Suplementos típicos

1. Tolerancias constantes	Hombres	Mujeres
Tolerancia personal	5	7
Tolerancia básica por fatiga	4	4
2. Tolerancias variables		
Tolerancia por trabajar de pie	2	4
Tolerancia por postura anormal		
4.3. Ligeramente incómoda	0	1
4.4. Incómoda (inclinado)	2	3
4.5. Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
Uso de la fuerza o energía muscular (jalar, levantar, empujar)		
-Peso levantado en kilos		
2,5	0	1
5	1	2
7,5	2	3
10	3	4
12,5	4	6
15	5	8
17,5	7	10
20	9	13
22,5	11	16
25	13	20 (máx.)
Mala iluminación		
a. Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
b. Bastante por debajo	2	2
c. Absolutamente insuficiente	5	5
Condiciones atmosféricas (calor y humedad)		
<i>Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de Kala (milicalorías/cm³/sg)</i>		
16		0
14		0
12		0
10		3
8,5		10
6		21
5		31
4		45
3		64
2		100
Atención estricta		
a. Trabajo moderado fino	0	1
b. Trabajo fino o de gran cuidado	2	2
c. Trabajo muy fino o muy exacto	5	5
Nivel de ruido		
a. Intermitente y muy fuerte	5	5

b. Estridente fuerte	5	5
Tensión mental		
a. Proceso bastante complejo	0	0
b. Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
c. Muy complejos	8	8
Monotonía		
a. Trabajo algo monótono	0	1
b. Trabajo bastante monótono	1	1
c. Trabajo muy monótono	4	4
Tedio		
a. Trabajo algo aburrido	0	0
b. Trabajo aburrido	2	1
c. Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT)

Anexo 5. Fichas de control para el método de trabajo propuesto

	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Inspección Inicial	Fecha	
	Área	Producción		
	Operario		Calificación	
	Revisado por			
Duración (estándar)	10,41 minutos	Insumos	Tizas, reglas	
		Herramientas y/o máquinas	Máquina de inspección	
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple	
Inspección Inicial	1. Verificar las condiciones en las que llega el neumático.			
	2. Revisar si la iluminación en el área es la adecuada (mínima 200 bujía-pie (fc) / 2153 lux (lx), recomendada 300 fc / 3229 lx)			
	3. Verificar que los neumáticos estén secos y libres de contaminantes			
	4. Colocar el neumático en la máquina de inspección			
	5. Inspección de la parte interior del neumático			
	6. Inspección del interior de la carcasa			
	7. Inspección del exterior del neumático			
	8. Sondeo del daño			
	9. Verificar la eliminación del material extraño			
	10. Retirar el neumático de la máquina de inspección			

	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Raspado	Fecha	
	Área	Producción		
	Operario		Calificación	
	Revisado por			
Duración (estándar)	7,37 minutos	Insumos	Tizas, reglas	
		Herramientas y/o máquinas	Máquina raspadora	
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple	
Raspado	1. Revisar si la iluminación en el área es la adecuada (mínima 200 bujía-pie (fc) / 2153 lux (lx), recomendada 300 fc / 3229 lx)			
	2. Colocar el neumático en la raspadora			
	3. Verificar el perfil simétrico, la textura apropiada y que esté libre de contaminación			
	4. Eliminación del daño			
	5. Relleno del neumático			
	6. Transporte del neumático hasta el monorriel.			

	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Escareado	Fecha	
	Área	Producción		
	Operario		Calificación	
	Revisado por			
Duración (estándar)	6,34 minutos	Insumos	Goma cojín, reglas, parches	
		Herramientas y/o máquinas	Máquina escareadora	
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple	
Escareado	1. Colocar el neumático en la montura para neumáticos			
	2. Utilizar el escareador para reparar las heridas			
	3. Verificar que las perforaciones sean en forma cónica.			
	4. Colocación de parches			
	5. Uso del rodillo para eliminar el aire			

CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Cementado y secado	Fecha
	Área	Producción	
	Operario		Calificación
	Revisado por		
Duración (estándar)	9,33 minutos	Insumos	Cemento, goma cojín
		Herramientas y/o máquinas	Extrusora, brocha manual
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple
Cementado y secado	1. Colocar el neumático en el soporte de cementado.		
	2. Limpiar con cepillo y aire seco el neumático		
	3. Cementado		
	4. Secado		
	5. Revisar que los neumáticos se encuentren libres de polvo		
	6. Transportar el neumático al monorriel		

CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Relleno	Fecha
	Área	Producción	
	Operario		Calificación
	Revisado por		
Duración (estándar)	5,82 minutos	Insumos	Goma cojín, brocha manual
		Herramientas y/o máquinas	Extrusora
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple
Relleno	1. Colocar el neumático en el soporte de relleno		
	2. Colocar relleno en las cavidades de los hombros		
	3. Verificar y reparar los huecos y averías reparadas		
	4. Inspección del neumático		
	5. Transporte hacia el monorriel		

CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Preparación de bandas	Fecha
	Área	Producción	
	Operario		Calificación
	Revisado por		
Duración (estándar)	7,65 minutos	Insumos	Banda de rodamiento, cuchillas, regla
		Herramientas y/o máquinas	
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple
Preparación de bandas	1. Medir las longitudes de la banda		
	2. Cortar la banda medida		
	3. Pulir los filos de la banda cortada		
	4. Cementado de la banda (lado opuesto y filos)		
	5. Secado de las bandas		
	6. Colocar plástico protector en la zona cementada		

	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE		
	Operación	Embandado	Fecha
	Área	Producción	
	Operario		Calificación
Revisado por			
Duración (estándar)	6,88 minutos	Insumos	Banda de rodamiento, grapas, cuchillas, regla
		Herramientas y/o máquinas	Máquina de engrapadora
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple
Embandado	1. Colocar el neumático en la máquina embandadora.		
	2. Inflado con aire el neumático (30 PSI).		
	3. Colocar cojín en hombros del neumático.		
	4. Colocar lámina de cojín en corona del neumático.		
	5. Revisar que la lámina no tenga heridas.		
	6. Planchado de cojín.		
	7. Aplicación de la banda de rodamiento.		
	8. Verificar centrado de la banda.		
	9. Colocar cojín en filos de la banda de rodamiento.		
	10. Empatar diseño de la banda.		
	11. Engrapado de la unión.		
	12. Planchado de la banda de rodamiento.		
	13. Colocar plástico de vulcanizado		
	14. Transporte del neumático hacia la zona de rodillado.		

	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Rodillado	Fecha	
	Área	Producción		
	Operario		Calificación	
Revisado por				
Duración (estándar)	6,16 minutos	Insumos	Piedras de rectificar	
		Herramientas y/o máquinas	Rodillo	
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple	
Rodillado	1. Colocar el neumático en la máquina rodilladora			
	2. Realizar el rodillado del neumático a 80 PSI			
	3. Revisar que todo el aire del neumático haya sido eliminado			

	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Armado	Fecha	
	Área	Producción		
	Operario		Calificación	
Revisado por				
Duración (estándar)	3,8 minutos	Insumos	Envelope interno, cámara (envelope externo), telas de ventilación, cinta scotch, aros de vulcanización y pestañas, fierro	
		Herramientas y/o máquinas		
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple	
Armado	1. Subir el neumático al monorriel			
	2. Colocar telas de ventilación			
	3. Colocar envelope (interno y externo) en el neumático			
	4. Colocar tubo y defensa (pestañas)			
	5. Colocar aro de vulcanización			
	6. Inflado con aire el tubo (30 PSI)			
	7. Conectar bomba al vacío			
	8. Inspeccionar vaciado de aire			

	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Vulcanizado	Fecha	
	Área	Producción		
	Operario		Calificación	
	Revisado por			
Duración (estándar)	253,37 minutos	Insumos		
		Herramientas y/o máquinas	Autoclave	
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple	
Vulcanizado	1. Colocar neumático armado en el autoclave			
	2. Conectar las cañerías del vacío			
	3. Revisar correcto cerrado de puerta			
	4. Vulcanizado			
	5. Abrir puerta del autoclave			
	6. Retirar todas las cañerías colocadas			
	7. Retornar los neumáticos armados			

	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Descargue y desarmado	Fecha	
	Área	Producción		
	Operario		Calificación	
	Revisado por			
Duración (estándar)	7,75 minutos	Insumos	Fierro	
		Herramientas y/o máquinas		
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple	
Descargue y desarmado	1. Retirar el aro, tubo y defensa			
	2. Retirar el envelope y tiras de ventilación			
	3. Retirar plástico de alta temperatura			
	4. Realizar pre-inspección			
	5. Transportar el neumático a zona de inspección final			

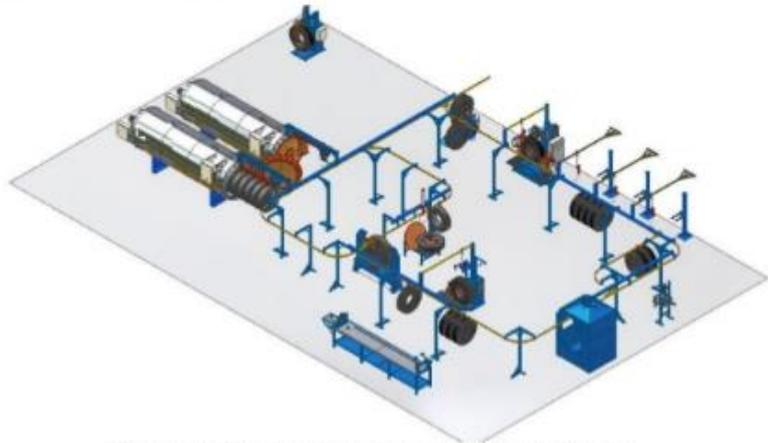
	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Pintado	Fecha	
	Área	Producción		
	Operario		Calificación	
	Revisado por			
Duración (estándar)	5,79 minutos	Insumos	Brocha, pintura	
		Herramientas y/o máquinas	Ventiladores	
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple	
Pintado	1. Colocar pintura de caucho negro sobre el neumático vulcanizado.			
	2. Secar el neumático			

	CONTROL DEL PROCESO DE REENCAUCHE			
	Operación	Inspección Final	Fecha	
	Área	Producción		
	Operario		Calificación	
	Revisado por			
Duración (estándar)	5,98 minutos	Insumos	Regla	
		Herramientas y/o máquinas		
Parámetro	Descripción	Cumple	No Cumple	
Inspección final	1. Colocar el neumático en máquina de inspección			
	2. Realizar la inspección			
	3. Transporte a almacén de producto terminado			
	4. Colocar el neumático reencauchado en su lugar			

Anexo 6. Cotización de monovías propuestas

Sistema monovía: Layout, asesoramiento e instalación

- ✓ Layout
- ✓ Diseño del sistema Monovía
- ✓ Instalación de monorraíles
- ✓ Instalación de elevadores neumáticos
- ✓ Mano de obra en la instalación (No incluye los materiales necesarios para la construcción)
- ✓ Tiempo límite de instalación: 30 días



Sistema de Monovías para reencachadora de llantas



LAYOUT: Intrans Rubber & Plastic SAC

PRECIO:

El precio 5 800 USD



Figura N° 67: Cotización de monovías propuestas

Fuente: INNTRANS RUBBER & PLASTIC S.A.C.

Anexo 7. Cotización de carro porta neumático propuesto

MARTINS
INDUSTRIES

TU FABRICANTE
DE EQUIPAMIENTO
NEUMÁTICOS

Inicio | Regístrate | Carrito (0) | Español

Búsqueda

SOPORTE EN LÍNEA | CONTÁCTENOS +1 450 293-9000

PRODUCTOS | ALQUILER DE RACKS | CAPACIDAD DE FABRICACIÓN | BLOG | PARTES | QUIÉNES SOMOS

Inicio > Carros Porta Neumáticos Tire Rider Standard

CARRO PORTA-NEUMÁTICOS

« VOLVER »



TIRE RIDER STANDARD
CÓDIGO DEL PRODUCTO: MSTC

\$299.00

En inventario - 25 disponibles

Cantidad: [Agregar al carro de compras »](#) [CÁLCULO DE ENVÍO »](#)

Este producto no califica para envío gratis.
[Política de envío »](#)

* Los precios se expresan en Dólares Americanos

Especificaciones

Dimensiones (L x A x A)	660 x 825 x 1500 mm 26" x 32,5" x 59"
Medida Max. del neumático	737 mm / 29" OD
Capacidad de carga	200 kg / 440 lb
Peso	19,5 kg / 42,5 lb
Color	Negro y naranja

[Video](#) [Imprimir](#)

Figura N° 68: Cotización de carro porta neumáticos

Fuente: MARTINS INDUSTRIES

Anexo 8. Cotización de estantes



**Líderes europeos
en estanterías**

+34 900 696 796
Ayuda telefónica de 09:30 a 18:00h

Estanterías Metálicas
Equipamiento Y Mantenición
Vestuarios

Mi Cuenta
0

Envío GRATIS desde 75€
Pago 100% seguro
La mejor calidad y precio online
+ 20.000 clientes satisfechos

Ractem > Estanterías metálicas > Estanterías de media carga >

Estantería V-Max

Ideal para el almacenamiento de mercancías de peso medio.







En stock.

1 Configura tu estantería

Alto

1600 mm

Fondo

315 mm

Niveles

4

Balda

Melamina

Color

Azul y naranja

2 Elige la anchura de tu estantería

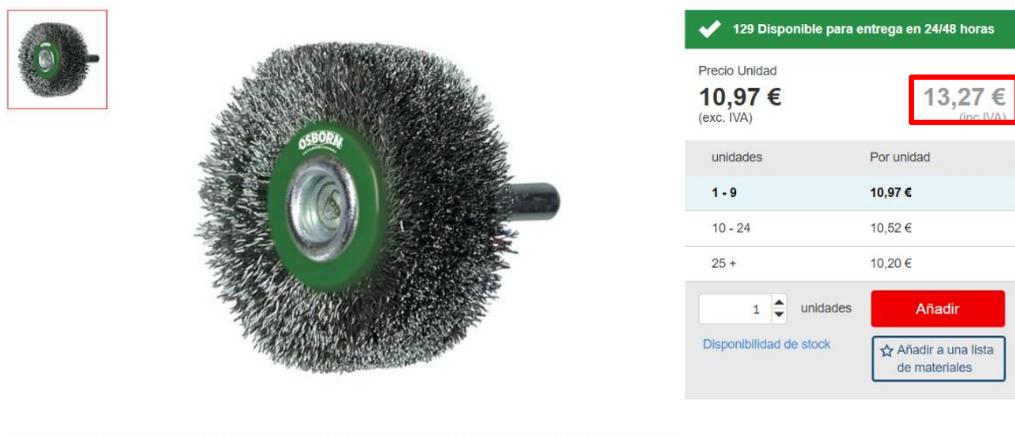
Alto (mm)	Ancho (mm)	Fondo (mm)	Niveles	Balda	Color	Carga / balda	Cantidad	Precio €
2438	1026	467	4	Melamina		275 kg	- 0 +	98,25 €
2438	1230	467	4	Melamina		200 kg	- 0 +	119,95 €
2438	1536	467	4	Melamina		110 kg	- 0 +	146,60 €


[Descargar instrucciones de montaje](#)

Figura N° 69: Cotización de estantes propuestos

Fuente: RACTEM RACKING SYSTEM

Anexo 9. Cotización de cepillos circulares para limpieza de neumáticos



129 Disponible para entrega en 24/48 horas

Precio Unidad
10,97 €
 (exc. IVA)

13,27 €
 (inc. IVA)

unidades	Por unidad
1 - 9	10,97 €
10 - 24	10,52 €
25 +	10,20 €

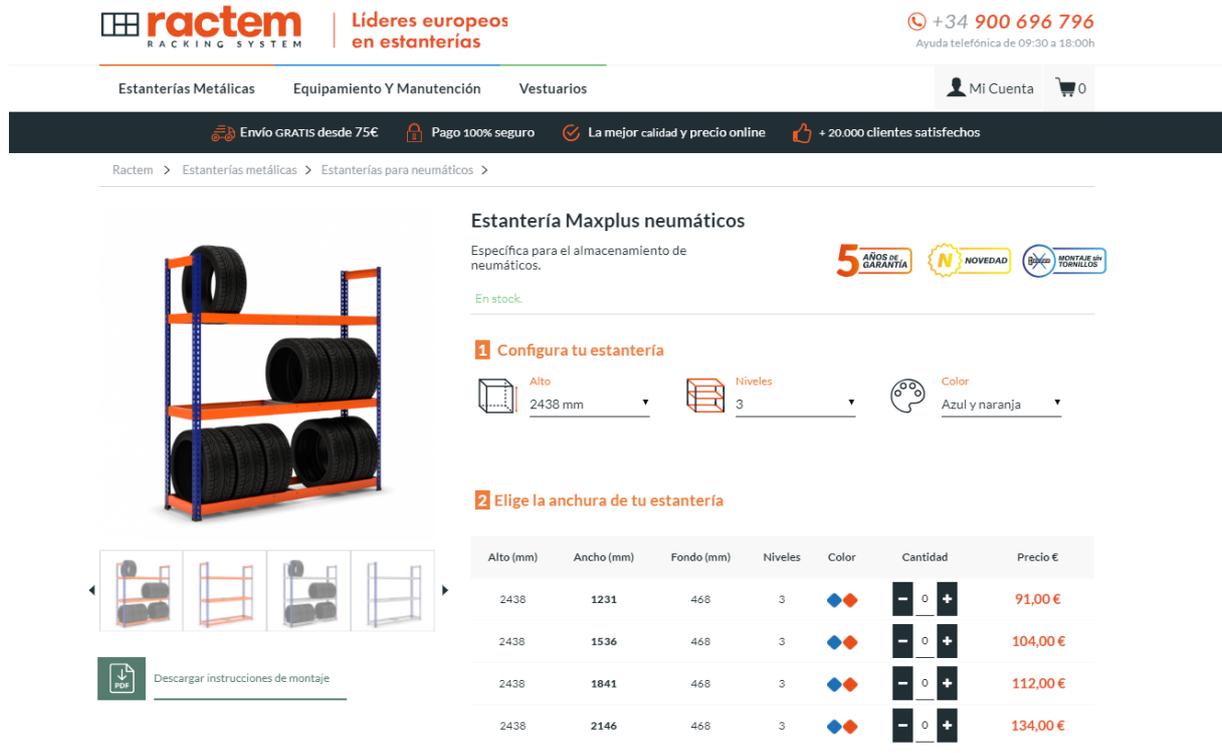
1 unidades **Añadir**

Disponibilidad de stock [Añadir a una lista de materiales](#)

Figura N° 70: Cotización de cepillos circulares para limpieza de neumáticos

Fuente: Societá Italiana TecnoSpazzole

Anexo 10. Cotización de estantes para neumáticos



ractem RACKING SYSTEM | Líderes europeos en estanterías

+34 900 696 796
 Ayuda telefónica de 09:30 a 18:00h

Estanterías Metálicas Equipamiento Y Mantenimiento Vestuarios

Envío GRATIS desde 75€ Pago 100% seguro La mejor calidad y precio online + 20.000 clientes satisfechos

Ractem > Estanterías metálicas > Estanterías para neumáticos >

Estantería Maxplus neumáticos

Específica para el almacenamiento de neumáticos.

En stock

5 AÑOS DE GARANTÍA NOVEDAD MONTAJE EN TORXILLOS

1 Configura tu estantería

Alto: 2438 mm Niveles: 3 Color: Azul y naranja

2 Elige la anchura de tu estantería

Alto (mm)	Ancho (mm)	Fondo (mm)	Niveles	Color	Cantidad	Precio €
2438	1231	468	3	◆◆	- 0 +	91,00 €
2438	1536	468	3	◆◆	- 0 +	104,00 €
2438	1841	468	3	◆◆	- 0 +	112,00 €
2438	2146	468	3	◆◆	- 0 +	134,00 €

Descargar instrucciones de montaje

Figura N° 71: Cotización de estantes para neumáticos

Fuente: RACTEM RACKING SYSTEM

Anexo 11. Cotización de la máquina de inspección propuesta



Máquinas y Equipos para el reencauche: Intrans Rubber & Plastic SAC

5 de agosto de 2017 · 🌐

Inspeccionadora para el reencauche de llantas disponible desde 3800USD. Disponible en Lima, Huánuco y Pucallpa. Envío e instalación gratuito a todo el Perú. Envíos al Extranjero precio Ex W. Pedidos al Facebook o llame al celular 51-961661583. También disponible al wsp. Por este mes descuento en todos los productos y servicios.



Figura N° 72: Cotización de la máquina de inspección propuesta

Fuente: INNTRANS RUBBER & PLASTIC S.A.C.

Anexo 12. Entrevista Estructural – Encuestas

- Entrevista Estructuradas

Para analizar la propuesta de mejora se realizó una entrevista estructurada, con aplicación de esta herramienta se realizó un sondeo más amplio en el personal para apreciar el grado de calificación y el conocimiento o no de algunos ítems relacionados a temas de métodos de trabajo, mantenimiento, mano de obra, distribución de planta, materiales y máquinas en la empresa REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L. La encuesta fue aplicada a los 6 operarios que trabajan directa e indirectamente en el área de producción del reencauche de neumáticos.

- Encuestas

Esta encuesta fue realizada a los operarios que trabajan directa e indirectamente en el área de producción con el objetivo de recolectar información acerca de las causas que influyen en la baja producción en el reencauchado de neumáticos. Estas encuestas fueron tomadas de dos artículos científicos: Mejoramiento del nivel de producción de las máquinas empaquetadoras en la empresa Mavenca C.A., Barquisimeto, Estado Lara y Propuesta de implementación de mejora en el proceso de reencauchado de neumáticos para incrementar la productividad en la empresa Reencauchadora Rubbers S.R.L. Cajamarca, Perú, cuyos objetivos fueron, en el primer artículo, mejorar el nivel de productividad en las máquinas empaquetadoras con la finalidad de elaborar productos de calidad que puedan competir en el mercado nacional e internacional tan exigente de hoy en día, para ello utilizaron diferentes técnicas y herramientas necesarias para la recolección de la información, entre las cuales se encuentran: la observación directa, encuestas, tormenta de ideas, diagrama de operaciones del proceso, diagrama de causa-efecto, diagrama de Pareto, entrevistas estructuradas.

La encuesta está compuesta por diez (10) preguntas de tipo cerradas.

Encuesta N° 01

La presente encuesta tiene como objetivo recolectar información acerca de las causas que influyen en la baja producción en el reencauchado de neumáticos. Esta encuesta fue realizada a los operarios que trabajan directa e indirectamente en el área de producción.

Nombre y Apellidos: _____

Edad: _____ Años en la empresa: _____

Marca con una (X) la respuesta que sea correcta según su opinión:

1. ¿Cuentan con equipos de protección personal para realizar sus labores?

SÍ () NO ()

2. ¿Considera usted que la empresa desarrolla programas de incentivos para elevar la motivación del personal?

SÍ () NO ()

3. ¿Considera usted que trabaja bajo presión al momento de realizar su labor en el reencauche de neumáticos?

SÍ () NO ()

4. ¿Existen procedimientos estándares de operación que describan la forma correcta de realizar las actividades del reencauche de neumáticos?

SÍ () NO ()

5. ¿Existen manuales de entrenamiento y capacitación para el proceso de reencauche de neumáticos?

SÍ () NO ()

6. Cuando iniciaron a trabajar en esta empresa ¿Se les hizo una pequeña inducción sobre lo que debían hacer y cómo debería hacerlo?

SÍ () NO ()

7. ¿Cree usted que cuenta con los equipos y herramientas necesarias para realizar su trabajo?

SÍ () NO ()

8. ¿Anteriormente ha tenido experiencia laboral en una empresa dedicada al reencauche?

SÍ () NO ()

9. Al final el trabajo ¿Sabe usted si lo realizó de manera correcta?

SÍ () NO ()

10. ¿Considera que es necesario realizar mejoras en el área de producción de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.?

SÍ () NO ()

Los resultados obtenidos de cada uno de los ítems de la encuesta se muestran tanto en las tablas siguientes respectivamente.

Análisis de los resultados de la entrevista estructura

A continuación se presenta cada una de las preguntas contenidas en la entrevista realizada, acompañadas de las tablas (del 122 al 131) y de los gráficos (del 75 y 84) de análisis estadístico de los resultados comúnmente llamados gráficos de pastel por su forma, también se cuenta con el respectivo análisis de los resultados.

Ítem 1: ¿Cuentan con equipos de protección personal para realizar sus labores?

Tabla 122: Tabulación de respuesta ítem 1 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	3	50
NO	3	50
Total	6	100



Figura N° 73: Resultado del ítem 1

Con los resultados obtenidos se puede observar que el cincuenta por ciento (50%) del personal dijo que cuentan con equipos de protección personal, esto se debe a que no todos los operarios cuentan con los EPP necesarios para realizar su trabajo.

Ítem 2: ¿Considera usted que la empresa desarrolla programas de incentivos para elevar la motivación del personal?

Tabla 123: Tabulación de respuesta ítem 2 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	0	0
NO	6	100
Total	6	100

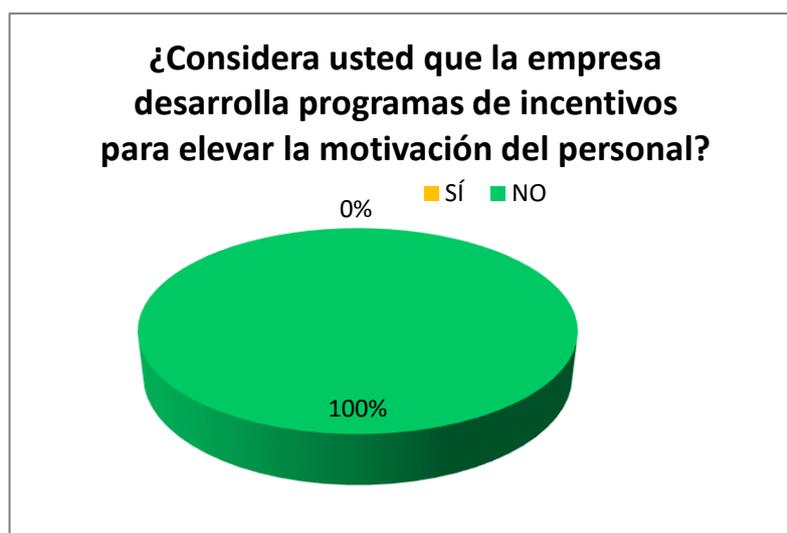


Figura N° 74: Resultado del ítem 2

Con los resultados obtenidos el cien por ciento (100%) de los trabajadores no considera que la empresa desarrolle programas para incentivar al personal para elevar su motivación.

Ítem 3: ¿Considera usted que trabaja bajo presión al momento de realizar su labor en el reencauche de neumáticos?

Tabla 124: Tabulación de respuesta ítem 3 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	2	33
NO	4	67
Total	6	100

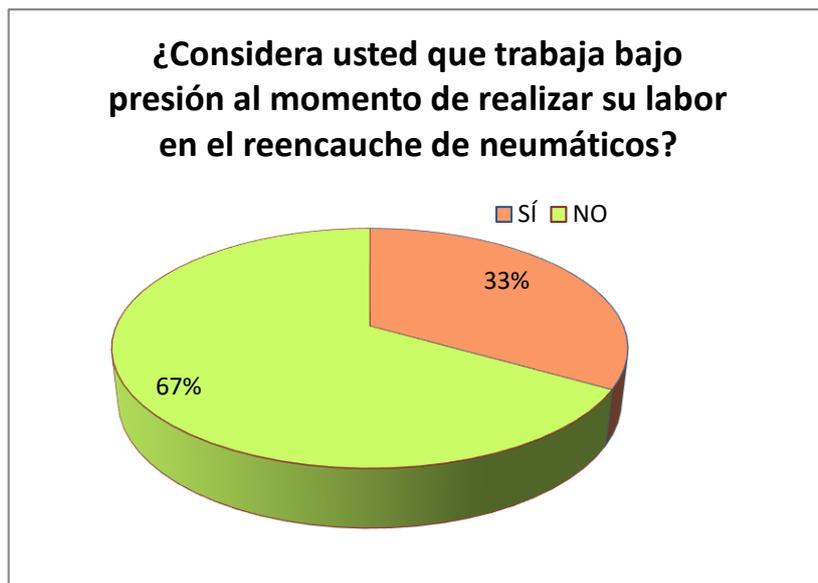


Figura N° 75: Resultado del ítem 3

Con los resultados obtenidos el sesenta y siete por ciento (67%) considera que no trabaja bajo presión.

Ítem 4: ¿Existen procedimientos estándares de operación que describan la forma correcta de realizar las actividades del reencauche de neumáticos?

Tabla 125: Tabulación de respuesta ítem 4 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	0	0
NO	6	100
Total	6	100



Figura N° 76: Resultado del ítem 4

El cien por ciento (100%) de los encuestados respondió que no existen procedimientos estándares de operación que describen la forma correcta de realizar las actividades del reencauche de neumáticos.

Ítem 5: ¿Existen manuales de entrenamiento y capacitación para el proceso de reencauche de neumáticos?

Tabla 126: Tabulación de respuesta ítem 5 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	2	33
NO	4	67
Total	6	100

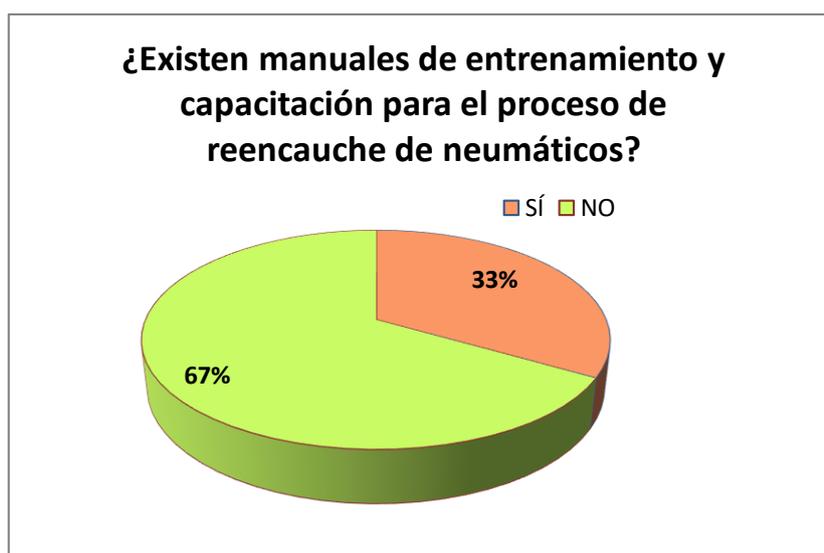


Figura N° 77: Resultado del ítem 5

De la encuesta realizada el sesenta y siete por ciento (67%) del personal opinó que no existen manuales de entrenamiento y capacitación para el proceso de reencauche de neumáticos.

Ítem 6: Cuando iniciaron a trabajar en esta empresa ¿Se les hizo una pequeña inducción sobre lo que debían hacer y cómo debería hacerlo?

Tabla 127: Tabulación de respuesta ítem 6 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	0	0
NO	6	100
Total	6	100



Figura N° 78: Resultado del ítem 6

Con los resultados obtenidos el cien por ciento (100%) de los trabajadores manifiesta que no se les hizo inducción sobre lo que debían hacer y cómo deberían hacer los procesos de reencauche de neumáticos.

Ítem 7: ¿Cree usted que cuenta con los equipos y herramientas necesarias para realizar su trabajo?

Tabla 128: Tabulación de respuesta ítem 7 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	0	0
NO	6	100
Total	6	100



Figura N° 79: Resultado del ítem 7

Con los resultados obtenidos el cien por ciento (100%) de los trabajadores manifiesta que no cuentan con los equipos y herramientas necesarias para realizar su trabajo.

Ítem 8: ¿Anteriormente ha tenido experiencia laboral en una empresa dedicada al reencauche?

Tabla 129: Tabulación de respuesta ítem 8 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	4	67
NO	2	33
Total	6	100



Figura N° 80: Resultado del ítem 8

Con los resultados obtenidos el sesenta y siete por ciento (67%) de los trabajadores del área de producción manifestó que tienen experiencia laboral con respecto reencauche de neumáticos.

Ítem 9: Al final el trabajo ¿Sabe usted si lo realizó de manera correcta?

Tabla 130: Tabulación de respuesta ítem 9 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	0	0
NO	6	100
Total	6	100



Figura N° 81: Resultado del ítem 9

El cien por ciento (100%) del personal no sabe si al finalizar su trabajo lo hizo correctamente o no.

Ítem 10: ¿Considera que es necesario realizar mejoras en el área de producción de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L.?

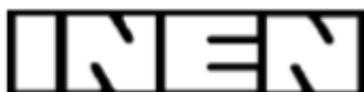
Tabla 131: Tabulación de respuesta ítem 10 de la encuesta

Alternativas	Número de respuestas	Porcentaje (%)
SÍ	5	83
NO	1	17
Total	6	100



Figura N° 82: Resultado del ítem 10

El ochenta y tres por ciento (83%) de los trabajadores consideran necesario realizar mejoras en el área de producción de la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L., el otro porcentaje del personal le es indiferente la decisión.



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.
- o 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.
 - o Señales visibles de contaminación por fluidos (aceites, hidrocarburos y/o productos químicos).
 - o La carcasa para reencauche no debe tener más de 7 años desde su fecha de fabricación
 - o Inscripciones de DOT, fecha de fabricación, capacidad de carga, índice de velocidad y presión de inflado ilegibles.
 - o Solo se aceptarán reencauches que hayan tenido antes como máximo 4 reencauches
 - o El neumático no debe tener más de 4 picaduras.
 - o El desgaste máximo de la banda de rodamiento del neumático demandado debe ser de 12 mm como máximo.
 - o 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.

5.3. Raspado

5.3.1. 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) última versión o el fabricante de la carcasa. De no disponerse de la información por los mencionados organismos, el proceso estará establecido en el manual del reencauchador.

5.3.2. La totalidad de la superficie en la cual va a ser aplicado el material nuevo debe ser preparado previamente sin calentamiento excesivo y la apariencia debe corresponder a las texturas 3 ó 4 de la RMA (USA) última versión. Ver figura 17.

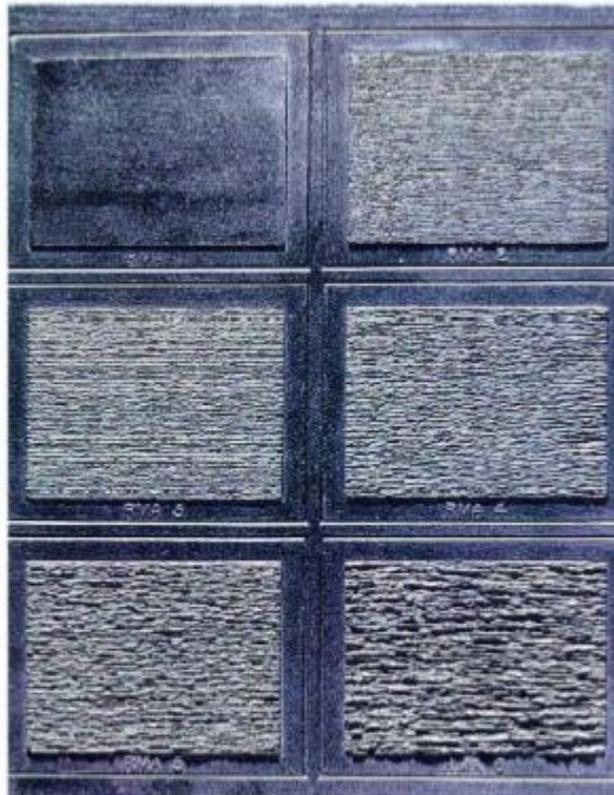


FIGURA 17. Textura de la RMA (USA)

5.3.3. En la carcasa radial se permite un deterioro por el raspado, localizado en el cinturón de trabajo, de acuerdo con lo indicado en las tablas 1 y 2 y figura 16 de esta norma. Para daños mayores no reparables en éste no se permite la sustitución parcial o total y se debe rechazar la carcasa. Si el neumático posee cinturón de protección y éste estuviese dañado, se permite su eliminación sin reemplazo, teniendo en consideración las especificaciones del fabricante.

5.4. Preparación

5.4.1. Después del raspado y antes de la aplicación del material nuevo, cada neumático debe ser cuidadosamente inspeccionado para verificar que todavía se mantiene en condiciones de ser reencauchado.

5.4.2. Los daños causados por el raspado sobre los neumáticos no deben exceder los límites definidos en las tablas 1 y 2 y figura 16.

Tabla 1. Límites de reparación con parche

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	Ver figura 16	15	30	6
	Camiones y ómnibus o sus derivados y acoplados con altura de sección inferior o igual a 230 mm	65	Ver figura 16	20	30	6
Camiones y ómnibus o sus derivados y acoplados con altura de sección superior a 230 mm	75	Ver figura 16	30	35	6	

NP = No permitido

IMPORTANTE

- 1) 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.
- 2) Los daños no pasantes en cubiertas de neumáticos convencionales de camiones de uso mixto (dentro y fuera de carretera) y sus acoplados livianos exigen la aplicación de parche de telas siempre que el daño excede los 30 mm, aplica una reparación menor.
- 3) Los daños no pasantes en la banda de rodamiento (área B) de cubiertas RADIALES de camiones y buses, que afecten al cinturón de trabajo más próximo al pliego de la carcasa, con medida superior a 8 mm, siempre exigen parche.
- 4) 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.

- 3.6. 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 envolepe 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 reencache 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 NEUMATICOS - 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 N° 83: Resumen de la norma Técnica Ecuatoriana: Requisitos del Reencauche de neumáticos

Anexo 13. Manual de Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group



Prácticas recomendadas de la industria para el renado de llantas y la reparación de llantas



**Fecha de publicación:
15 de agosto de 1977**

**Fecha de revisión:
21 de marzo de 2018**



Declaración de propósito

El propósito del TRMG es mantener la imagen positiva y la credibilidad de las industrias de renovado y reparación de llantas de Norteamérica, y a la vez proteger los intereses del público. Esto se logra por medio de la educación y la difusión de la información a través de los esfuerzos cooperativos del TRMG, las compañías de renovado y reparación de llantas y otras organizaciones comprometidas con estas industrias e involucradas en ellas.

Además, las actividades del TRMG incluyen, pero sin limitarse a ello, el desarrollo, la actualización y la distribución de documentos tales como las Prácticas recomendadas de la industria para el renovado de llantas y la reparación de llantas, a fin de mantener la información específica de la industria relevante y actualizada.



INTRODUCCIÓN

La industria del renovado y la reparación de llantas sirve a un propósito fundamental en el reciclado de las llantas gastadas. A través del reciclado se ahorran valiosos recursos naturales y se prolonga la función económica de las llantas. Para mejorar la seguridad del público y de la industria, y la eficiencia en el renovado y la reparación de llantas radiales para autos de pasajeros, llantas radiales con cuerpo de tela para camionetas, llantas radiales con cuerpo de acero para camionetas, llantas para camiones medianos, llantas radiales para camiones pesados y para autobuses y de construcción diagonal, el Grupo de fabricantes de bandas de rodamiento de caucho y materiales de reparación para llantas (Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers' Group - TRMG), tomando en cuenta los puntos de vista de los miembros interesados de las industrias involucradas y el público, ha elaborado y actualiza periódicamente este conjunto de Prácticas recomendadas de la industria para el renovado de llantas y la reparación de llantas (IRP).

Las IRP son totalmente voluntarias. Ni el TRMG ni otras asociaciones o compañías han acordado el uso de las IRP, ni la adopción u observancia de las IRP, como condición para ser miembro. Tampoco el TRMG ni otras asociaciones buscan inspeccionar o acreditar las operaciones de los miembros de la industria ni imponer el cumplimiento de las IRP.

Ningún miembro de la industria ni ninguna otra persona tiene autorización para usar estas IRP a los fines de publicitar, promocionar, inducir o desacreditar la venta de llantas renovadas o reparadas ni de los servicios de renovado o reparación de llantas.

Aunque el TRMG quisiera hacerlo así, no es posible presentar en estas IRP las advertencias y precauciones que cubran toda posible eventualidad. Las IRP, por ejemplo, no eliminan la necesidad de capacitación profunda y práctica del personal de la industria en áreas como el montaje/desmontaje, balanceo de llantas y renovado/reparación. El personal que trabaja en estos servicios debe haber sido capacitado profesionalmente por personas calificadas para llevar a cabo dicha capacitación.

Las preguntas relativas a un producto o equipo de servicio específico deben dirigirse al fabricante de dicho producto.

Las publicaciones del Gobierno Federal de los EE. UU. incluidas en el Índice como "Documentos de referencia" se indican solo para facilidad de consulta en conjunto con estas IRP. Pueden obtenerse de los organismos gubernamentales correspondientes y de la Oficina de Impresión del Gobierno de los EE. UU.

Aunque la Oficina para la información del renovado y la reparación de llantas (TRIB) no participó en las discusiones técnicas que llevaron a la redacción de este documento, la TRIB ha sido designada como el agente exclusivo para la distribución y divulgación general de las IRP. Todo comentario o sugerencia puede enviarse a la TRIB, de donde pueden obtenerse ejemplares adicionales de las IRP:

Oficina para la información del renovado y la reparación de llantas (Tire Retread and Repair Information Bureau)
1013 Birch Street
Falls Church, VA 22046 - EE. UU.
Teléfono: 703-533-7677
Fax: 703-533-7678
www.retread.org
Correo electrónico: info@retread.org

© 1977 – 2018. Todos los derechos reservados. La reproducción o distribución no autorizada está prohibida por ley y por tratados internacionales, que se harán cumplir estrictamente.

El TRMG y la TRIB declinan toda responsabilidad de lesiones personales, daños materiales u otros daños en absoluto, ya sean directos, indirectos, especiales, consiguientes u otros, resultantes de cualquier uso o dependencia de las IRP o de cualquier información contenida en las IRP, por cualquier persona o entidad. Ni el TRMG, ni la TRIB ni ninguno de sus funcionarios, directores, empleados, miembros, agentes o afiliados proporcionan ninguna seguridad, declaración o garantía, expresa o implícita, con respecto a la exactitud, integridad, utilidad o adecuación de las IRP o de cualquier información contenida en las IRP.

Estas IRP se proporcionan solo para propósitos educativos. En las publicaciones y la difusión de las IRP, ni el TRMG ni la TRIB se comprometen a prestar servicios profesionales o de otro tipo ni asesoramiento para ninguna persona o entidad ni en su nombre. Además, ni el TRMG ni la TRIB se comprometen a realizar o asumir ningún servicio que cualquier persona o entidad deba a cualquier otra persona o entidad. Todo aquel que use estas IRP o cualquier parte de ellas deberá basarse en su propio criterio independiente o, si fuera apropiado, buscar el asesoramiento de un profesional competente para determinar la aplicación del cuidado razonable y del criterio en cualquier circunstancia.

Los usuarios de las IRP o de cualquier parte de ellas deben consultar las leyes y reglamentaciones federales, estatales/provinciales y locales aplicables. Ni el TRMG ni la TRIB se proponen, mediante la publicación de las IRP o de cualquier información contenida en ellas, promover, sugerir ni alentar ninguna acción que incumpla las leyes aplicables, y no debe interpretarse que lo hagan las IRP.



NAVEGACIÓN POR LAS IRP

Los cuadros siguientes muestran las pautas de medida de las llantas para camionetas, camiones medianos y camiones pesados. Se alienta a los renovadores a usar este cuadro como una guía para determinar qué sección de las IRP deben consultar cuando vayan a renovar o reparar una llanta. Además de proporcionar pautas de medida, el cuadro tiene un código de colores que se corresponde con las diversas secciones de las IRP.

CUADRO DE MEDIDAS DE LLANTAS RADIALES PARA CAMIONETAS

RENOVADO	REPARACIÓN	RENOVADO	REPARACIÓN
Tela, camionetas (Hasta el rango de carga E) 6,50 – 12,50 215/85 – 255/85 215/75 – 265/75	Tela, camionetas (Hasta el rango de carga E) 6,50 – 12,50 215/85 – 255/85 215/75 – 265/75	Cuerpo de acero*, camionetas <small>*o material similar</small> (Rango de carga E y superiores) 225/75R16 – 245/75R17	Cuerpo de acero*, camionetas <small>*o material similar</small> (Rango de carga E y superiores) 225/75R16 – 245/75R17

CUADRO DE MEDIDAS DE LLANTAS RADIALES PARA CAMIONES MEDIANOS Y PESADOS

RENOVADO		REPARACIÓN	
Camiones medianos 7,50 – 10,00 8 – 11 215/75 – 285/75	Radiales, camiones pesados 11,00- 16,00 12 – 18 295/80 – 445/65 435/50 - 495/50	Camiones medianos 7,50 – 10,00 8 – 11 215/75 – 285/75	Radiales, camiones pesados 11,00- 16,00 12 – 18 295/80 – 445/65 435/50 - 495/50

NOTA: Las dimensiones que se muestran son para orientación general. Las recomendaciones de los fabricantes de material de reparación y de llantas nuevas pueden diferir. Los límites específicos deben basarse en las recomendaciones del fabricante de llantas, el fabricante de material de reparación y el tipo de servicio de la llanta. Consulte al fabricante de llantas y al fabricante de material de reparación en caso de medidas de llantas no incluidas.

RENOVADO DE LLANTAS PARA CAMIONES MEDIANOS, RADIALES PARA CAMIONES PESADOS Y PARA AUTOBUSES

I. PROPÓSITO	44
II. ALCANCE	44
III. TERMINOLOGÍA DE LA INDUSTRIA	44
IV. INSPECCIÓN Y SELECCIÓN INICIAL DE LAS CARCASAS PARA EL RENOVADO	44
A. Indicación general	44
B. Criterios de inspección de carcassas de llantas para camiones medianos, radiales para camiones pesados y para autobuses que se utilizan en la carretera	45
C. Criterios de selección para el renovado de carcassas de llantas para camiones medianos, radiales para camiones pesados y para autobuses, para uso en aplicaciones de ejes de dirección	46
D. Indicadores de daño tipo cremallera	46
V. PROCESAMIENTO	47
A. Indicación general	47
B. Raspado	47
C. Cementado (si fuera necesario)	48
D. Embandado/Aplicación de banda de rodamiento	48
E. Vulcanización	50
VI. INSPECCIÓN FINAL	52

VII

Figura N° 84: Descripción del manual Tread Rubber and Tire Repair Materials Manufacturers Group