



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Proyecto para Implementación de una Planta Reencauchadora de
Neumáticos para Transporte Pesado”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Josué Miguel Gavilanes Triviño

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2013

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Federico Camacho,
Director de Tesis, por su
invaluable guía, colaboración y
tiempo prestado en la
realización y culminación de
este trabajo.

A todas las personas que
brindaron su ayuda de manera
desinteresada.

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS ABUELOS

A MI HERMANA

A MIS TÍOS

A MI NOVIA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Federico Camacho B.
DIRECTOR

Ing. Gonzalo Zabala O.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la “ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Josué Miguel Gavilanes Triviño

RESUMEN

Cada año millones de neumáticos se desechan en los botaderos de basura a nivel mundial, generando un gran problema ambiental. En nuestro país se importan aproximadamente 450.000 neumáticos anualmente, de los cuales se reencauchan solamente el 30%, el resto de neumáticos van a parar a los botaderos; este problema se acentúa debido a que cada año el parque automotor crece. Además del problema ambiental al desechar un neumático, existe un desconsiderado uso de recursos naturales para producir un neumático nuevo. Fabricar un neumático nuevo requiere aproximadamente de 22 galones de petróleo, mientras que uno reencauchado solo 7 galones de petróleo.

En esta tesis de grado se proyectó un estudio técnico-económico sobre la implementación de una planta reencauchadora de neumáticos para transporte pesado. En la primera parte de este estudio se analizó la teoría relacionada con el reencauche. Se determinó el método de reencauchado para el diseño de la planta, se describió las normas y manuales que intervienen en el proceso de reencauchado en frío. En la parte final de este capítulo se analizó la situación actual del reencauchado en el Ecuador, y se justificó la implementación de esta planta.

La ingeniería del proyecto presentó el estudio técnico para la implementación de la planta. Se describió detalladamente cada etapa del reencauchado en frío, las materias primas y maquinarias que intervienen. Se determinó la capacidad de producción y se seleccionó el proveedor de la línea completa de producción. Finalmente se analizó la ubicación y distribución de planta.

En la parte final, se determinó la inversión inicial para la implementación y puesta en marcha de la planta. Y se evaluó la rentabilidad del proyecto por medio del TIR y del VAN.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE PLANOS	XIII
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1

1. REENCAUCHADO DE NEUMÁTICOS.....	4
1.1. Introducción	4
1.2. Neumáticos.....	5
1.2.1. Materiales.....	7
1.2.2. Estructura y dimensiones del Neumático	8
1.2.3. Tipos de construcción de neumáticos	12
1.2.4. Identificación del neumático	14
1.2.5. Factores que afectan el desempeño de un neumático.....	17
1.3. Reencauchado.....	19
1.3.1. Beneficios de reencauchar neumáticos.....	20
1.3.2. Tipos de proceso de reencauchado	22
1.3.3. Reencauchado en Frio vs Reencauchado en Caliente	27
1.4. Normalización	32

1.4.1.	Normas INEN	33
1.4.2.	Normas Internacionales	34
1.4.3.	Manuales.....	36
1.5.	Desarrollo del reencauchado en el Ecuador	37
1.6.	Justificación del proyecto.....	40
1.6.1.	Estimación de la demanda insatisfecha de neumáticos	40
1.6.2.	Identificación y caracterización de la población objetivo	42

CAPÍTULO 2

2.	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	45
2.1.	Ubicación de la planta.....	45
2.2.	Producto a elaborar	48
2.3.	Materia Prima	49
2.3.1.	Especificaciones de la materia prima	52
2.3.2.	Protección de la materia prima durante el almacenado	55
2.4.	Proceso de reencauchado en frío.....	57
2.4.1.	Inspección Inicial	58
2.4.2.	Raspado.....	60
2.4.3.	Reparación	63
2.4.4.	Cementación	65
2.4.5.	Embanado	66
2.4.6.	Encamisado	67
2.4.7.	Curado	70
2.4.8.	Inspección final.....	71
2.5.	Tamaño de la planta	72
2.6.	Selección de maquinaria.....	75

2.6.1. Criterios de evaluación de proveedores	77
2.6.2. Selección de proveedor.....	81
2.6.3. Características de las maquinarias	84
2.7. Distribución de planta	86

CAPÍTULO 3

3. COSTOS DEL PROYECTO	89
3.1. Presupuesto para la implementación.....	89
3.2. Evaluación de la inversión	98

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
---	-----

PLANOS

APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

TIA:	Tire Industry Association.
TRIB:	Tire Retread & Repair Information Bureau.
TRMG:	Tread Rubber and Tire Repair Material Manufacturers Association.
RMA:	Rubber Manufacturers Association.
CFR:	Code of Federal Regulations.
MIPRO:	Ministerio de Industrias y Productividad.
IRAM:	Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
INEN:	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
ITRA:	International Tire and Rubber Association.
AEADE:	Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador.
F.O.B:	Free on Board.
VAN:	Valor Actual Neto.
TIR:	Tasa Interna de Retorno.
TMAR:	Tasa Mínima de Aceptación de Rendimiento.
PAJ:	Proceso Analítico Jerárquico

SIMBOLOGÍA

T:	Temperatura
P:	Presión
°C:	Grado centígrado
mm:	Milímetro
m:	Metro
m ² :	Metro cuadrado
psi:	Libras sobre pulgadas al cuadrado
MPa:	Mega Pascales
min:	Minutos
gm/cm ³ :	Densidad relativa
KN/m:	Resistencia al desgarro
C.C.:	Caballo de caldera
m ³ :	Flujo másico
gal.:	Galón

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura de un neumático radial	9
Figura 1.2 Principales dimensiones de un neumático	11
Figura 1.3 Neumático Radial.....	13
Figura 1.4 Neumático convencional.....	13
Figura 1.5 Características más importantes.....	15
Figura 1.6 Carcasa con su nueva banda de rodamiento.....	20
Figura 1.7 Inspección inicial.....	23
Figura 1.8 Raspado.....	23
Figura 1.9 Reparación.....	24
Figura 1.10 Encojinado	24
Figura 1.11 Vulcanizado	24
Figura 1.12 Inspección Final	24
Figura 1.13 Inspección Inicial.....	25
Figura 1.14 Raspado.....	25
Figura 1.15 Reparación.....	26
Figura 1.16 Cementación.....	26
Figura 1.17 Embanado.....	26
Figura 1.18 Envolvimiento.....	26
Figura 1.19 Curado	27
Figura 1.20 Inspección Final	27
Figura 1.21 Porcentaje de buses y camiones por provincias	43
Figura 1.22 Unidades disponibles para reencauchar	44
Figura 2.1 Localización recomendada para la instalación de la planta	47
Figura 2.2 Neumático usado	50
Figura 2.3 Caucho de reparación.....	50
Figura 2.4 Cemento	51
Figura 2.5 Cojín.....	51
Figura 2.6 Bandas pre-curadas.....	52
Figura 2.7 Apilamiento de neumáticos	56
Figura 2.8 Esquema de equipo para inspección inicial	60

Figura 2.9 Esquema de máquina para raspar	62
Figura 2.10 Esquema de equipo para reparar la carcasa	64
Figura 2.11 Equipo para rociar cemento	65
Figura 2.12 Building machine.....	67
Figura 2.13 Modelo en línea	68
Figura 2.14 Modelo de brazo oscilante	69
Figura 2.15 Equipo para instalar aro	69
Figura 2.16 Autoclave eléctrico	70
Figura 2.17 Equipo para rociar pintura.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Funciones del neumático.....	6
Tabla 1.2 Componentes de un neumático para camión	8
Tabla 1.3 Índice de cargas	16
Tabla 1.4 Símbolos de velocidad.....	17
Tabla 1.5 Reencauchado en caliente	23
Tabla 1.6 Reencauchado en frío	25
Tabla 1.7 Pesos de los Criterios.....	28
Tabla 1.8 Datos Técnicos-Económicos	28
Tabla 1.9 Matriz de decisión de proceso de reencauchado	30
Tabla 1.10 Empresas reencauchadoras en Ecuador.....	39
Tabla 1.11 Demanda insatisfecha de neumáticos	42
Tabla 2.1 Medidas de neumáticos a reencauchar	48
Tabla 2.2 Diseños De Bandas De Rodamiento Pre-Curadas.....	49
Tabla 2.3 Balance de materia prima.....	50
Tabla 2.4 Especificaciones del cemento	53
Tabla 2.5 Especificaciones Del Caucho De Relleno.....	53
Tabla 2.6 Especificaciones del cojín.....	54
Tabla 2.7 Especificaciones banda Pre-Curada	54
Tabla 2.8 Capacidad y costos De Autoclaves	74
Tabla 2.9 Maquinaria necesaria	75
Tabla 2.10 Datos de los proveedores.....	76
Tabla 2.11 Peso de cada criterio	80
Tabla 2.12 Matriz De Evaluación De Proveedores	82
TABLA 2.13 Descripción técnica revisadora de neumáticos.....	84
Tabla 2.14 Descripción técnica raspadora de neumáticos	85
Tabla 2.15 Descripción técnica reparadora de neumáticos.....	85
Tabla 2.16 Descripción técnica constructora de neumáticos.....	85
Tabla 2.17 Descripción técnica equipo para envolvimiento	85
Tabla 2.18 Descripción técnica equipo enllantamiento.....	85
Tabla 2.19 Descripción técnica autoclave	86
Tabla 3.1 Equipo de producción	90
Tabla 3.2 Herramientas	91

Tabla 3.3 Equipo de oficina y ventas	92
Tabla 3.4 Terreno y obra civil	92
Tabla 3.5 Inversión en activo diferido	93
Tabla 3.6 Capital de trabajo	94
Tabla 3.7 Inversión total	95
Tabla 3.8 Tabla de amortización	96
Tabla 3.9 Costo anual de operación	98
Tabla 3.10 Distribución de valores de costos	99
Tabla 3.11 Punto de equilibrio	100
Tabla 3.12 TMAR	100
Tabla 3.13 TIR y VAN del proyecto	102

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1.	Vista en 3D de la Planta
Plano 2.	Distribución de Planta Reencauchadora de Neumáticos
Plano 3.	Área de Producción
Plano 4.	Datos de Carga para Obra Civil
Plano 5.	Datos Eléctricos para Instalación

INTRODUCCIÓN

En nuestro país existen 149.507 unidades de transporte pesado (buses y camiones), mercado que generó en el año 2012 una demanda 1'794.084 neumáticos, valor que va incrementando cada año. El precio de cada neumático varía en función del costo del barril del petróleo al ser un subproducto de este, originando que el precio de un neumático sea elevado, encareciendo el costo de operación del transportista. Energéticamente un neumático nuevo requiere aproximadamente 22 galones de petróleo para su elaboración, además este al no ser reciclado genera grandes problemas medioambientales.

La vía para poder incrementar la vida útil de un neumático, hasta tres veces después de usarse la primera vez, reducir el consumo de galones de petróleo de 22 galones a 7 galones por cada vez que se reutilice, disminuir los desechos sólidos en los botaderos y generar una disminución en los costos de operación de un transportista es el reencauchado de neumáticos. La presente investigación tiene como objetivo el estudio técnico-económico para la implementación de una planta reencauchadora.

La parte inicial de este estudio se divide en tres fases: Fundamento Teórico, Situación Actual del Reencauchado en nuestro país y Justificación del Proyecto. El fundamento teórico hace descripción general de los neumáticos de transporte pesado y del reencauchado. Se determina el proceso con que se diseñara la planta, y se describe las normas y manuales que intervienen. En la Situación Actual del reencauchado se analiza cómo ha ido evolucionando este sector en nuestro país durante los últimos años. Finalmente en la Justificación del Proyecto se hace un análisis del mercado de neumáticos a nivel nacional, y se determina la población objetivo hacia donde estará dirigido nuestro servicio.

La ingeniería del proyecto desarrolla un estudio técnico del proceso de reencauchado en frío. Para el diseño del proceso y de la planta se tomó como guía TIA Handbook-“Manual de Proceso de Reencauche/Reparación”, que define aspectos técnicos y de calidad de cada etapa para reencauchar un neumático. Se detallan las materias primas empleadas en cada proceso, y se determina la capacidad de la planta. Se analiza el tiempo de operación en cada equipo y se selecciona al proveedor de las maquinarias mediante un proceso de evaluación proveedores. Y por último se establece la ubicación y la correcta distribución de la planta.

En la parte final se calcula la inversión inicial necesaria para la implementación, y el capital de trabajo necesario para que la planta comience a operar. Se detalla el medio de financiamiento del proyecto, y se establece el costo de operación anual para la producción de neumáticos reencauchados. Finalmente se calcula el punto de equilibrio y se evalúa la inversión inicial para saber la rentabilidad este proyecto.

CAPÍTULO 1

1. REENCAUCHADO DE NEUMÁTICOS

1.1. Introducción

El reencauchado de neumáticos es el proceso donde a un neumático usado se le renueva la banda de rodamiento desgastada, hasta tres veces, devolviendo las características de confort y seguridad que tenía cuando era nuevo.

Existen dos métodos para recauchar un neumático: recauchutado en frío y reencauchado en caliente. El proceso de producción en ambos es casi el mismo hasta el momento de colocar el material de la nueva banda de rodamiento y el posterior curado. En el reencauchado en frío se coloca una banda pre-curada a la carcasa pulida, mientras en el reencauchado en caliente en un molde se le da forma a la banda de rodamiento.

El principal beneficio del reencauchado de neumáticos es la reducción de los costos de operación de un transportista; en promedio, el costo por kilómetro de un neumático que se reencaucha es 35 % menos que un neumático que no se reencaucha. Otros beneficios de reencauchar: disminución en salidas de divisas al evitar la importación de neumáticos; ahorro de 15 galones de petróleo al usar un neumático reencauchado en vez de uno nuevo y finalmente se disminuye la cantidad de desechos sólidos al reutilizar los neumáticos, entre otros.

1.2. Neumáticos

Un neumático es básicamente un elemento que permite al vehículo desplazarse en forma suave a través de una superficie. Consiste en una cubierta principalmente de caucho que contiene aire, el cual soporta al vehículo y su carga. Su invención se debe al norteamericano Charles Goodyear, quien descubrió, accidentalmente en 1880, el proceso de vulcanización, con el que se da al caucho la resistencia y solidez necesaria para fabricarlo.

La complejidad de la forma y de las funciones que cada parte del neumático tiene que cumplir se traduce también en una complejidad de los materiales que lo componen.

En la actualidad, la mayoría de los neumáticos de vehículos de pasajeros como los de camión son radiales, pero existe también otro tipo de neumáticos denominados diagonales.

Los neumáticos de camión deben cumplir funciones primordiales que satisfacen la necesidad de seguridad y de brindar bienestar [1]. Estos se muestran en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Funciones del neumático

Eficiencia económica	<ul style="list-style-type: none"> • Vida del neumático • Resistencia a la rodadura • Reencauchabilidad • Precio
Aspecto medio ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de material • Emisión de ruido • Reciclado de neumáticos usados
Confort	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido interior • Maniobrabilidad • Absorción de irregularidades de la calzada • Uniformidad
Seguridad en la conducción	<ul style="list-style-type: none"> • Transmitir fuerzas: de tracción, de frenado, fuerzas laterales.

1.2.1. Materiales

A pesar de existir una gran variedad de neumáticos debido a los distintos diseños, usos y tamaños podremos encontrar entre los diferentes fabricantes que su composición es prácticamente la misma. Está formado principalmente por caucho, el cual equivale casi a la mitad del peso del neumático.

Existen dos tipos de caucho del que está compuesto: caucho natural y sintético, que al combinarse le dan las siguientes propiedades: el caucho natural le proporciona elasticidad, y el caucho sintético le proporciona estabilidad térmica.

El caucho natural se lo extrae a partir del árbol *Hevea Brasilliensis*, mientras el caucho sintético es aquel que está basado en hidrocarburos. Los tipos de cauchos sintéticos más utilizados son: Estireno-Butadieno (SBR), Polibutadienos (BR), Polisoprenos sintéticos (IR).

Al caucho se le agregan además otros materiales con el fin de mejorar sus propiedades, tales como: suavizantes (Óxido de Zinc y

de Magnesio) que mejoran la maleabilidad del caucho antes del vulcanizado; antioxidantes que dan una mayor resistencia a la degradación por acción del oxígeno y el ozono; y finalmente negro de humo, que entrega una mayor resistencia a la abrasión y a la tensión. [2]

En la tabla 1.2 se muestra en forma general los porcentajes de los materiales de que están compuestos los neumáticos de camiones y microbuses [3].

Tabla 1.2 Componentes de un neumático para camión

Componente	Porcentaje
Caucho Natural	27%
Caucho Sintético	14%
Negro de Humo	28%
Acero	14-15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc.	16-17%

1.2.2. Estructura y dimensiones del neumático

Estructura

La estructura del neumático se puede apreciar en la figura 1.1, donde se muestra los elementos del que está constituido un neumático radial.

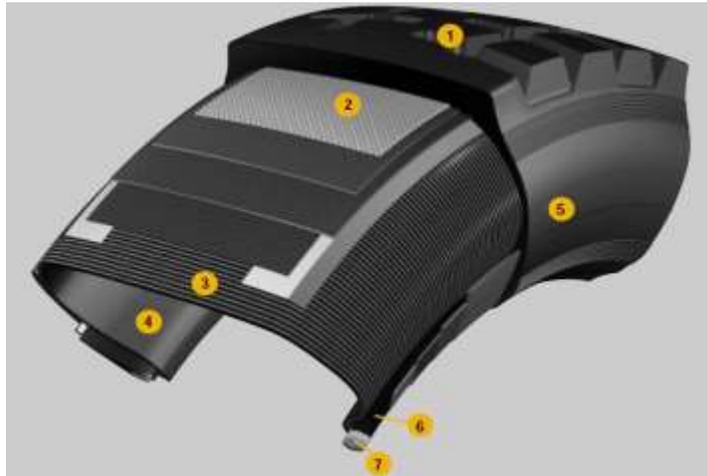


Figura 1.1 Estructura de un neumático radial [1]

1. Banda de rodadura: Compuesto de caucho que proporciona una alta resistencia al desgaste y un buen agarre en todo tipo de superficies de carretera.
2. Cinturón: Esta hebra de acero engomado, proporciona estabilidad de conducción, reduce la resistencia al rodadura y prolonga la vida del neumático. Restringe la dilatación de la carcasa e incrementa la resistencia estructural del neumático.
3. Carcasa: Cordón de acero que proporciona al neumático rigidez estructural y características de suspensión, determina sustancialmente el confort de conducción.
4. Capa interior: Compuesto de caucho que impide la difusión del aire y la penetración de la humedad en neumáticos sin cámara de aire.

5. Flanco: Compuesto de caucho que resiste la flexión y protege de efectos meteorológicos al neumático.
6. Refuerzo de talón: El material del que está hecho es de nylon, aramida y cordones de acero. Asegura el final de la capa de inserción de acero con el núcleo del talón y refuerza la estructura del talón contra fuerzas cortantes altas.
7. Núcleo del Talón: Garantiza el ajuste firme y seguro del neumático en el aro. Están hechos de un acero engomado.

Dimensiones

Las principales dimensiones de un neumático de camión se aprecian en la figura 1.2.

1. Ancho de Sección (SW): Distancia entre las superficies laterales externas.
2. Altura de sección (SH): Distancia desde el asiento de talón de aro hasta la superficie de rodamiento del neumático descargado.
3. Mínima distancia entre centros: Mínima distancia recomendada por los fabricantes entre los centros de dos neumáticos adyacentes.

4. Radio Cargado Estático (SLR): Distancia desde la línea central horizontal del eje del neumático hasta la superficie de rodamiento en un neumático cargado e inflado.
5. Diámetro General (OD): Medida entre las superficies de rodamiento opuestas en un neumático descargado e inflado y el ensamble del neumático.
6. Ancho de Sección con carga (LSW): Medida entre las dos paredes laterales cuando el neumático está cargado.

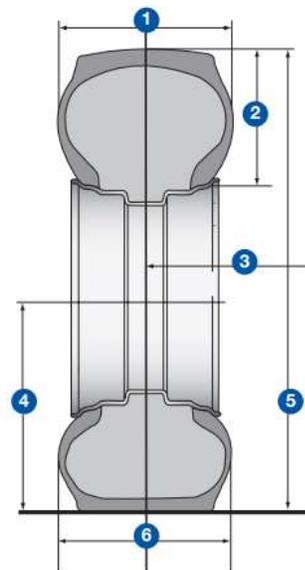


Figura 1.2 Principales dimensiones de un neumático [4]

1.2.3. Tipos de construcción de neumáticos

Existen dos tipos de construcción de neumáticos: según su estructura y según el uso de su cámara. Los neumáticos según su estructura pueden ser radiales y convencionales. Los neumáticos según el uso de su cámara pueden ser sin cámara (tubeless) y con cámara (tubetype). En la actualidad los neumáticos radiales son los que dominan el mercado de buses y camiones por las siguientes razones:

- Menor desgaste.
- Mayor ahorro en el consumo de combustible.
- Reducción del calentamiento.
- Mayor adherencia.
- Mayor estabilidad.
- Menor posibilidad de cortes/perforaciones.

Neumáticos radiales: Neumáticos en el cual las cuerdas de las lonas (2) se extienden de pestaña a pestaña y están dispuestas en un ángulo de 90 grados respecto al eje longitudinal de la banda de rodamiento. Cuenta con un paquete de cinturones circunferenciales (1) cuya finalidad es dar estabilidad a la banda de

rodamiento y proteger su estructura, esto se puede apreciar en la figura 1.3.



Figura 1.3 Neumático Radial [1]

Neumáticos Convencionales: En este tipo de neumático las cuerdas de las lonas (1) van dispuestas en dirección diagonal al eje longitudinal de la banda de rodamiento. En la figura 1.4 se puede observar la disposición de lonas. Este tipo de estructura brinda al neumático dureza y estabilidad que le permiten soportar la carga del vehículo.



Figura 1.4 Neumático convencional [1]

Neumáticos con y sin cámara. La diferencia básica está dentro del neumático. Los "sin cámara" presentan un caucho especial en la parte interna, denominada liner, que garantiza la retención del aire. Las ventajas del neumático sin cámara radican en los siguientes puntos: [5]

- Mantiene la presión de aire.
- No se dan escapes de aire incluso con pinchazos.
- Mejora la emisión de calor al conducir, ya que el aire dentro del neumático se encuentra en contacto directo con el neumático.
- Menos mantenimiento o contratiempos que con cámara.
- Mayor eficiencia de la operación con montaje sin cámara.

1.2.4. Identificación del neumático

Todos los neumáticos tienen en el costado una leyenda formada por varios números y letras. El código más importante (ver figura 1.5) es aquel que da las dimensiones y las características de servicio.



Figura 1.5 Características más importantes [1]

Una forma de identificar un neumático radial es:

315/80 R22.5
154/150M

- 315: Anchura del neumático en mm.
- 80: Relación de aspecto.
- R: Tipo radial.
- 22.5: Diámetro del rin en pulgadas.
- 154: Índice de carga de un neumático (montaje simple)
- 150: Índice de carga de un neumático (montaje doble).
- M: Índice de velocidad.

Otra manera es:

11R20

- 11: Ancho del neumático en pulgadas.
- R: Tipo radial.
- 20: Diámetro del rin en pulgadas.

1000-20

- 1000: Ancho del neumático en pulgadas (dividido para 100).
- : Tipo diagonal.
- 20: Diámetro del rin en pulgadas.

Dónde:

- Relación de aspecto: Relación o razón de aspecto es el cociente de la altura de la sección (SH) para el ancho de la sección (SW).
- Índice de carga: El índice de carga del neumático es una indicación numérica de la carga máxima que un neumático puede soportar para la velocidad indicada por su índice de velocidad y a una determinada presión de inflado. Algunos índices de carga se muestran en la tabla 1.3.

Tabla 1.3 Índice de cargas

Índice de Carga	Kg
58	236
65	290
74	375
83	487
97	730

- Índice de velocidad: Es un código identificado con una letra, que indica la velocidad máxima que un neumático correctamente inflado puede soportar en un lapso determinado. Algunos de los símbolos de velocidad se muestran en la tabla 1.4

Tabla 1.4 Símbolos de velocidad

Símbolo de Velocidad	Velocidad (Km/h)
M	130
N	140
P	150
V	240

Otros códigos permiten identificar al fabricante, país de producción, indicador de desgaste de la banda de rodamiento, número de reencauche, entre otros.

1.2.5. Factores que afectan el desempeño de un neumático

Calor. Es el peor enemigo de un neumático. El calor excesivo ocasiona la ruptura de los materiales y de los compuestos que lo conforman. El calor es generado por el neumático debido a la energía gastada en la operación. [6]

Sobrecarga. Se da cuando el peso sobre el neumático excede la capacidad de carga. El primer efecto de la sobrecarga es la reducción de la vida del neumático, con una sobrecarga del 10% se provoca una pérdida del 15% en la vida útil del neumático. Además el consumo de combustible aumenta y origina exceso de presión.

Conducción a alta velocidad. La velocidad hace que aumente la temperatura del neumático. Una temperatura muy elevada puede provocar daños importantes en el neumático, pudiendo llegar a una pérdida brutal de presión, y la probabilidad de sufrir un accidente al perder el control del vehículo.

Presión de aire. Una de las causas más importantes de desgaste excesivo y daños del neumático se debe a una presión de aire incorrecta. Una presión de aire insuficiente provoca [7]:

- Un incremento de flexión, causando un calentamiento del neumático que en ciertas circunstancias puede deteriorarlo.
- Un elevado desgaste, representando un menor kilometraje.
- Mayor resistencia al rodamiento y por consiguiente mayor consumo de combustible.
- Desgaste irregular.

Magulladuras. Cuando un neumático golpea un objeto, causa una deflexión extrema y una alta concentración de esfuerzos en la cubierta, provocando daños en la estructura.

Alineación del Neumático. La inapropiada alineación del neumático es la causa principal del desgaste rápido y desigual en los neumáticos.

1.3. Reencauchado

Reencauchar es el proceso en el cual se renueva la banda de rodadura de un neumático, recuperando las características iniciales de confort y seguridad. Cuando un neumático ha perdido el labrado solamente ha consumido el 30% de sus componentes físicos, el 70% restante puede seguir trabajando. Este proceso se lo puede hacer hasta tres veces.

Colocar la nueva banda de rodadura a un neumático preparado es llamado también vulcanización o curado, dependiendo de qué tipo de proceso de reencauchado siguió. Se denomina curado cuando la carcasa se une a una banda de rodadura pre-curada en un autoclave; este proceso es el reencauchado en frío. En cambio se denomina vulcanizado, cuando se le da la forma de la banda de rodadura en un molde, reencauchado en caliente. Cualquiera de los dos procesos

involucra el uso de calor, presión y tiempo, la misma tecnología usada en fabricación de un neumático nuevo [6]. En la figura 1.6 se observa lo que en esencia es reencauchar, colocar una banda de rodamiento nueva.



Figura 1.6 Carcasa con su nueva banda de rodamiento

1.3.1. Beneficios de reencauchar neumáticos

Entre los beneficios del reencauchado se tiene:

- El rendimiento kilométrico es similar a un neumático nuevo, puede recorrer hasta 100.000 kilómetros.
- El costo por kilómetro de un neumático reencauchado en promedio es un 35% menor que el costo por kilómetro de un neumático nuevo. [8]
- Se abaratan los costos de transporte: el costo de un neumático reencauchado es entre el 30 % y 50% del costo de uno nuevo.

- El reencauchar reduce en gran cantidad el problema de contaminación de sólidos; cada neumático reencauchado es salvado de formar parte del basurero.
- Contribuye el ahorro de energía: un neumático nuevo de camión requiere aproximadamente 22 galones de petróleo para su fabricación, en el proceso de un neumático reencauchado se requiere solamente 7 galones de petróleo.[8]
- Los neumáticos reencauchados pueden ser utilizados, a la misma velocidad de un neumático nuevo, sin perder seguridad, esfuerzo y comodidad.
- El reencauche se puede hacer en diferentes diseños y labrados sin tener en cuenta el diseño original del neumático.
- Genera un ahorro en la salida de divisas al disminuir la importación de neumáticos nuevos.

A pesar de todos estos beneficios, en nuestro país existen varias razones para que este sector, no haya tenido el desarrollo que corresponde. En la actualidad gracias al apoyo del gobierno, poco a poco estas razones han ido desapareciendo, estas son: [9]

- Desconocimiento del producto del reencauche.
- Problemas mecánicos de los vehículos.
- Falta de cuidado de los neumáticos.
- Falta de cumplimiento de las leyes de tránsito y transporte terrestre.
- Falta de regulaciones dentro de las instituciones públicas.
- Mala calidad de algunos neumáticos.

1.3.2. Tipos de proceso de reencauchado

Como se nombró anteriormente, existen dos métodos de recauchado, en ambos se aplican carcassas seleccionadas y aptas para el reencauche, estos son:

- Reencauchado en caliente (Custom Mold Process)
- Reencauchado en frío (Pre-Cured Process)

Reencauchado en caliente

En el recauchado caliente, después de controlar la carcassa se elimina la superficie de rodamiento raspándola. El material de la banda de rodamiento se aplica directamente por la extrusora sobre la carcassa raspada. A continuación se vulcaniza la carcassa

recubierta en el molde caliente correspondiente al perfil deseado a aproximadamente 155-165°C. La banda de rodamiento recibe su perfil de diseño en el molde durante el proceso de calentamiento al igual que ocurre con los neumáticos. En la tabla 1.5 mostrada a continuación se detallan los pasos del proceso de reencauchado en caliente [1].

Tabla 1.5 Reencauchado en caliente

	<p>1. Inspección Inicial Se selecciona cuáles son los neumáticos aptos para el reencauchado, aquellos neumáticos libres de defecto de fabricante, daños no reparables y que no tengan una edad excesiva. Ver figura 1.7.</p>
	<p>2. Raspado Aquí se pule el neumático para remover suficiente caucho de la superficie tanto de la corona como de los costados. Se debe lograr una textura adecuada para tener una máxima adhesión, así como se debe lograr una máxima concentricidad. Ver figura 1.8.</p>

Figura 1.7 Inspección inicial

Figura 1.8 Raspado

	<p>3. Reparación Aquí se restaura la fuerza y flexibilidad de un neumático dañado dentro de los límites máximos de tamaño de avería. Ver figura 1.9.</p>
	<p>4. Encojinado Aquí se aplica una banda de caucho denominada camel back con el fin de tener las dimensiones adecuadas para el posterior paso. Ver figura 1.10.</p>
	<p>5. Vulcanizado Vulcanizado es el proceso que se le da el diseño del neumático en una matriz, el cual le da el patrón de la banda de rodamiento. Esto se da a una temperatura aproximada de 138°C. Ver figura 1.11.</p>
	<p>6. Inspección Final Aquí se inspecciona el neumático ya reencauchado para que no salga con alguna falla y para cerciorar su calidad. Ver figura 1.12.</p>

Figura 1.9 Reparación

Figura 1.10 Encojinado

Figura 1.11 Vulcanizado

Figura 1.12 Inspección Final

Reencauchado en frío

Después del control de calidad, se restablece el contorno original de la carcasa raspándola con precisión, solamente en el área de la corona. En la carcasa se coloca una banda de rodamiento precurada junto con un cojín sin curar. El neumático así preparado se vulcaniza en autoclave a aproximadamente a unos 98°C y a una presión de 120 psig. En la tabla 1.6 se muestra los pasos para reencauchar un neumático en frío [1].

Tabla 1.6 Reencauchado en frío

	<p>1. Inspección Inicial Se selecciona los neumáticos que estén libres de defecto de fabricante, daños no reparables, edad excesiva, y se rechaza neumáticos que no sean capaces de desgastar otro rodamiento. Ver figura 1.13.</p>
	<p>2. Raspado El raspado es el proceso de retirar lo que queda del dibujo original de la banda de rodamiento, así como del área de los hombros del neumático. Ver figura 1.14.</p>

Figura 1.13 Inspección Inicial

Figura 1.14 Raspado

	<p>3. Reparación Aquí se restaura la fuerza y flexibilidad de un neumático dañado dentro de los límites máximos de tamaño de avería. Ver figura 1.15.</p>
	<p>4. Cementación Aquí se brinda una capa de protección para prevenir la oxidación en la superficie raspada. Incrementa la unión de los componentes en el embanado y mantiene juntos los componentes durante el curado. Ver figura 1.16.</p>
	<p>5. Embanado Consiste en aplicar una banda de cojín pre curada y posteriormente la banda de rodamiento pre-curada con el patrón de rodamiento deseado. Ver figura 1.17.</p>
	<p>6. Envolvimiento Se le aplica una envoltura al neumático con el rodamiento ya pegado con el fin de crear una presión entre el rodamiento y la superficie pulida del casco. Esta presión es la que crea la adecuada adhesión entre el rodamiento y la carcasa durante el curado. Ver figura 1.18.</p>

Figura 1.15 Reparación

Figura 1.16 Cementación

Figura 1.17 Embanado

Figura 1.18 Envolvimiento

	<p>7. Curado Es donde la banda de rodamiento se adhiere a la carcasa debido al efecto de la temperatura, presión y tiempo adecuados. Ver figura 1.19.</p>
	<p>8. Inspección Final Aquí se certifica la calidad del neumático recién curado. Se garantiza que todas las especificaciones técnicas hayan sido cumplidas, el neumático es revisado externa e internamente. Ver figura 1.20.</p>

1.3.3. Reencauchado en frío vs reencauchado en caliente

Para la selección del proceso que va a seguir la planta para reencauchar un neumático; se empleó una matriz de decisión (tabla 1.9), donde se evaluó y comparo cada proceso en función de criterios técnicos-económicos que demanda una planta de reencauchado moderna, estos son:

- a) Que el neumático reencauchado tenga una mejor calidad.
- b) Que tenga el menor costo de operación por neumático.
- c) Que permita un mayor volumen de producción.

d) Que permita una mayor variedad de diseño final del neumático.

e) Que el neumático tenga una mejor apariencia final.

En la tabla 1.7 se determina la ponderación de cada criterio, para determinar la importancia de cada uno de ellos.

Tabla 1.7 Pesos de los Criterios

Criterio*	a	b	c	d	e	Total	Peso
a	1	2	3	5	6	17	36,94
b	0,50	1	2	4	5	12,5	27,16
c	0,33	0,5	1	3	5	9,83	21,37
d	0,20	0,25	0,33	1	3	4,78	10,39
e	0,17	0,2	0,2	0,33	1	1,9	4,13

*Escala de evaluación: 1=igualmente importante, 5= más importante, 10=mucho más importante, 1/5=menos importante, 1/10=mucho menos importante.

En la tabla 1.8 se detallan datos técnicos y económicos, que sirven como referencia para evaluar a cada método.

Tabla 1.8 Datos Técnicos-Económicos

Concepto	Reencauchado en Frío	Reencauchado en Caliente
Costo equipo (F.O.B.)	\$ 129.500	\$ 30.000
Potencia (KW)	77	2,2
Peso (kg)	5500	7000
Dimensiones (m)	9,55mx2,2mx2,5m	2,6mx2,8m
Producción	22 neumáticos/ 4 horas	1 neumático/ 2,5 horas

Tabla 1.9 Matriz de decisión de proceso de reencauchado

Criterios*	Peso	Reencauchado en Frío		Reencauchado en Caliente	
		Calificación	Total	Calificación	Total
Que el neumático tenga mejor calidad	36,94	5	184,7	3	110,82
Que tenga el menor costo de operación	27,16	5	135,8	3	81,48
Que permita un mayor volumen de producción	21,37	5	106,85	2	42,74
Que permita una mayor variedad de diseño final del neumático	10,39	4	41,56	3	31,17
Que el neumático tenga mejor apariencia	4,13	2	8,26	5	20,65
Suma total	100	477,17		286,86	

*Escala calificación: Del 1 al 5, siendo 5 la mayor calificación.

En la matriz de decisión mostrada en la tabla 1.9, se determinó que el método de reencauchado en frío es el que mejor cumplió con los criterios técnicos-económicos requeridos para el diseño de nuestra planta. Los principales puntos a favor son:

- Permite una mayor gama de diseño final del neumático reencauchado, debido a que las bandas de rodamiento precuradas vienen en distintos diseños para diferentes aplicaciones.
- Permite producir neumáticos reencauchados por lotes, aumentando el volumen de producción. Solo por comparación, para una planta que produce 880 neumáticos reencauchados mensuales, si se reencaucha en frío se necesita un autoclave de capacidad de 22 neumáticos, y si se reencaucha en caliente se necesitan 40 moldes, originando una mayor inversión inicial tanto en instalación, terreno, obra civil, entre otros.
- Gracias a que el proceso de reencauchado en frío se realiza a una baja temperatura (110°C), 40°C menos que el otro proceso, se asegura que no hay un cambio de propiedad en los compuestos de caucho durante esta etapa.

- Aunque no tiene un buen acabado superficial comparado con el método de reencauchado en frío, existe una etapa del proceso donde se pinta el neumático dándole una mejor apariencia final.

Además de los puntos anteriores, cabe destacar que el proceso de reencauchado en caliente es un método que con el avance tecnológico se está volviendo obsoleto.

1.4. Normalización

La industria del reencauche existe porque puede producir neumáticos reencauchados seguros y durables como los nuevos. Todo esto se da gracias a que el proceso de reencauchado se rige bajo normas que suministran información técnica y regulan todos los procesos, asegurando la calidad del reencauchado.

Existe una gran cantidad de normas, por lo general cada país que reencaucha posee su propia reglamentación sobre reencauchado. En este estudio se cita las normas que rigen el reencauchado de transporte pesado y que fueron el principal fundamento para el diseño de la planta.

1.4.1. Normas INEN

Nuestro país cuenta desde mayo del 2011 con dos normas técnicas referentes al proceso de reencauche de neumáticos y desde el año 2012 con una norma donde se establece los métodos de evaluación de calidad del producto final. Estas normas son parte de la serie de acciones que tomo el MIPRO para impulsar el sector del reencauchado en nuestro país. Una de esas normas, la INEN-2582 cuenta ya con dos certificaciones internacionales desde febrero de 2012: Intertek, y Bureau Veritas. Las otras dos son: la norma NTE-ENEN-2581 y NTE-ENEN-2616.

- Norma NTE-ENEN-2581: “Neumáticos Reencauchados, Definiciones y Clasificación.”

Esta norma establece las definiciones relacionadas con el proceso de reencauche y la clasificación de los neumáticos reencauchados. Estas definiciones son usadas en la norma NTE-ENEN-2582. [10]

- Norma NTE-ENEN-2582: “Neumáticos Reencauchados. Proceso de Reencauche. Requisitos”

Esta norma establece los requisitos aplicables al proceso de producción de neumáticos reencauchados, posee cuatro

puntos importantes: especificaciones para rechazar neumáticos, materiales usados en el proceso de reencauche, proceso de reencauche y requisitos para aceptación del producto final. [11]

- Norma NTE-INEN-2616: “Neumáticos Reencauchados: Métodos de ensayo”

Esta norma establece los métodos de ensayo para los neumáticos reencauchado. Establece procedimiento para determinar las dimensiones físicas y el procedimiento de ensayo de aguante de carga y velocidad. [12]

1.4.2. Normas Internacionales

Normas Argentinas

- IRAM 113.323 “Criterios mínimos de selección de cubiertas neumáticas para reconstrucción y reparación-Inspección e Identificación”: Esta norma define cuales son los criterios mínimos de aceptación de cubiertas neumáticas para ser sometidas al proceso de reencauchado. [13]
- IRAM 113.324: “Materiales para la reconstrucción de cubiertas neumáticas”

Esta norma establece los requisitos como: dureza, resistencia a la tracción, densidad relativa, resistencia al desgarro y otras, que deben cumplir los materiales empleados en el proceso de reencauchado; estos materiales son: banda pre curada, banda cruda, cojín de baja y alta temperatura, material de relleno, cemento. Así también establece consideraciones para el marcado, rotulado y embalaje de los materiales. [14]

Normas Americanas

Por lo general cada estado posee su propia norma de reencauchado. Para esta investigación se tomó como referencia la norma establecida a nivel nacional:

- Retreaded Pneumatic Tires

Esta norma es publicada por el CFR (Code of Federal Regulations), en el capítulo de transporte. Especifica desempeño, marcado, y requerimientos para reencauchar neumáticos. [15]

1.4.3. Manuales

Los manuales sobre el reencauchado sirven de gran fuente de información técnica, como también consejos y pasos a seguir en cada proceso para reencauchar un neumático. El manual publicado por el TIA (Tire Industry Association) es el de mayor importancia, sirve como fuente de información para varias normas. Existe también otro manual, este es solo una recopilación de varias publicaciones de algunas asociaciones relacionadas con el reencauchado.

- **Retread/Repair Process Manual**

Este manual hecho por el TIA, anteriormente el ITRA. Es uno de los más completos sobre el proceso de reencauchado de neumáticos. Establece información técnica y el procedimiento básico que se debe seguir en cada paso para reencauchar un neumático, para los dos sistemas de reencauchado, Pre-curado y molde. [6]

- **Industry Recommended Practices Tire Retreading & Repair**

Este manual esta hecho por el TRIB (Tire Retread & Repair Information Bureau). A diferencia del anterior, este es un

compendio de varios sectores del reencauchado: Tire Industry Association (TIA); The Tread Rubber and Tire Repair Material Manufacturers Association (TRMG); and Rubber Manufacturers Association (RMA). [16]

1.5. Desarrollo del reencauchado en el Ecuador

Hasta hace unos años atrás la industria del reencauche en nuestro país no tenía un desarrollo de acorde al gran parque automotor de transporte pesado que existe a nivel nacional. Mercado que generó una demanda de 1.795.744,82 neumáticos en el año 2012. Esto se agudizó cuando en el año 2008 el INTRA (TIA actualmente), publicó cifras de reencauche de varios países donde Ecuador apenas tenía un 20%, cifras muy bajas comparándolas con U.S.A. (100%), Brasil (120%), y menores respecto a nuestros países vecinos Colombia (46%), Perú (33%). [9]

Las empresas hasta el 2010 trabajaban al 47% de su capacidad instalada. Este bajo porcentaje se debía principalmente a la falta de materia prima que son los neumáticos usados, falta de normas técnicas ecuatoriana que rijan el proceso de reencauchado y aseguren la calidad

del proceso del reencauchado, falta de una cultura de reciclado y un desconocimiento de parte de los transportistas del reencauchado.

Desde entonces, el sector del reencauchado ha ido evolucionando gracias a que el gobierno ecuatoriano a través del MIPRO y su programa REUSALLANTA, se ha planteado como meta dinamizar la cadena productiva de la industria del reencauche. El MIPRO ha fortalecido los siguientes puntos principalmente:

- Elaborando programas de concienciación para todo el sector transportista sobre los beneficios económicos, ambientales del reencauchado.
- Implementando centros de acopios y de distribución de las carcassas para que no haya falta de materia prima.
- Implementando desde mayo del 2011 tres normas técnicas correspondientes al proceso de reencauchado: INEN 2581, INEN 2582 y INEN 2616.
- Implemento un laboratorio de certificación de calidad de neumáticos reencauchados.

- Trabajando conjuntamente con la policía de tránsito para hacer controles más estrictos para que usen los neumáticos hasta condiciones que se presten para ser reencauchadas.

En nuestro país se encuentran instaladas 11 empresas que tienen sus plantas de reencauche, con maquinaria adecuada para esta actividad, estas son: Llantera Oso, Europea, Grupo Durallanta, R. Superior General Tire, Recadina Goodyear, Isollantas, Recamic, Ecuador Goodyear, Cauchos Sierra, Pino Goodyear, Galarza. En la tabla 1.10 se muestra la producción mensual y anual de cada reencauchadora, estos valores corresponden a la producción del año 2010. [9]

Tabla 1.10 Empresas reencauchadoras en Ecuador

Empresa	Total unidades mensual	Total unidades anual
Llantera Oso	1600	19200
Europea	3600	43200
Grupo Durallanta	3800	45600
R. Superior General Tires	2800	33600
Recandina Goodyear	800	9600
Isollantaas	1200	14400
Recamic	900	10800
Ecuador Goodyear	850	10200
Cauchos Sierra	1100	13200
Pino Goodyear	400	4800
Galarza	200	2400
Total	17250	207000

La producción anual del año 2011 no varió en referencia con la del año 2010, recién a partir del 2012 es donde se ve el efecto del apoyo a este sector, la producción total de neumáticos reencauchados aumentó en un 30 %. Dejando la producción anual del año 2012 en 269.100 neumáticos reencauchados aproximadamente [9]. Las plantas aumentaron su capacidad de utilización en un 14%.

1.6. Justificación del proyecto

El sector de transporte pesado va a ser el mayor beneficiado con este estudio. Se prevé reducir los costos de operación del transportista hasta un 35% [8], alargando la vida de sus neumáticos con precios más económicos, pero con la misma calidad y seguridad que un neumático nuevo, un neumático reencauchado cuesta \$270 mientras un neumático nuevo cuesta \$ 410.

1.6.1. Estimación de la demanda insatisfecha de neumáticos

El MIPRO mediante un balance entre la oferta y la demanda de neumáticos, estimó la demanda insatisfecha que existe en nuestro país. Este se lo realizó en base a las siguientes consideraciones:

- La oferta de neumáticos proviene de: neumáticos reencauchados (30%), neumáticos producidos a nivel nacional (15%) y neumáticos importados (55%). Cada año la producción nacional tiene un crecimiento del 8.55% y la importación de neumáticos un crecimiento de 11.5%. [9]
- La demanda proviene del total de neumáticos que requiere el parque automotor de transporte pesado para poder operar. Cada unidad de transporte pesado utiliza en promedio 6 neumáticos con un recambio cada semestre. En el año 2012 el parque automotor creció a 149.645 unidades de buses y camiones, sector que tiene una tasa de crecimiento de 8.55% anualmente. [9]

Una vez establecida la oferta y la demanda, en la tabla 1.11 se muestra el balance dejando como resultado que en nuestro país anualmente existe en promedio una demanda insatisfecha del 54% aproximadamente de neumáticos. [9]

Tabla 1.11 Demanda insatisfecha de neumáticos

Años	Demanda	Oferta	Demanda Insatisfecha
2010	1524000	702886	821114
2011	1654302	783717,89	870584,11
2012	1795744,82	873845,45	921899,37
2013	1949281	974337,67	974943
2014	2155944,53	1086386,51	1029558

Por lo que se puede ver que al aumentar la oferta de neumáticos reencauchados, estos reducirán los costos de importación de nuevos neumáticos, abaratando los costos de producción y se reducirá la demanda insatisfecha en nuestro país.

1.6.2. Identificación y caracterización de la población objetivo

El segmento de mercado beneficiado con este proyecto es el parque automotor de transporte pesado (buses y camiones). Para determinar de una manera más precisa la población objetivo, primeramente se analizó en qué provincia existe el mayor número de unidades disponibles de transporte pesado para poder reencauchar.

En la figura 1.21 se muestra cual es la participación por provincias del total del parque automotor de buses y camiones. Como se

puede apreciar la provincia de Guayas (21%), con la provincia de Pichincha (23%), acaparan prácticamente la mitad de este mercado. [17]

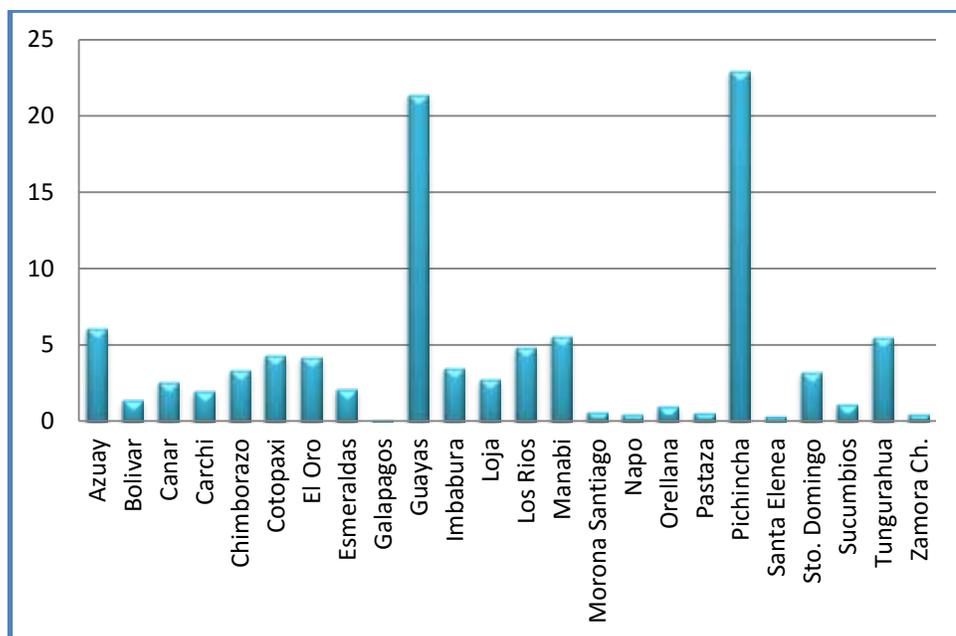


Figura 1.21 Porcentaje de buses y camiones por provincias

El siguiente análisis sirvió para determinar en qué provincia existe el mayor número de unidades disponibles de buses y camiones para poder reencauchar. Estos valores son estimaciones hechas a partir al estudio del MIPRO. [9] En la figura 1.22 se puede apreciar que en la provincia del Guayas es donde existe mayor número de unidades disponibles para poder reencauchar, por lo tanto nuestra

población objetivo va a ser las cooperativas de transporte pesado y buses en la provincia del Guayas.

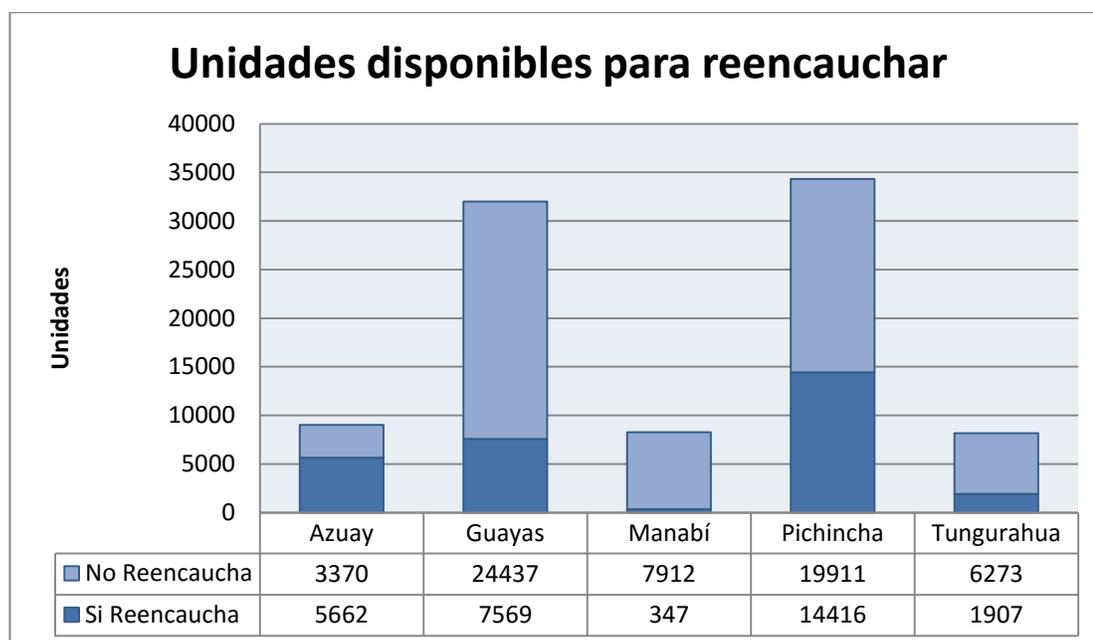


Figura 1.22 Unidades disponibles para reencauchar

Por lo tanto se justifica la implementación de una planta de reencauchado en la provincia de Guayas.

CAPÍTULO 2

2. INGENIERÍA DEL PROYECTO

En este capítulo se describe detalladamente cada etapa para reencauchar en frío un neumático y se hace una selección de la maquinaria adecuada para llevar a cabo cada proceso. Finalmente se determina la ubicación y distribución de la planta.

2.1. Ubicación de la planta

Macro Localización

Como se definió en el capítulo anterior, la provincia del Guayas es el territorio más idóneo para la implementación de una planta de este tipo, cuenta con el mayor número de unidades de buses y camiones disponibles para reencauchar.

Micro Localización

Se selecciona la ciudad Guayaquil por una razón importante: cuenta con aproximadamente con el 89% de cooperativas de camiones y buses de toda la provincia del Guayas [18]. Se consideró el parque industrial Inmaconsa como el terreno donde estará ubicada la planta de reencauchado de neumático, este tiene las siguientes coordenadas: $-2^{\circ} 6' 41.53''$, $-79^{\circ} 56' 30.19''$ (Ver figura 2.1). Se seleccionó este lugar por sus grandes ventajas:

- Se encuentra entre dos vías de gran importancia para ingresar y salir de Guayaquil, la vía Perimetral y la vía a Daule.
- Tanto en la Vía Perimetral, como en la vía Daule circula gran cantidad de camiones, esto significa clientes potenciales de otras provincias.
- El parque industrial Inmaconsa se presta para realizar las instalaciones necesarias para poner en funcionamiento la planta.



Figura 2.1 Localización recomendada para la instalación de la planta

2.2. Producto a elaborar

El producto que se va a elaborar son neumáticos reencauchados para transporte pesado, con las mismas características de seguridad y confort de un neumático nuevo. Las principales dimensiones de los neumáticos que se van a reencauchar se presentan en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Medidas de neumáticos a reencauchar

Aro	Dimensiones	
	Radial	Convencional
20"	8.25R20 - 10R20 - 11R20 - 12R20	900-20 / 1000-20 / 1100-20/1200-20
22.5"	11R22.5 - 12R22.5 - 295/75R22.5 - 275/80R22.5 - 295/80R22.5- 315/80R22.5	-

El diseño final de la banda de rodaje dependerá tanto de la posición del neumático (direccional, tracción y mixto), como en la superficie de operación; en general estas se clasifican en:

- Regional: Para camiones que se transportan en caminos con múltiples cuestas, curvas en calles asfaltadas.
- Gran ruta: Camiones que hacen largos recorridos en autopistas.
- Mixto (on/off): Para camiones que se transportan dentro y fuera de la carretera.

- Fuera de carretera (off): Camiones utilizados en terrenos difíciles como en canteras, en obras o en minas, actividades de alta exigencia.
- Urbano: Camiones que hacen cortos recorridos en calles asfaltadas dentro de un perímetro urbano.

En la tabla 2.2 se observan algunos diseños de banda pre-curadas para las distintas aplicaciones [19]. En el Anexo A se muestra un catálogo de bandas pre-curadas Pirelli.

Tabla 2.2 Diseños De Bandas De Rodamiento Pre-Curadas

Regional	Gran Ruta	Urbano	On/Off	Off
				

2.3. Materia Prima

La materia prima principal utilizada en el proceso de reencauchado es el neumático usado (carcasa). Estos neumáticos deben de ser para transporte pesado, aro 20" y 22,5" .Ver figura 2.2.



Figura 2.2 Neumático usado

Durante el proceso de reencauchado se emplean otras materias primas. En la tabla 2.3 se muestra el balance de materia que contiene un neumático reencauchado para transporte pesado.

Tabla 2.3 Balance de materia prima

Materia Prima	Unidad	Cantidad
Banda Pre-Curada	kg	10
Cojín	kg	1,2
Cemento de vulcanizado	gal	0,3
Caucho de reparación	kg	1,4
Pintura de caucho negro	gal	0,15

- Caucho de reparación

Caucho que sirve para llenar huecos hechos durante la reparación de un neumático, ver figura 2.3. Se la aplica con una pistola extrusora.



Figura 2.3 Caucho de reparación [20]

- **Cemento**

Suministra protección a la superficie pulida para evitar la oxidación y contaminación de los componentes de un neumático. Utilizada en el proceso de cementación, ver figura 2.4.



Figura 2.4 Cemento [21]

- **Cojín**

Es un material de caucho sin vulcanizar utilizado como una capa de unión entre la nueva banda de rodamiento y la carcasa. Utilizada en el proceso de embanado, ver figura 2.5.



Figura 2.5 Cojín [20]

- **Banda Precurada**

Banda de rodamiento de caucho vulcanizada que posee el diseño y el ancho de acuerdo y uso futuro del neumático. Se la utiliza en el

proceso de embanado, ver figura 2.6. En el apéndice A se puede apreciar un catálogo de bandas pre-curadas Pirelli.



Figura 2.6 Bandas pre-curadas [22]

Aunque no se las describe, se emplean otras materias primas durante el proceso de reencauchado en frío, estas son: parches de reparación usadas cuando se repara un neumático; pintura de caucho negro para darle una mejor apariencia al neumático reencauchado.

2.3.1. Especificaciones de la materia prima

Se tomó como referencia la norma IRAM 113324, donde se detalla las especificaciones que deben cumplir los siguientes materiales: cemento (tabla 2.4), caucho de relleno (tabla 2.5), cojín (tabla 2.6) y para la banda precurada (tabla 2.7). [14]

Tabla 2.4 Especificaciones del cemento

Características	Unidad	Aplicación Soplete		Aplicación Pincel	
Contenido de solidos totales	%	-	8	-	17
Viscosidad copa Ford N°4	s	30	45	55	80

Tabla 2.5 Especificaciones Del Caucho De Relleno

Característica	Unidad	Requisito
Diámetro del cordón	mm	6-8
Viscosidad Mooney, máxima MG1+4	-	35
Reómetro	min	4,5
Dureza	Shore A	55±5
Resistencia a la tracción, mínima	Mpa	17
Modulo al 300% alargamiento	Mpa	7
Alargamiento de rotura, mínimo	%	500

Tabla 2.6 Especificaciones del cojín

Característica	Unidad	Baja temperatura(115°C)	Alta temperatura (hasta 150°C)
Espesor	mm	1 a 1,5	
Viscosidad Mooney, máxima	-	35	
Reómetro	min	4,5	11
Dureza	Shore A	55±5	
Resistencia a la tracción, mínima	Mpa	17	
Modulo al 300% alargamiento	Mpa	7	
Alargamiento de rotura, mínimo	%	500	

Tabla 2.7 Especificaciones banda Pre-Curada

Características	Unidad	Llanta Diagonal	Llanta Radial
Dureza	Shore A	63 ±4	68±4
Resistencia a la tracción, mínima	Mpa	16	18
Modulo al 300% de alargamiento, mínimo	Mpa	8	10
Alargamiento de rotura, mínimo	%	500	550
Densidad relativa, máxima	g/cm3	1,15	
Resistencia al desgarro, mínima	KN/m	65	60

Es importante al momento de comprar la materia prima a cualquier proveedor, solicitar las especificaciones de ese producto, para ver si cumple con lo especificado en esta norma, asegurando la calidad del neumático reencauchado que estamos produciendo.

2.3.2. Protección de la materia prima durante el almacenado

Los neumáticos y la humedad son enemigos, particularmente si hay agua dentro. La penetración de la humedad a través del revestimiento interior aumenta la destrucción de la estructura del cuerpo del neumático.

En los neumáticos radiales, la penetración de humedad puede causar óxido y corrosión de los cables de acero. Esto debilita la fuerza de los cables de acero y los lleva a una falla prematura. Por eso es importante que todos los neumáticos a ser reencauchados deban estar almacenados en lugares secos. La forma para almacenar neumáticos, tanto los usados como los reencauchados será apilándolos, máximo hasta 10 neumáticos. [6] Ver figura 2.7.



Figura 2.7 Apilamiento de neumáticos [7]

Para las demás materias primas se toman en cuenta las siguientes consideraciones [14]:

- Los cementos deben almacenarse en lugares secos y en recipientes aprobados para materiales inflamables. Deben almacenarse a temperatura entre 18°C y 20°C para evitar el curado prematuro. Siempre se deben mantener las latas cerradas excepto durante el uso. Se recomienda que el tiempo máximo de almacenamiento es de 180 días.
- La banda de rodamiento debe almacenarse en un lugar seco y fresco, alejada de la radiación solar y del polvo. El tiempo máximo de almacenamiento es de cinco años conservándola a una temperatura máxima de 25°C.

- El cojín y el material de relleno deben de ser almacenados en lugares secos y frescos, alejados de la radiación solar y del polvo. Se establece que el tiempo máximo de almacenamiento es de 90 días a una temperatura poco menor de 20°C, tanto para el cojín y el material de relleno.

2.4. Proceso de reencauchado en frío

El proceso de reencauchar un neumático comienza desde la recepción de los neumáticos usados, ya sean que estos provengan del cliente o del vendedor. Es necesario llevar un registro al momento de recibir la carcasa, donde debe estar la información del cliente, marca del neumático, tipo de banda de rodamiento, número de veces reencauchado, diseño de banda que se desea. En el anexo B se muestra un diseño de una hoja de registro.

Reencauchar en frío un neumático consta de tres etapas: preparar la superficie del neumático usado, colocar la nueva banda de rodamiento y el curado de los distintos elementos en el autoclave. El diagrama de flujo del proceso se muestra en el apéndice C.

El proceso detallado una vez que se recibió y se registró el neumático, consta de los siguientes pasos:

- Inspección Inicial
- Raspado
- Reparación
- Cementación
- Embanado
- Encamisado
- Curado
- Inspección Final

2.4.1. Inspección Inicial

Aquí se seleccionan los neumáticos que están aptos para ser reencauchados, aquellos que estén libres de defectos del fabricante, daños no reparables, que no tengan una edad excesiva y que no tengan un labrado menor a 1,6mm. En el anexo D se enumera las condiciones para que el operador rechace un neumático. [5]

El equipo donde se hace la inspección es una revisadora de neumáticos, aquí se rota lentamente el neumático, para poder facilitar la detección de fallas. En la figura 2.8 se puede apreciar un esquema de un equipo Matteuzzi [23].

Existen métodos más automatizados de detección de fallas. Los costos de estos fácilmente cuadruplican el método de inspección visual, haciendo el costo del proceso mucho más elevado, algo que no es recomendable para una planta que recién está empezando. Algunos de estos equipos se detallan a continuación: [6]

- Matteuzzi Testing Machine: Utiliza alta presión para hacer que las paredes laterales muestren debilidad y defecto mientras se inflan.
- Hawkinson NDT II: Emite rayos de alta frecuencia para detectar agujeros en el neumático.

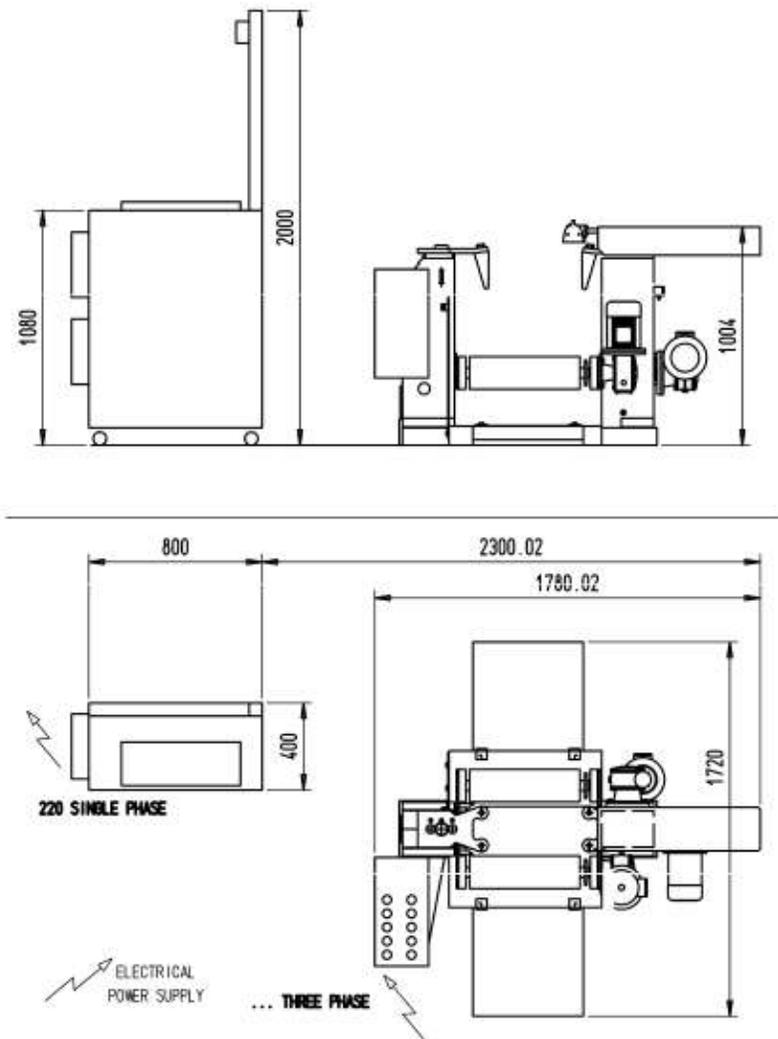


Figura 2.8 Esquema de equipo para inspección inicial [23]

2.4.2. Raspado

El siguiente paso una vez que el neumático pasó el control durante la inspección inicial, es el raspado. Aquí se pule la banda de rodamiento para la posterior colocación de la nueva banda. El

espesor de la banda de rodamiento que queda después del pulido deberá de ser entre 1/32" y 3/32" de la original. [6]

La máquina que se usa para este proceso es la máquina raspadora (buffing machine). Consta de varios componentes, entre ellos un aro expandible, donde se monta e infla el neumático para proceder a ser rotado por medio de un motor, y las cuchillas las cuales quitarán el labrado original de la banda. El ancho a raspar es dado por el fabricante del neumático. La textura raspada deberá ser la recomendada por el TIA [6], para el caso de neumáticos de camiones es el número tres. Ver anexo E.

En la figura 2.9 se puede apreciar el esquema de una máquina para el raspado de neumáticos marca Matteuzzi. [23]

Un sub-proceso después de que el neumático fue raspado, es el de cardeo, aquí es donde se detectan posibles separaciones y protuberancias. Se remueve completamente las antiguas superficies de rodamiento, se marcan las zonas que deben ser reparadas y se limpia el neumático.

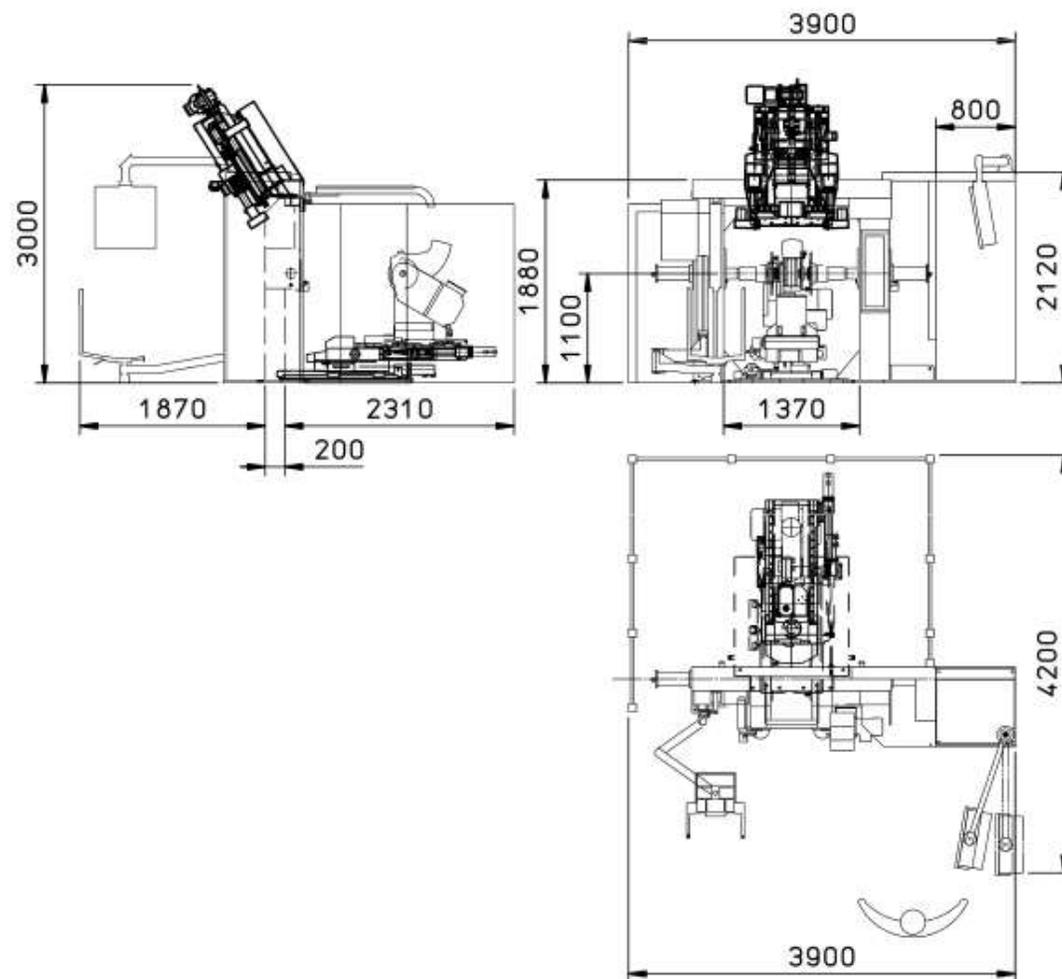


Figura 2.9 Esquema de máquina para raspar [23]

2.4.3. Reparación

La siguiente etapa después del raspado es el de la reparación de la carcasa. Aquí se inspecciona y se procede a reparar los daños detectados durante el cardeo. La norma INEN 2582 limita el número de reparaciones permitidas (ver anexo F), con el fin de asegurar que el neumático vuelva a tener las características originales. [11]

En la figura 2.10 se muestra un esquema del equipo donde se repara la carcasa. Aquí el neumático rota hasta que el operador ve una falla y procede a repararla. Las herramientas necesarias para reparar un neumático están en el anexo G. [26]

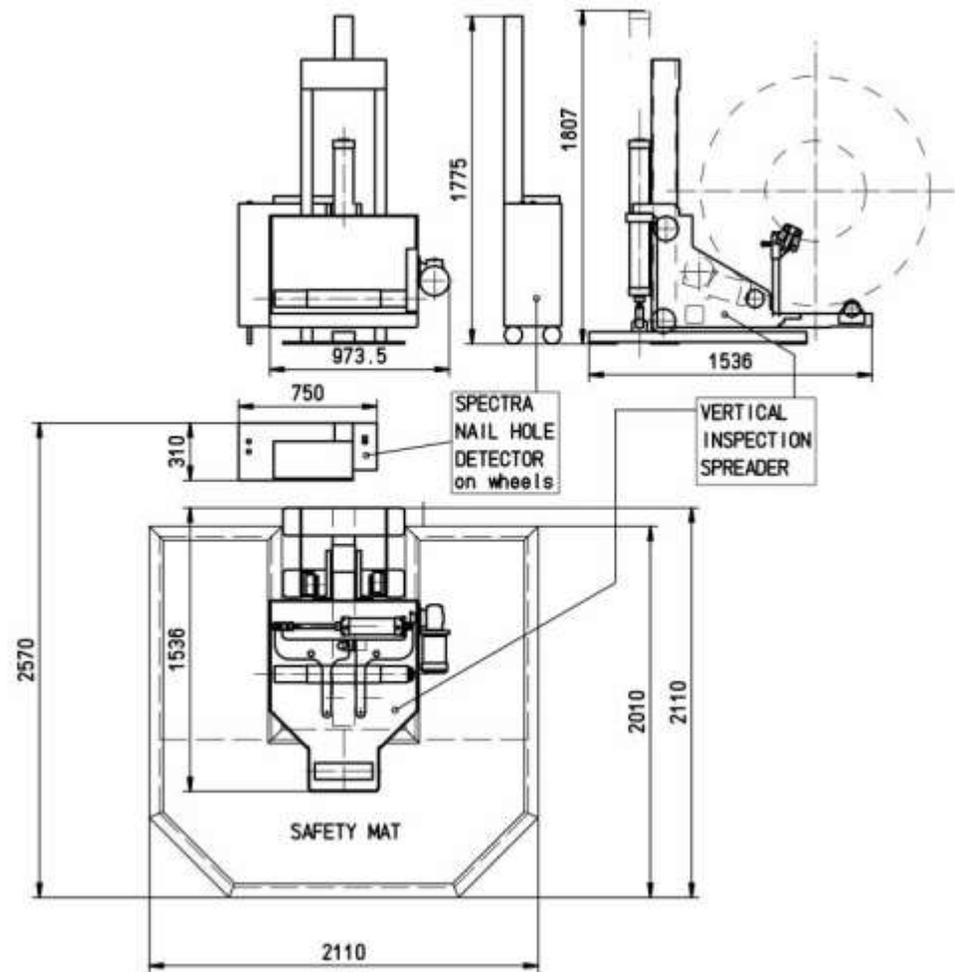


Figura 2.10 Esquema de equipo para reparar la carcasa

2.4.4. Cementación

Esta etapa debe ocurrir como máximo 8 horas después de que el neumático ha sido pulido. Aquí al neumático raspado y reparado se le coloca una capa de cemento de vulcanizado para proteger la superficie pulida de la oxidación y contaminación.

El cemento se lo aplica por medio de un rociador de aire, el cual es el recomendado para el proceso de reencauchado en frío. Los cementos están diseñados para ser vulcanizados a la misma temperatura que la banda de rodamiento y materiales de reparación. En la figura 2.11 se muestra un equipo para poder rociar el cemento en la carcasa.



Figura 2.11 Equipo para rociar cemento [24]

El relleno de cardeo es un sub-proceso después del cementado, aquí se rellenan las superficies que han sido raspadas con goma de relleno, para suministrar una superficie uniforme en la cual se colocará el cojín y la nueva banda de rodamiento.

2.4.5. Embanado

Una vez que el neumático ha pasado todos los procesos anteriores, está apto para recibir la banda de rodamiento. Este proceso se divide en dos fases:

- Primeramente se coloca una banda de cojín sin curar, denominado encojinado. El ancho del cojín debe ser $\frac{1}{2}$ " mayor que la base de la banda de rodamiento.
- Finalmente se coloca la banda de rodamiento seleccionada dependiendo de la aplicación del neumático y ubicación en el camión, denominado embanado. El ancho y radio que será raspado deberá ser el recomendado por el fabricante del neumático. En el apéndice H se puede apreciar una parte de la guía de radio y ancho de raspado para algunos fabricantes.

[6]

Tanto el encojinado como el embanado se lo realizan en la misma máquina, denominada Building Machine. En la figura 2.12 se puede apreciar un esquema de esta máquina.

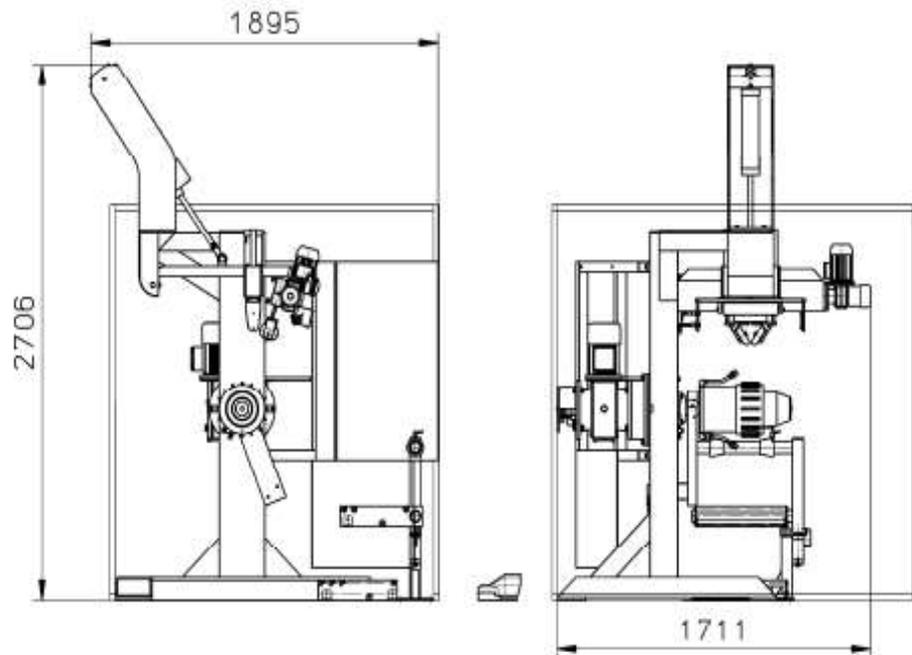


Figura 2.12 Building machine [23]

2.4.6. Encamisado

Una vez que la banda de rodamiento ha sido adherida correctamente, se procede a cubrir el neumático con una envoltura de hule, envolviendo. Existen dos métodos de aplicación de la envoltura: [6]

Modelo en línea. Opera con aire comprimido, abre sus brazos con la envolvente para permitir el ingreso del neumático. Opera en posición vertical. Está en línea con el sistema de monorriel. Ver figura 2.13.



Figura 2.13 Modelo en línea [25]

Modelo de brazo oscilante. Opera con aire comprimido, el funcionamiento es prácticamente el mismo que el otro modelo solo que en posición horizontal. Requiere de un gancho que mueva el neumático del monorriel para colocarlo en este equipo. Ver figura 2.14.



Figura 2.14 Modelo de brazo oscilante [25]

Después que el neumático ha sido cubierto por la envoltura, se procede a instalar el aro, este post-proceso se denomina enllantamiento. El aro ayuda a sellar la envoltura para crear un vacío dentro para asegurar la correcta adhesión de la banda de rodamiento a la carcasa. En la figura 2.15 se puede apreciar un equipo donde se inserta el aro en el neumático.



Figura 2.15 Equipo para instalar aro [25]

2.4.7. Curado

Luego de aplicar la envoltura y el aro en el neumático, este se encuentra listo para la fase de curado. El curado se lo puede realizar en dos tipos de autoclaves: calentado por vapor o calentado eléctricamente. En la figura 2.16 se puede apreciar un autoclave eléctrico.



Figura 2.16 Autoclave eléctrico [25]

Al aplicar cualquiera de los dos tipos de autoclave, el neumático se cura a una baja temperatura (93°C-125°C) y alta presión (hasta aproximadamente 150 psi). La temperatura y presión de curado depende de las especificaciones del fabricante del cojín. La baja temperatura protege la carcasa del neumático y no deteriora las propiedades físicas de los compuestos de caucho utilizados durante el proceso de reencauche, y la alta presión asegura la mejor adhesión de la banda de rodamiento a la carcasa del neumático.

Para nuestra planta de reencauchado se selecciona un autoclave eléctrico. Como se demuestra en el anexo I, un autoclave eléctrico genera un ahorro aproximadamente de \$0,19 por neumático reencauchado.

2.4.8. Inspección final

Luego de que el neumático ha sido reencauchado se somete a una inspección final. Es un proceso parecido a la inspección inicial, donde el operador deberá comprobar que:

- No exista ampollas en los revestimientos internos del neumático.
- No debe existir separaciones entre la banda de rodamiento y la carcasa.
- Exista un buen flujo del cojín entre la banda de rodamiento y la carcasa.
- No exista agrietamiento en la superficie debajo de la banda de rodamiento.

El equipo empleado es el mismo utilizado en el proceso inicial. (Ver figura 2.8). Un post-proceso de la inspección final es el pintado del neumático reencauchado para darle un mejor acabado superficial. En la figura 2.17 se puede apreciar un equipo para rociar la pintura.



Figura 2.17 Equipo para rociar pintura

2.5. Tamaño de la planta

El tamaño de la planta está en función de algunos factores que están relacionados entre sí y limitan la capacidad de producción. Estos son [26]:

Tamaño de la planta y el mercado: Como se describe en el capítulo uno, existe un gran mercado de transporte pesado que no reencaucha sus

neumáticos en la ciudad de Guayaquil, esto no sería un limitante para el tamaño de planta.

Tamaño de la planta y los suministros e insumos: El tiempo de almacenado de ciertas materias primas usadas en algunas fases del proceso de reencauchado, como el cemento, es limitado, por lo tanto es un impedimento para el tamaño de planta.

Otro punto importante a considerar y que es tomado en cuenta en el estudio del MIPRO, es la falta de materia prima principal: el neumático usado. Hasta el año 2010 las plantas funcionaban al 47% de su capacidad instalada [9]. Debido al desarrollo de este sector en el año 2012 las plantas aumentaron su producción en un 60%.

Tamaño de la planta y la disponibilidad de capital: Este factor viene limitado por la capacidad del equipo clave: el autoclave. Este es el equipo más costoso y se vende en capacidades estándar. Por lo tanto se debe aprovechar el 100 % de su capacidad. Entre los distintos proveedores de maquinaria se distingue tres tamaños estándar de autoclave: 10/12 neumáticos por ciclo, 14/16 neumáticos por ciclo y

24/26 neumáticos por ciclo. En la tabla 2.8 se podrá apreciar la capacidad mensual para cada tamaño y el precio de cada uno. Se tomó en cuenta que cada autoclave trabaja dos ciclos por día, y se labora 20 días al mes.

Tabla 2.8 Capacidad y costos De Autoclaves

Capacidad	10 a 12	14 a 16	22 a 24
Producción diaria	20/24	28/32	44/48
Producción mensual	400/480	560/640	880/960
Costo del autoclave(F.O.B.)*	\$48904	\$51874	\$66364

*Costos del proveedor COPÉ [27]

Como se aprecia en la tabla anterior, se puede obtener una máxima producción (880 neumáticos mensuales) con una mínima inversión (\$66.364) usando únicamente un autoclave de 22 neumáticos. Esta producción mensual también se pudiera hacer combinando un autoclave de 10 con uno de 14 (\$100.778), o dos autoclaves de 14 neumáticos (\$103.748), pero tendríamos que hacer una mayor inversión para tener la misma producción.

Con todos los factores analizados, se ha considerado el diseño de una planta con una capacidad de producción de 1000 neumáticos reencauchados mensuales. Para alcanzar dicha producción será

necesario trabajar horas extra. Además esta capacidad está en un valor promedio entre las capacidades de las otras plantas de reencauchado existentes en el país.

2.6. Selección de maquinaria

Las maquinarias y equipos necesarios para cumplir con la producción de 1000 neumáticos mensuales se muestran en la tabla a 2.9. El número necesario de maquinaria por proceso es el adecuado para cumplir con la producción deseada. El estudio tiempo de operación por proceso y el tiempo de ocupación por proceso se muestran en el anexo J.

Tabla 2.9 Maquinaria necesaria

Cantidad	Proceso	Maquinaria necesaria
1	Inspección Inicial	Revisadora de neumáticos
1	Raspado	Raspadora de neumáticos
1	Cardeo	Soporte para cardeo
1	Reparación	Reparadora de neumáticos
1	Cementación	Cabina para cementar
1	Llenado de cardeo	Estación para llenado
1	Embanado	Maquina constructora
1	Envolvimiento	Envolpera de neumáticos
1	Enllantamiento	Mesa para montaje de neumáticos
1	Curado	Autoclave eléctrico
1	Inspección Final	Revisadora de neumáticos
1	Pintado	Cabina para pintado

Como se ve en el anexo J, la velocidad de la línea de producción de la planta de reencauchado es de 60 neumáticos/día. Esta velocidad es de la máquina reparadora de neumáticos, la más lenta del proceso. Esta supera a la velocidad ideal de 44 neumáticos/día, velocidad con que aprovecha al 100% la capacidad del autoclave.

Para la selección de equipos y maquinaria se consultaron varios proveedores. Cada proveedor ofertó líneas completas de producción, variando una de otras principalmente en el nivel de automatización, precios, entre otros. En la tabla 2.10 se muestra los datos técnicos obtenidos de la oferta que hicieron cada uno de ellos

Tabla 2.10 Datos de los proveedores

Procedencia	Malaysia	Brasil	China
Compañía	ACTEN	COPE	Geotang
Precio (F.O.B.)	\$258000	\$301925	\$59557,24
Peso (kg)	24470	20950	19843
Tiempo de entrega	90/100	90/120	45/60
Lugar de entrega	Puerto Klang	Rio Grande	Quingdao
Garantía	12 meses	12 meses	24 meses
Línea de producción*	Completa	Completa	Completa
Producción mensual	920	880	880

*Línea de producción completa + Sistema Monorriel

2.6.1. Criterios de evaluación de proveedores

Para la selección del proveedor, no necesariamente se debe escoger el que oferte la línea de producción menos costosa. Se deben tomar en cuenta una serie de criterios igualmente importantes que afectan en conjunto la elección del proveedor. Para este estudio se consideró los siguientes criterios como requisitos fundamentales que debe cumplir, estos son:

Técnicos. El proveedor deberá garantizar la producción deseada de la planta de 1000 neumáticos mensuales. Además este criterio evalúa a los proveedores en varios aspectos, que podrían afectar el nivel de producción en un futuro, así como la facilidad de operación de la maquinaria, dependiendo en parte del grado de automatización que tenga. Los puntos que evalúa este criterio son:

- **Facilidad de incrementar la producción:** En el caso que se quiera expandir la planta, será necesario comprar otros equipos, principalmente un autoclave. Para ellos será necesario que el sistema de monorriel se adapte a los nuevos equipos.

- Capacidad de producción: Debe cumplir una producción mensual de 1000 neumáticos mensuales, laborando los 20 días al mes, o que se acerque más a la producción deseada para así trabajar menos horas extras.
- Nivel de automatización: Aunque la mayoría de operaciones interviene mucha mano de obra, es importante el control que tengan los equipos para hacer más confiable el proceso.

Costos. Uno de los puntos vitales de la evaluación de proveedores es el costo. Este criterio toma en consideración los costos relacionados con la puesta en marcha de la planta, y los costos de operación. Los puntos que evalúa este criterio son:

- Bajo costo de equipos y sistema de transporte: Se considera el costo de los equipos necesarios para la línea de producción, mostrados en la tabla 2.10, así como el sistema de monorraíl para transportar los neumáticos durante el proceso.
- Bajo costo de producción: No se considera el costo de materiales empleados, este es independiente de la maquinaria que se use. El costo de energía es el principal rubro, y más

que el autoclave es calentado por un sistema eléctrico., además se considera el costo de mantenimiento.

- Bajo costo de instalación: Este punto considera el costo de la instalación mecánica, e instalación eléctrica para poner en funcionamiento la planta.

Calidad. De nada sirve tener un proveedor con costos bajos, si la calidad de la maquinaria que sea adquirida es de baja calidad. Este aspecto es importante ya que evalúa eso, y además los servicios que ofrece una vez hecha la adquisición. Este criterio considera los siguientes aspectos:

- Capacitación a los operadores de la planta: Es fundamental que los operadores sean capacitados por personal especializado respecto al uso de los equipos y maquinarias para la correcta operación de las mismas.
- Tiempo de garantía: Mientras exista un mayor tiempo de garantía, existe un soporte en el caso de que exista algún daño en la maquinaria, y esta necesite ser cambiada.

- Servicio post-venta: En cualquier momento que se requiera técnicos especializados, el proveedor debe estar dispuesto a enviar un técnico para solucionar cualquier problema.

Una vez establecido los criterios, se determinó los pesos de cada criterio utilizando el método de Proceso Analítico Jerárquico. El proceso de obtención de los pesos de cada criterio se detalla en el anexo K. En la tabla 2.11 que se muestra a continuación se detallan los pesos de cada uno.

Tabla 2.11 Peso de cada criterio

Criterio	Peso (%)
1. Técnico	52,9
1.1 Facilidad de incrementar la producción	28
1.2 Capacidad de producción	16,3
1.3 Nivel de automatización	8,6
2. Costos	30,09
2.1 Bajo costo equipos	17,76
2.2 Bajo costo producción	9,62
2.3 Bajo costo instalación	3,52
3. Calidad	16,2
3.1 Capacitación a nuestro personal	7,43
3.2 Tiempo de garantía	6,81
3.3 Servicio Post-Venta	1,96

2.6.2. Selección de proveedor

En función de los pesos de cada criterio mostrados en la tabla 2.10, se procede a utilizar el método de selección por calificación pesada, en donde se calificó a los tres proveedores y se seleccionó el de mayor puntaje.

Para realizar la evaluación de cada proveedor en cada criterio, se basó en una escala de calificación, siendo uno la más baja y cinco la más alta. En la tabla 2.11 se puede apreciar la matriz de evaluación.

En el anexo L se muestran los costos de instalación y los costos de producción por proveedor, siendo valores referenciales que nos permiten evaluar y compararlos entre sí. En el capítulo siguiente se muestran datos reales del proveedor seleccionado. El nivel de automatización se lo evaluó en función de la descripción de la maquinaria ofrecida por cada proveedor. Cabe destacar que ningún proveedor posee algún certificado de calidad.

Tabla 2.12 Matriz De Evaluación De Proveedores

Criterios de selección	Peso	Proveedores					
		ACENT		COPE		GEOTANG	
		Valor	Puntuación	Valor	Puntuación	Valor	Puntuación
Facilidad de incrementar la producción	28,0	5	140,03	4	112,02	3	84,02
Bajo costo de equipos	17,8	4	71,05	3	53,29	5	88,81
Capacidad de producción	16,3	5	81,68	4	65,35	3	49,01
Bajo costo de producción	9,6	4	38,49	3	28,86	5	48,11
Nivel de automatización	8,6	4	34,23	5	42,79	3	25,67
Capacitación a nuestro personal	7,4	4	29,72	5	37,15	2	14,86
Tiempo de garantía	6,8	4	27,24	4	27,24	5	34,05
Bajo costo de instalación	3,5	3	10,55	3	10,55	5	17,58
Servicio Post-Venta	2	5	9,80	4	7,84	4	7,37
Total			442,79		385,09		369,95

De la tabla 2.11 se puede apreciar que el proveedor con mayor calificación es ACENT (442,79), seguido de COPE (385,09) y finalmente Geotang (369,95). Por lo tanto se selecciona ACENT como distribuidor de la maquinaria.

Las principales razones por las que seleccionó al proveedor ACENT se resumen a continuación:

- Su autoclave posee una mayor capacidad que los otros dos, aunque no cumple con la capacidad deseada de 1000 neumáticos por mes, es el que más se acerca a esa producción.
- El precio de la línea de producción está por debajo de la del proveedor brasileño, y a su vez está en el valor promedio de una planta de este tipo.
- A parte de ofertar la línea de producción, también ofertó herramientas indispensables para cada proceso, por lo que podría ser el proveedor tanto de equipos, como de maquinaria y herramientas necesarias para la planta de reencauchado.
- El costo de cada una de la maquinaria incluye el costo de instalación y puesta a punto por técnicos de la empresa

proveedora, a su vez incluye la capacitación del personal que operará cada maquinaria.

- El nivel de automatización de cada maquinaria y equipo es muy bueno, principalmente del autoclave, permitiendo un mejor control durante el curado, debido a que este es el proceso más crítico del reencauchado de neumáticos.
- El sistema de monorraíl que posee permitirá añadir equipos en el caso de que se desee aumentar la capacidad de la planta, sin tener que hacer una inversión extra en adecuar el sistema de monorraíl.

2.6.3. Características de las maquinarias

De la tabla 2.12 a la tabla 2.18, se muestran las descripciones técnicas de cada equipo y maquinaria ofertados por el proveedor ACENT, que componen la línea de producción de la planta de reencauchado.

TABLA 2.13 Descripción técnica revisadora de neumáticos

Tamaño	1.2 m L x 0.6 m W x 0.9 m H
Peso	700 kg
Potencia del motor	1.5 hp

Tabla 2.14 Descripción técnica raspadora de neumáticos

Tamaño	2.2 m L x 2.3 m W x 2.45 m H
Peso	2000 kg
Potencia del motor	20 hp

Tabla 2.15 Descripción técnica reparadora de neumáticos

Tamaño	1.2 m L x 0.76 m W x 1.07 m H
Peso	100 kg
Potencia del motor	1 hp

Tabla 2.16 Descripción técnica constructora de neumáticos

Tamaño	1.5 m L x 2.3 m W x 2.2 m H
Peso	1450 kg
Potencia del motor	2 hp

Tabla 2.17 Descripción técnica equipo para envolvimiento

Tamaño	1.6 m L x 1.3 m W x 1.75 m H
Peso	600 kg
Presión de trabajo	6-8 bar

Tabla 2.18 Descripción técnica equipo enllantamiento

Tamaño	2.4 m L x 1.060 m W x 1.060 m H
Peso	300 kg
Presión de trabajo	6-8 bar

Tabla 2.19 Descripción técnica autoclave

Tamaño	9.5 m L x 2.2 m W x 2.5 m H
Peso	6500 kg
Potencia del motor	10 hp
Automatización	Controlado por un tablero eléctrico
Otro	Sistema doble calentamiento vapor-electricidad

2.7. Distribución de planta

El terreno donde estará ubicada la planta tiene una dimensión de 100mx80m. Las áreas que se consideró para la distribución de planta fueron las necesarias para su correcto funcionamiento, además en un futuro permitirán si las condiciones del mercado se prestan, una expansión de la planta. Está constituido por dos áreas principales: área de producción, y administrativa. En el plano 1 se muestra la planta en 3D.

En el área administrativa se consideró un espacio adecuado para las oficinas, sala de reunión, comedor, vestidores y baños de producción. Todas estas áreas estarán en una superficie de 330 m². Además existe un área destinada como parqueadero de 560 m². Ver plano 2.

El área de producción está separada de sus alrededores por una vía, para la circulación y maniobra de un camión liviano, ya sea que este abastezca la planta de materia prima, deje los neumáticos usados y lleve los neumáticos reencauchados. Estará dentro de un galpón de área 1885 m² y 9m de altura, ver plano 3. Consta de las siguientes áreas:

Almacén de materia prima. Tiene una superficie de 200m², está diseñado para tener una reserva de tres meses de producción. Una parte de este almacén esta refrigerado, para el almacenamiento del cemento, esta superficie es de 50 m². Los cementos van almacenados en tanques dentro del cuarto refrigerado. Las bandas pre-curadas van almacenadas encima de pallets, de una manera apilada.

Almacén de neumáticos. Tiene una superficie de 695 m², está diseñada para almacenar 1500 neumáticos, 1000 usados y 500 reencauchados. Dejando espacio suficiente para su transporte dentro de la planta, además de espacio para la recepción y entrega de neumáticos. Los neumáticos estarán apilados de forma ordenada hasta 8.

Línea de Producción. Acent, el proveedor de la línea de producción recomendó la distribución de los equipos. Se puede identificar que es

una distribución por producto, donde los equipos son colocados en serie de tal modo que los procesos sean una continuación del anterior, reduciendo el tiempo improductivo entre procesos. El área de la línea de producción es de 965 m². En el plano 4 se muestran las cargas para la correcta cimentación.

Dentro del galpón también se encuentra un área destinada para el taller de mantenimiento de 50 m² y una oficina para el Jefe de Planta de 8 m². En el plano 5 se muestra los datos eléctricos de los equipos para la instalación.

CAPÍTULO 3

3. COSTOS DEL PROYECTO

En este capítulo se presenta el presupuesto para la implementación y puesta en marcha de la planta de reencauchado. Se detalla el medio de financiamiento y el costo de operación anual. Finalmente se evalúa la rentabilidad del proyecto.

3.1. Presupuesto para la implementación

La inversión necesaria para la puesta en marcha de la planta de reencauchado se compone de inversión en activo fijo, activo diferido y capital de trabajo.

Activo fijo. Considera todos los bienes propiedad de la empresa, como equipos de producción (tabla 3.1), herramientas (tabla 3.2), equipo de oficinas y ventas (tabla 3.3), terrenos y edificios (tabla3.4).

Tabla 3.1 Equipo de producción

Cantidad	Concepto	Costo
1	Revisadora de neumáticos	\$ 4.420
1	Máquina Raspadora de Neumático	\$ 49.400
1	Máquina para reparación	\$ 4.030
1	Airless Spraying Tank	\$ 11.570
1	Embanadora	\$ 35.100
1	Envolopera Vertical	\$ 7.540
1	Mesa Dupla (enlantamiento)	\$ 6.110
1	Autoclave	\$ 168.360
1	Revisadora de neumáticos	\$ 4.420
1	Tire paint mixer	\$ 1.950
1	Cement Mixer	\$ 4.030
1	Vulcanizador eléctrico	\$ 4.290
2	Extruder gun	\$ 5.200
40	Curing rim	\$ 24.440
1	Sistema monorriel	\$ 52.000
1	Compresor de aire	\$ 47.700
1	Montacargas	\$ 14.000
2	Aire acondicionado	\$1.800
<u>Total</u>		<u>\$ 446.160</u>

Tabla 3.2 Herramientas

Cantidad	Concepto	Costo
20	3/8" Skiving Brush	\$ 208,00
10	2" Plastic Encased Wheel	\$ 269,10
3	2" Cementing Brush	\$ 5,85
3	4" Normal Brush	\$ 15,21
6	9" End Cutter	\$ 195,00
3	7,5" Meter Measuring Tape	\$ 46,80
23	14" White chalck	\$ 565,11
6	12" Steel ruler	\$ 12,48
30	Large Pencil Stone	\$ 156,00
30	Small pencil stone	\$ 148,20
1	Air gun blower	\$ 4,55
1	Buffing check templates	\$ 162,50
40	Contour wheel	\$ 1.274,00
20	Drill chuck short adaptor	\$ 65,00
5	Fluorecent repair light	\$ 107,90
6	High speed grinder 25000rpm	\$ 2.964,00
4	Low speed grinder 700 rpm	\$ 1.846,00
6	Low speed grinder 4000 rpm	\$ 1.326,00
20	Pencil Rasp ϕ 6x65mm G16	\$ 247,00
20	Pencil Rasp ϕ 6x65mm G38	\$ 299,00
6	Skiving taper point knife	\$ 109,20
7	Steel Hammer	\$ 111,02
4	Steel Hand brush	\$ 42,64
20	Staple	\$ 80,60
8	Ball bearing corrugated sticher	\$ 124,80
3	3" Carbide cutter	\$ 130,65
3	4" Carbide cutter	\$ 167,70
3000	Tire Stickers	\$ 6.435,00
Total		\$ 17.119,31

Tabla 3.3 Equipo de oficina y ventas

Cantidad	Concepto	Costo
6	Computadoras	\$ 4.800
6	Escritorio Oficina	\$ 1.200
6	Sillas Oficina	\$ 450
1	Mesa Sala Reunión	\$ 2.000
8	Mesa plásticas para comedor	\$ 240
25	Silla plásticas comedor	\$ 625
1	Cafetera	\$ 65
6	Teléfono	\$ 300
1	Microondas	\$ 120
6	Impresoras	\$ 1.800
1	Camión	\$ 39.000
Total		\$ 50.600

Tabla 3.4 Terreno y obra civil

Concepto	Cantidad (m2)	Costo
Terreno	7942,06	\$ 190.609,44
Galpón	1884,8	\$ 84.816,00
Áreas Administrativas	330	\$ 90.750,00
Camino Asfaltado	133	\$ 1.131,83
Total		\$ 368.697,83

Activo diferido. Considera el conjunto de bienes propiedad de la empresa necesario para el funcionamiento (ver tabla 3.5): [26]

- Planeación e integración del proyecto; se calcula como el 3% de la inversión total fija.

- Ingeniería del proyecto, comprende la instalación y puesta en marcha de la planta.
- Supervisión del proyecto, comprende la verificación de precios de equipo, compra y traslado de equipo y materiales. Se calcula como el 1,5% de la inversión total fija.
- Administración del proyecto, comprende desde la construcción y administración de la obra civil e instalaciones. Se calcula como el 0,5% de la inversión total fija.

TABLA 3.5 Inversión en activo diferido

Concepto	Costo
Planeación e Integración	\$ 26.477,31
Ingeniería del proyecto	\$ 37.250,10
Supervisión	\$ 13.238,66
Administración del proyecto	\$ 4.412,89
Total	\$ 81.378,96

Capital de trabajo. Es la inversión adicional líquida que debe aportarse para que la planta empiece a reencauchar neumáticos. El capital de trabajo se define como activo circulante (AC) menos pasivo circulante (PC), ver tabla 3.6. El pasivo circulante se conforma de los rubros sueldos y salarios, proveedores, impuestos e interés. El activo circulante esta entre un valor de dos y 2,5 veces el valor del pasivo circulante, y está conformado por los siguientes rubros [26]:

- Valores e inversiones, dinero invertido en corto plazo en alguna institución bancaria, con el fin de tener efectivo para apoyar básicamente las actividades cotidiana de la empresa. Aunque la empresa no va a dar crédito, se considera 30 días de espera hasta que empiece a recibir dinero.
- Inventarios, cantidad de dinero necesario, para tener un mínimo de inventario en el almacén que permita producir neumáticos reencauchados por un tiempo determinado. Se desea tener un inventario equivalente a 60 días de producción. En el anexo M se detalla el costo anual de la materia prima.
- Cuentas por cobrar, aunque no se dará crédito a los clientes, existe un periodo de espera, desde la recepción hasta la entrega del neumático, por lo tanto será necesario un crédito de 8 días máximos.

TABLA 3.6 Capital de trabajo

Activo Circulante	
Concepto	Costo
Valores e inversiones	\$ 11.987,06
Inventarios	\$ 121.480,27
Cuentas por cobrar	\$ 41.844,12
Total Activo circulante	\$ 140.284,39
<i>Capital de trabajo**</i>	<i>\$ 70.142,20</i>

Además del presupuesto destinado a la inversión en activos fijos, diferidos y capital de trabajo, se destina un rubro adicional. Valor que deberá destinarse en caso de que se lo llegase a necesitar por alguna actividad o compra. Equivale del 5% al 10% del total entre activo fijo y diferido. En la tabla 3.7 se detalla el monto total necesario para la implementación de la planta de reencauchado. [26]

Tabla 3.7 Inversión total

Concepto	Costo
Activo Fijo	\$ 882.577,14
Activo Diferido	\$ 81.378,96
Capital de trabajo	\$ 70.142,20
Imprevistos	\$ 48.197,8
Total	\$ 1.082.296,10

El 70% que se requiere para la inversión en activo fijo y diferido, \$674.769,58 se lo financia por medio de un préstamo a la Corporación Financiera Nacional, a un plazo de 10 años, con una tasa de interés del 11%. El 30% restante, con el capital de trabajo será financiado por inversionistas. En la tabla 3.8 se muestra la amortización de la deuda. [28]

Tabla 3.8 Tabla de amortización

Año	Interés	Anualidad	Pago a Capital	Deuda después del pago
0				674769,27
1	74224,62	114576,78	40352,17	634417,10
2	69785,88	114576,78	44790,90	589626,20
3	64858,88	114576,78	49717,90	539908,30
4	59389,91	114576,78	55186,87	484721,42
5	53319,36	114576,78	61257,43	423464,00
6	46581,04	114576,78	67995,75	355468,25
7	39101,51	114576,78	75475,28	279992,97
8	30799,23	114576,78	83777,56	196215,42
9	21583,70	114576,78	92993,09	103222,33
10	11354,46	114576,78	103222,33	0,00

Adicionalmente cada año se deberá destinar un rubro para cubrir los costos de operación. El costo de operación está conformado por los costos de producción, gastos de administración, gastos de ventas y gastos financieros. Ver tabla 3.9.

Costos de producción. Comprende el valor de los recursos utilizados en la elaboración o creación de un producto. Se considera que durante el primer año se opera al 60% de su capacidad instalada por motivos descritos anteriormente. En el anexo M se detallan los costos de producción.

Gastos de administración. Se refiere a aquellos costos que se originan en la administración, independientemente del aspecto productivo de la industria. Incluye rubros como mano de obra, materiales e insumos de oficina, depreciaciones y amortizaciones, entre otros gastos. En el anexo N se detallan los gastos de administración.

Gastos de ventas. Se refiere a los gastos resultantes directamente de la venta final del producto. Incluye gastos de comercialización y de distribución. En el anexo N se detallan estos rubros.

Gastos financieros. Está constituido por los intereses pagados al banco por el préstamo para financiar este proyecto. En la tabla 3.8 se muestra el interés que se debe pagar cada año por este rubro.

Tabla 3.9 Costo anual de operación

Costos de Producción	
Materia Prima	\$ 728.881,63
Servicios Básicos	\$ 28.936,80
Mano de obra directa	\$ 53.620,09
Mano de obra indirecta	\$ 18.107,35
Mantenimiento	\$ 28.540,36
Depreciación	\$ 44.616,00
Gasto de administración	
Sueldos	\$ 52.388,51
Servicios Básicos	\$ 7.776,00
Insumos de Oficina	\$ 2.592,00
Depreciación	\$ 2.678,00
Gasto de ventas	
Sueldos	\$ 33.761,76
Gastos de comercialización	\$ 38.952,00
Depreciación	\$ 7.200,00
Costo Financiero	
Financiamiento	\$ 74.224,62
Total	\$ 1.122.275,13

3.2. Evaluación de la inversión

El objetivo al invertir en este proyecto, es la obtención de un beneficio sobre su inversión, siendo más atractiva cuanto mayor sea la rentabilidad proyectada. Con base en el presupuesto de ingresos y del costo de operación, se calcula el mínimo de ventas de producción para estimar dentro de que límites la empresa tendrá éxito. Este nivel de ventas se conoce como punto de equilibrio [29]. En la tabla 3.10 se

muestra la clasificación de los costos de operación, estos pueden ser fijos o variables. En base a esta clasificación, en la tabla 3.11 se calcula el punto de equilibrio, tomando en consideración que la planta el primer año funciona al 60% de su capacidad, los neumáticos que se van a reencauchar, la proporción y el costo en el mercado. Se puede observar en la tabla 3.11 que se necesita aproximadamente 3,5 meses para asegurar que no haya pérdidas anuales.

Tabla 3.10 Distribución de valores de costos

Costos de producción			
Concepto	Monto	Distribución del costo	
		Fijo	Variable
Materia Prima	\$ 728.881,63	\$ 0,00	\$ 728.881,63
Servicios Básicos	\$ 28.936,80	\$ 2.893,68	\$ 26.043,12
Mano de obra directa	\$ 53.620,09	\$ 48.258,09	\$ 5.362,01
Mano de obra indirecta	\$ 18.107,35	\$ 18.107,35	\$ 0,00
Mantenimiento	\$ 28.540,36	\$ 5.708,07	\$ 22.832,29
Depreciación	\$ 44.616,00	\$ 44.616,00	\$ 0,00
Costo de administración			
Sueldos	\$ 52.388,51	\$ 52.388,51	\$ 0,00
Servicios Básicos	\$ 7.776,00	\$ 1.555,20	\$ 6.220,80
Insumos de Oficina	\$ 2.592,00	\$ 1.296,00	\$ 1.296,00
Depreciación	\$ 2.678,00	\$ 2.678,00	\$ 0,00
Costo de ventas			
Sueldos	\$ 33.761,76	\$ 33.761,76	\$ 0,00
Gastos de comercialización	\$ 38.952,00	\$ 3.895,20	\$ 35.056,80
Depreciación	\$ 7.200,00	\$ 7.200,00	\$ 0,00
Costo Financiero			
Financiamiento	\$ 74.224,62	\$ 74.224,62	\$ 0,00
Total	\$ 1.122.275,13	\$ 296.582,48	\$ 825.692,65

Tabla 3.11 Punto de equilibrio

Medidas	Porcentaje Producción	Costo Fijo	Costo Variable	Ventas	Precio	Punto Equilibrio
297/75R22,5	46,15	136884,22	381088,91	3323,08	290,03	781
12R22,5	29,49	87453,81	243473,47	2123,08	266,45	576
1100-20	8,97	26616,38	74100,62	646,15	197,3	322
11R22,5	7,69	22814,04	63514,82	553,85	238,49	184
275/80R22,5	3,85	11407,02	31757,41	276,92	247,98	86
1000-20	3,85	11407,02	31757,41	276,92	185,64	161

Para evaluar nuestro proyecto, se utilizó dos criterios de evaluación, el VAN y el TIR. El VAN representa la utilidad pura del proyecto, para un proyecto aceptable el VAN debe ser mayor de cero, para una TMAR. En la tabla 3.12 se calcula el TMAR global mixta con que se evaluó este proyecto. El TMAR de la institución bancaria es del 11% y de la inversión privada se la calcula en función del riesgo país (18,75%), de la inflación del país (6,12%) y de un factor de riesgo por invertir en este tipo de industria (1,7). [30]

Tabla 3.12 TMAR

Inversionista	% de aportación	TMAR	Ponderación
Institución Financiera	0,7	0,11	0,077
Inversión Privada	0,3	0,27*	0,081
TMAR Global mixta			0,158

TMAR=Inflación+ Factor de riesgo (Riesgo País-Inflación).

Para el cálculo del VAN es necesario estimar los ingresos y egresos durante los cinco primeros años. Se considera que el primer año la planta funciona a un 60% de su capacidad instalada, el segundo año al 65%, al tercero y cuarto al 70% y finalmente al quinto año al 75%. Además cada año los materiales aumentan entre el 2%-4% [6]. En el anexo O se muestran los ingresos y egresos para los cinco primeros años.

En la tabla 3.13 se muestra el VAN del proyecto, se asume una vida útil de 5 años para la evaluación. Se observa un valor del VAN de \$869.751,42 siendo mayor a cero, además la inversión se recupera aproximadamente en 2,2 años. Así mismo el TIR es del 25%, mayor a la tasa TMAR del 15,8%, por lo que con los dos criterios se concluye que el proyecto es aceptable. [26]

Tabla 3.13 TIR y VAN del proyecto

Año	Ingresos	Egresos	Flujo	Impuestos + Utilidades*	Depreciación	Pago al Capital	Flujo Neto Efectivo	Flujo Actualizado
0	\$ 0,00	-\$ 1.081.840,50	-\$ 1.081.840,50	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	-\$ 1.081.840,50	-\$ 1.081.840,50
1	\$ 1.909.138,15	-\$ 1.122.275,13	\$ 786.863,03	-\$ 314.745,21	\$ 54.494,00	-\$ 40.352,17	\$ 486.259,65	\$ 419.913,34
2	\$ 2.151.789,61	-\$ 1.199.815,80	\$ 951.973,81	-\$ 380.789,52	\$ 54.494,00	-\$ 44.790,90	\$ 580.887,38	\$ 433.186,41
3	\$ 2.317.311,89	-\$ 1.275.710,30	\$ 1.041.601,59	-\$ 416.640,63	\$ 54.494,00	-\$ 49.717,90	\$ 629.737,05	\$ 405.539,88
4	\$ 2.363.658,13	-\$ 1.285.757,67	\$ 1.077.900,46	-\$ 431.160,19	\$ 52.316,00	-\$ 55.186,87	\$ 643.869,41	\$ 358.066,39
5	\$ 2.482.834,17	-\$ 1.304.130,47	\$ 1.178.703,70	-\$ 471.481,48	\$ 52.316,00	-\$ 61.257,43	\$ 698.280,79	\$ 335.341,50
							VAN	\$ 869.751,42
							TIR	25%

*Impuestos 25% del flujo y Utilidades 15% del flujo

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

Este proyecto beneficiará a distintos sectores. A los transportistas usuarios de nuestro servicio, reduciendo el costo de operación hasta un 35%, ofreciéndoles reencauchado de primera calidad y con el mismo rendimiento que un neumático nuevo. Energéticamente constituye un ahorro de 15 galones de petróleo por cada neumático que se reencauche en la planta, en vez de usar un neumático nuevo. Y ambientalmente por cada neumático que la planta reencauche, se evitara que un neumático vaya a parar a algún botadero.

Se seleccionó el proceso de reencauchado en frío como el método de reencauchado de la planta. La principal ventaja de reencauchar un

neumático en frío es que permite manejar un mayor volumen de producción con un menor costo de operación. Además necesita una menor inversión y menor espacio para producir la misma cantidad de neumático reencauchado.

Se analizó el desarrollo que ha tenido el reencauchado de neumático durante los últimos años en nuestro país, determinando que existe un ambiente favorable para la aparición de nuevas plantas. En los últimos dos años la capacidad de operación de cada planta en promedio, aumentó de 47% a 62%, gracias al apoyo del gobierno que está impulsando este sector.

Se calculó que la provincia del Guayas es donde existe un mayor mercado potencial de buses y camiones disponibles para reencauchar.

Se eligió la ciudad de Guayaquil para la localización de la planta, pues posee aproximadamente el 89% de cooperativas de buses y camiones de la provincia del Guayas. El parque industrial Inmaconsa es el lugar donde estará ubicada nuestra planta, su principal ventaja es su ubicación estratégica entre dos grandes vías, que salen y entran a Guayaquil, además

se presta para realizar las instalaciones necesarias para la implementación y operación de la planta.

Manuales y normas se usaron como guía para el diseño de la planta de reencauchado. Se describió cada proceso para reencauchar en frío un neumático, detallando la maquinaria empleada y la materia prima que interviene cada etapa del proceso. Además se enumeró los requerimientos técnicos que deben cumplir la materia prima para asegurar la calidad del reencauchado y el cuidado de esta al momento de almacenarse, especialmente del cemento de vulcanización.

Se diseñó la capacidad de la planta en función del equipo clave, el autoclave. Este es el cuello de botella de la línea de producción, y a la vez el equipo más costoso, por lo que se buscó una mayor producción con una menor inversión. Para eso se eligió un autoclave de 22 neumáticos por turno.

Se comparó los costos de operación de un autoclave eléctrico con un autoclave de vapor, demostrando que existe un ahorro de \$0,19 por neumáticos realizando el proceso de curado en un autoclave eléctrico.

El autoclave que se requiere es uno que tenga doble calentamiento, en el momento que la planta aumente su producción, es necesario comprar otro autoclave y será mucho más beneficioso trabajar con un sistema de calentamiento de vapor, por lo tanto el autoclave inicial deberá estar listo para trabajar con sistema de vapor un día.

Se hizo un estudio de los tiempos de operación de cada equipo, determinando la cantidad de maquinaria necesaria para llevar una producción mensual de 1000 neumáticos.

Se solicitó cotizaciones a diferentes proveedores de maquinaria de reencauchado en distintos países, cada uno de ellos ofertó líneas completas de producción, de donde a través de un proceso de evaluación se seleccionó al proveedor de maquinaria ACENT como futuro proveedor de nuestro equipamiento.

ACENT como distribuidor completo de la línea de producción, sugirió la distribución de equipos dentro del área de producción. El cual es un modelo de distribución por producto, adecuado para una producción en línea.

La planta estará ubicada en un terreno de 8000m². Constará de áreas para oficinas separadas del departamento de producción. Departamento que estará dentro de un galpón de 1945 m², está conformado por un almacén de neumáticos, materia prima, taller y una oficina para el jefe de producción.

Se determinó la inversión inicial para la implementación y la puesta en marcha de la planta de reencauchado. Este monto asciende a \$1.082.296,1. Este valor considera la inversión en activo fijo, activo diferido, capital de trabajo e imprevistos. El 70% del valor de activos fijos y diferidos es financiado a través de un préstamo a la Corporación Financiera Nacional, el 30% restante a través de inversión privada.

Se calculó costo de operación anual de la planta considerando porcentajes de utilización de la capacidad instalada cada año, durante el primer año la planta trabajara al 60% de su capacidad instalada, 65% el segundo año, 70% el tercer y cuarto año, y 75% el quinto año. Valores que van de acorde a la realidad de la industria del reencauchado en nuestro país. Además se tomó en cuenta que el precio de la materia prima aumenta un 2% aproximadamente cada año.

Se evaluó el proyecto usando dos criterios el TIR y el VAN, dando como resultado un VAN de \$869.751,42, siendo mayor a 0. Un TIR de 25%, mayor que la TMAR que es del 15,8%. Determinado que el proyecto es rentable.

Recomendaciones.

El proveedor de materia prima de la planta deberá de cumplir los requisitos establecidos por las normas.

En un futuro, dependiendo si las condiciones de mercado se prestan, aparte de prestar servicio de reencauchado, se podría comenzar a vender neumáticos reencauchados. Para eso sería necesario un aumento en la capacidad de la planta, aspecto que se consideró en el diseño de la planta.

Se debe destinar un monto a la publicidad de la planta, medio que permitirá conocernos en el mercado automotor.

Será necesario en el futuro implementar equipos para hacer ensayos no destructivos a las carcasas, para hacer el proceso de detección de fallas en los neumáticos más confiable.

Se debe tener una política de mejoramiento continuo, de tal forma que se pueda ofertar reencauchado de calidad.

PLANOS

APÉNDICE

APÉNDICE A
CATÁLOGO DE BANDAS PRE-CURADAS PIRELLI

JUNHO/2012

BANDAS DE RODAGEM NOVATECK.
TECNOLOGIA E QUALIDADE
PARA IR CADA VEZ MAIS LONGE.

Tire suas dúvidas com nossos
profissionais especializados.

0800 728 76 38

Nota: as características são gerais, podendo ser modificadas sem prévio aviso.

Gama de Produtos

NOVATECK

Reconstrução Original Pirelli



pirelli.com.br

NOVATECK
Reconstrução Original Pirelli

PIRELLI



Conceito NOVATECK

Reconstruir pneus de caminhão e ônibus com processo e material de tecnologia avançada com a mesma performance e qualidade do produto original.

NOVATECK - Reconstrução Original

A Pirelli está sempre desenvolvendo novas tecnologias capazes de prolongar a vida útil do pneu de seu veículo, proporcionando mais economia para você.

A NOVATECK é parte desse desenvolvimento e tem uma gama completa de material para reconstrução de pneus com a mais avançada tecnologia. A aliança entre a Pirelli e a NOVATECK proporciona a você a extensão de garantia da carcaça.

Rede Credenciada

Para que o consumidor Pirelli tenha a certeza de obter uma perfeita reconstrução de pneus, todos os reconstrutores são credenciados por meio de rigorosa avaliação técnica. Assim, os pneus reconstruídos com a banda NOVATECK retornam ao consumidor com a mesma tecnologia e qualidade do produto original.

Reconstrução Garantida

Para que o consumidor Pirelli tenha o máximo de retorno do seu investimento, a Pirelli garante até a terceira reconstrução das carcaças que apresentarem condições técnicas* e tenham sido fabricadas há até 5 anos contados da data do DOT.

Encontre o credenciado mais perto de você:

www.pirelli.com.br

*Consulte as condições técnicas na rede credenciada da NOVATECK ou no SAC Pirelli.

Por que a NOVATECK é diferente

- Moldes e bandas projetados pela engenharia Pirelli;
- Desenho igual ao de um pneu novo, o que resulta na manutenção da originalidade da carcaça;
- Garantia da carcaça Pirelli quando reconstruída com a banda NOVATECK;
- Formulação exclusiva Pirelli.

Código	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Aplicação
X5	-----	3040	7.00x16 - 7.50x16 - 215/75R17,5
S	3040	3130	9.00x20 - 275/80R22,5
M	3140	3250	10.00x20 - 11R22,5 - 295/80R22,5
L	3260	3370	315/80R22,5 - 385/65R22,5
XL	3370	-----	11.00x22 - 13R22,5

Segmentação

FAIXA DE SEVERIDADE

+



OFF

Produtos destinados a veículos empregados exclusivos para percursos altamente agressivos, em condições fora de estrada, como mineradoras, pedreiras e construção civil pesada.



ON // OFF

Produtos destinados a veículos empregados em percursos mistos – asfalto/louca (canteiro de obras, mineração, transporte agrícola, transporte de resíduos e usinas).



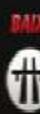
ALTA SEVERIDADE

Produtos destinados a veículos empregados no transporte urbano e intermunicipal de passageiros e cargas.



MÉDIA SEVERIDADE

Produtos destinados a veículos empregados em médias e longas distâncias, em estradas asfaltadas sinuosas e/ou com aclives e declives.



BAIXA SEVERIDADE

Produtos destinados a veículos empregados em médias e longas distâncias, em estradas asfaltadas, bem conservadas, com percursos predominantemente planos e retilíneos.



Segmento H

(Baixa severidade)

FH75



230	10.00R20	12.5	M
235	11.00R20 / 11.00R22 12R22.5	12.5	M / XL
231	11.00R22 / 275/80R22.5 11R24.5	12.5	S / M / XL
236	11R24.5 / 295/80R22.5	12.5	M / XL
240	295 / 80R22.5 / 11R24.5	12.5	M
260	295/80R22.5 / 315/80R22.5	13.5	M

FH85



230	11.00R22 / 275/80R22.5	12.5	M
240	275/80R22.5 / 295/80R22.5	12.5	S / M
250	295/80R22.5 / 315/80R22.5	13.5	M / L

ST35L Novawing



220*	11.00R22 / 11R22.5	13.5	M / XL
260*	295/80R22.5 315/80R22.5	13.5	M
300*	395/60R22.5	13.5	L

*Bandas light (com menor profundidade)

FR85L Novawing



225	11.00R20 / 11.00R20 / 12R22.5	12.5	M / XL
235	275/80R22.5 / 295/80R22.5 11.00R22	13.5	M
245	275/80R22.5 / 295/80R22.5 315/80R22.5	13.5	M
255	295/80R22.5 / 315/80R22.5	13.5	M

TR85



210	9.00R20	14.5	S
210	10.00R20 / 11R22.5	14.5	M
220	10.00R20 / 11.00R22	15.0	M / XL
230	11.00R22 / 275/80R22.5 295/80R22.5 / 12R22.5	17.0	S / M / XL
235	11.00R22 / 275/80R22.5 295/80R22.5 / 11R24.5	20.5	M / XL
240	11.00R22 / 295/80R22.5 11R24.5	20.5	S / M / XL
250	11.00R22 / 295/80R22.5	20.5	M / XL
260	295/80R22.5	20.5	M

FR25 Novawing



230*	11.00R22 / 275/80R22.5	15.0	S / XL
240*	295/80R22.5	15.0	M

*Bandas light (com menor profundidade)

FR25L Novawing



240*	295/80R22.5	12.5	M
------	-------------	------	---

*Bandas light (com menor profundidade)

TR85L Novawing



240*	11.00R22 / 295/80R22.5 / 11R24.5	17.0	M
250*	11.00R22 / 295/80R22.5	17.0	M
250*	295/80R22.5	17.0	M

*Bandas light (com menor profundidade)

Segmento R

(Média severidade)

FR85



210	9.00R20	12.5	S
210	10.00R20 / 11R22.5	14.0	M
220	10.00R20 / 11.00R22 / 11R22.5	15.0	M / XL
225	11.00R20 / 11.00R22 / 12R22.5	15.0	M / XL
230	11.00R22	15.0	S / M / XL
240	275/80R22.5 / 11R24.5	15.5	S / M / XL
250	295/80R22.5	15.5	M
260	295/80R22.5 / 315/80R22.5	16.0	M / L

Segmento **C**
(Alta severidade)

Segmento **G**
(On/Off)

CT40



230	275/80R22.5	18.4	S
-----	-------------	------	---

MC45



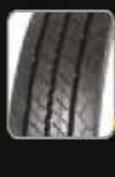
190	215/75R17.5	13.5	XS
-----	-------------	------	----

MC85



230	275/80R22.5	18.0	S
250	295/80R22.5	18.0	M

MC95



190	215/75R17.5	13.5	XS
240	275/80R22.5 / 295/80R22.5	15.0	S/M
250	275/80R22.5	18.5	S/M
265	295/80R22.5	18.5	M

MC95L Novawing



230L*	275/80R22.5	15.0	S
250L*	275/80R22.5 / 295/80R22.5	15.0	S/M
265L*	295/80R22.5	16.5	M

*Banda light (com menor profundidade)

FG85



190	215/75R17.5	14.0	XS
210	9.00R20 / 215/75R17.5	14.0	XS / S
205	9.00R20	16.0	S
220	10.00R20	16.0	M
235	11.00R22 / 275/80R22.5 / 295/80R22.5	18.0	S / M / XL
245	295/80R22.5 / 13R22.5	17.0	M / XL

TG85



215	9.00R20	16.0	S
220	10.00R20	16.0	M
235	11.00R22 / 275/80R22.5 / 295/80R22.5	18.0	S / M / XL
245	295/80R22.5 / 13R22.5	18.0	M / XL
250	295/80R22.5	18.0	M

Segmento **Q**
(Off)

TQ99



240	275/80R22.5 / 11.00R22	21.0	XL
250	12R22.5	21.0	M

TQ01



265	12.00R24	21.0	XL
-----	----------	------	----

Convencionais

ANDINO



185	700-16 / 750-16	12,0	XS
-----	-----------------	------	----

CT52



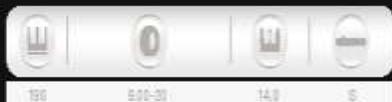
160	750-16	11,5	XS
-----	--------	------	----

CT65



155	700-16 / 750-16	12,0	XS
180	800-20/10.00R20	11,5	S / M
190	9.00-20/11.00R20	11,5	S / M
200	9.00-20 / 10.00-20 / 11.00-22	12,0	S / M / XL
210	10.00-20 / 11.00-22	12,0	M / XL
215	11.00-20 / 11.00-22	12,0	L / XL

RT59



190	8.00-20	14,0	S
205	10.00-20	15,0	M
215	11.00-22	16,0	XL

NOVATECK

Reconstrução Original Pirelli

Todos os reconstrutores são credenciados por meio de uma rigorosa avaliação técnica, para que o consumidor Pirelli tenha o máximo de retorno do seu investimento, garantindo até a terceira reconstrução das carcaças.



APÉNDICE B
HOJA DE REGISTRO DE UN NEUMÁTICO

Fecha:

REENCAUCHADORA

Número:

HOJA DE REGISTRO DE NEUMÁTICOS

Cliente: _____

Marca del neumático: _____

Tipo de neumático	
Radial	Convencional

Tipo de banda de rodamiento original	
Regional	
Gran ruta	
Mixto	
Fuera de carretera	
Urbano	

Cantidad: _____ # Reencauche _____

Dimensión:

8.25R20		12R22.5		900-20	
10R20		295/75R22.5		1000-20	
11R20		275/80R22.5		1100-20	
12R20		295/80R22.5		1200-20	
11R22.5		315/80R22.5		Otro:	

Diseño de banda de rodamiento deseado:

Tipo de banda de rodamiento deseado	Direccional	Mixto	Tracción
Regional			
Gran ruta			
Mixto			
Fuera de carretera			
Urbano			

Reparaciones hechas al neumático: _____

Motivos en caso de rechazo: _____

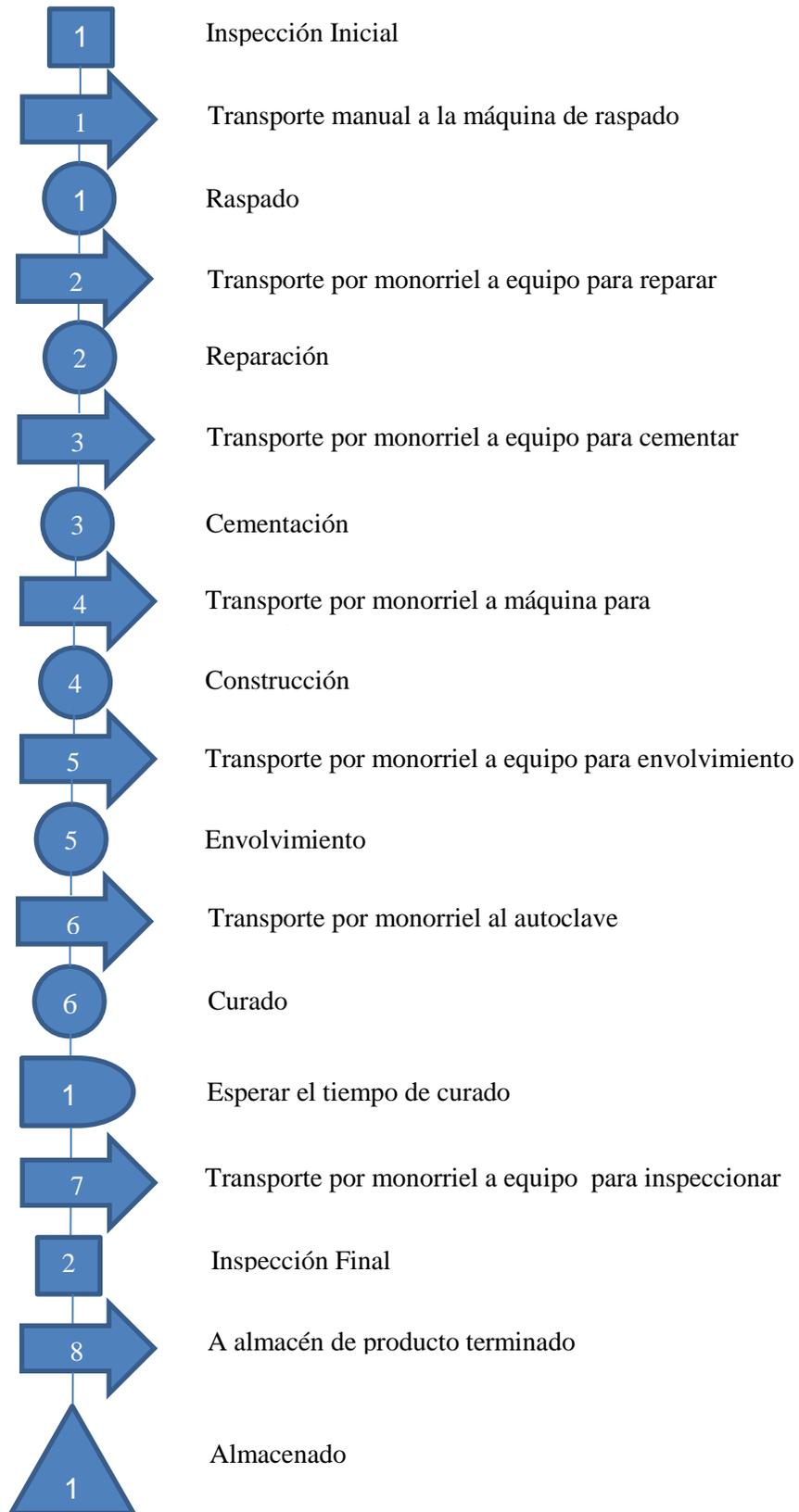
Fecha del reencauchado:

Responsable

Firma del cliente

APÉNDICE C

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE
REENCAUCHADO EN FRÍO**



APÉNDICE D

CONDICIONES EN LAS QUE SE DEBE RECHAZAR UN NEUMÁTICO DURANTE LA INSPECCIÓN INICIAL

- Daños en la banda de rodamiento



Separación de lonas



Separación de cinturones



Desgaste excesivo de la banda de rodamiento



Exposición de cinturones



Daño químico



Ruptura de la banda de rodamiento

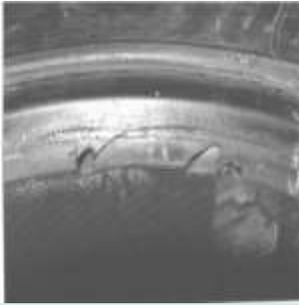
- Daños en el talón



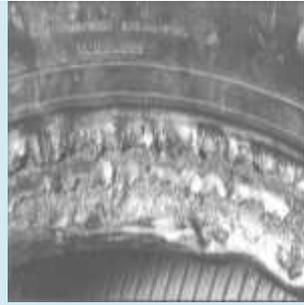
Exposición de capas



Cortes profundos



Desgaste excesivo



Sobrecalentamiento

- Daños en la pared lateral



Protuberancias en los costados



Separación de pared lateral



Agrietamiento



Contaminación



Daños por penetración



Corte

APÉNDICE E
TEXTURAS DESPUÉS DEL PULIDO DE UN NEUMÁTICO



RMA

RMA STANDARD BUFFING TEXTURES
RETREADING AND REPAIRING



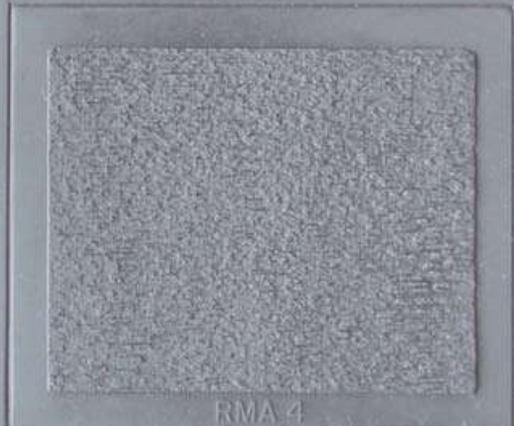
RMA 1



RMA 2



RMA 3



RMA 4

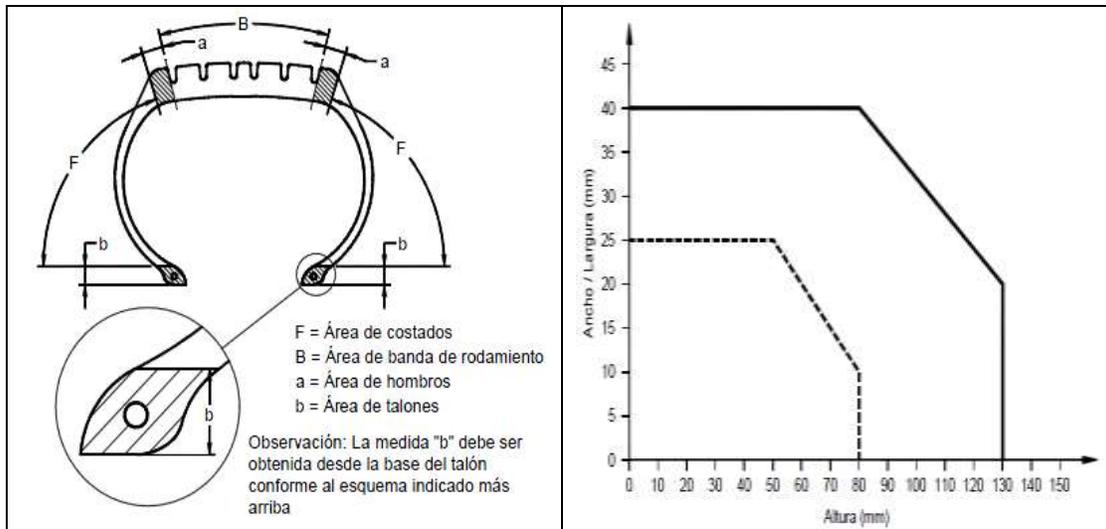


RMA 5



RMA 6

APÉNDICE F
LÍMITES DE REPARACIONES SEGÚN LA NORMA INEN
2582

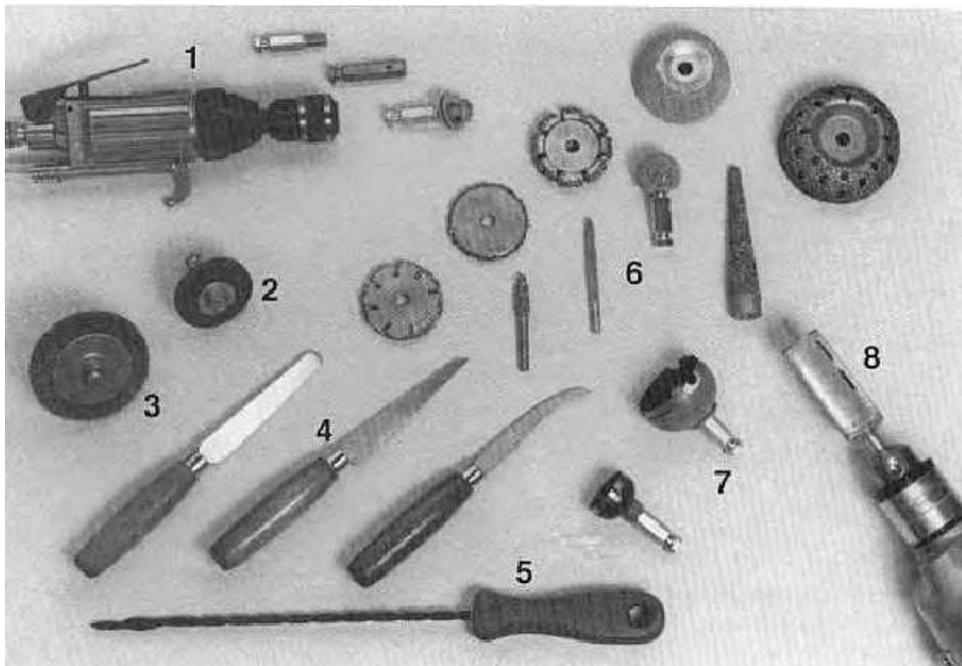
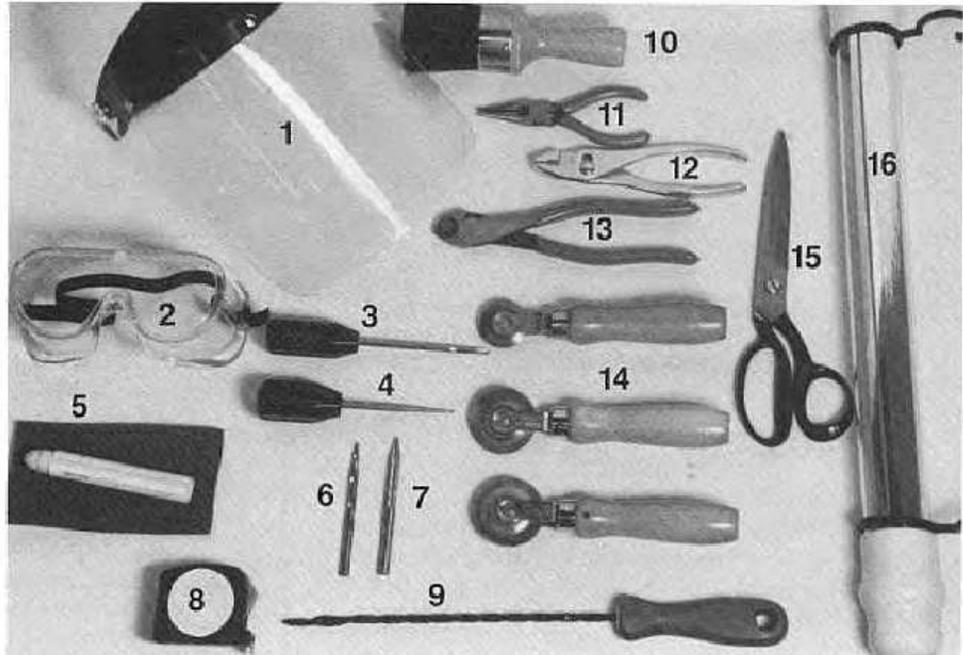


Límites de Reparación con Parche						
Tipo y categoría de cubiertas neumáticas		Área de talones (b)	Área de costados (F)	Área de hombros (a)	Área de banda de rodamiento (B)	Cantidad máxima de parches de tela
		Área no reparable (mm)	Tamaño máximo de daño (mm)	Área no reparable (mm)	Tamaño máximo de daño (mm)	
Convencional	Camiones, ómnibus, microbús y sus acoplados <900-20	80	50	30	50	6
	Camiones, ómnibus, micrómnibus y sus acoplados >900-20	90	70	30	70	6
Radial	Camiones y ómnibus o sus derivados acoplados con altura de sección inferior o igual a 230mm	65	VF	20	30	6
	Camiones y ómnibus o sus derivados acoplados con altura de sección superior a 230mm	75	VF	30	35	6

VF=Ver Figura

APÉNDICE G
HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA REPARAR UN
NEUMÁTICO

1. Face Shield.
2. Goggles.
3. Duck Bill Awl.
4. Vulcanizer's Awl with rounded tip.
5. Tire Crayon.
6. Tapered Drill Bit.
7. Carbide Cutter — 1200 rpm maximum. (a)
8. Tape Measure.
9. Hand Reamer (stickleback).
10. Cement Stipple Brush.
11. Needle Nose Pliers.
12. Slip-Joint Pliers.
13. Diagonal Cutters.
14. Stitchers — available in various sizes.
15. Shears.
16. Hand Light — portable for close inspection.
17. Spotting Equipment.
18. Spreader with proper lighting — 300 ft. candle minimum (not shown).
19. Power Operated Drill (b) — 800 rpm maximum, reversible (not shown).
20. Shop Vacuum Cleaner (not shown).



1. Powered Buffing/Skiving Tool — air with rear exhaust or electric (a) 5,000 rpm maximum with quick change chuck and necessary adapters.
2. Plastic Encapsulated Brush.
3. Wire Brush — for example, a soft wire brush with washers.
4. Skiving Knives — flexible blade, taper point, curved skiving.
5. Hand Reamer (stickleback)
6. Rasps — available in various sizes and shapes; for example, radius, tapered, cup, cone, pencil, ball; coarse for skiving and fine for finish buffing.
7. Stem Cutter.
8. Rotary Gouger.
9. Bias Plug Cutters with guide — for combination patch-plug repair units (not shown).

APÉNDICE H
GUÍA DE RADIO Y ANCHO DE RASPADO DE ALGUNAS
MARCAS

TIRE SERIES	TIRE SIZE	RADIUS	DESIGN RIM WIDTH	RECOMMENDED BUFFED WIDTH
(SERIE DE LLANTA)	(TAMAÑO DE LLANTA)	(RADIO)	(ANCHO DE ARO DESIGNADO)	(ANCHO DEL RASPADO RECOMENDADO)

GENERAL					
AMERI*D440		11R22.5	26°	8.25"	8 3/4"
AMERI*D440		11R24.5	26°	7.5/8.25"	8 3/4"
AMERI*LUG	9.00R20	10R22.5	16°	7/7.5"	7"
AMERI*LUG	10.00R20		20°	7.5/8.25"	7 7/8"
AMERI*LUG	11.00R20		20°	8"	8 1/2"
AMERI*LUG		12R22.5	20°		8 1/2"
AMERI*LUG	11.00R20		24°	8"	9 1/8"
AMERI*LUG DT	10.00R20	11R22.5	28°	7.5/8.25"	8 3/4"
AMERI*LUG DT	10.00R22	11R24.5	28°	7.5/8.25"	8 5/8"
AMERI*LUG DT	11.00R20		24°	8"	9 1/8"
AMERI*LUG DT	11.00R22		24°	8"	9 1/8"
AMERI*LUG DT		11R24.5	24°	8"	9 1/8"
AMERI*LUG MS	10.00R20	11R22.5	26°	7.5/8.25"	8 1/4"
AMERI*LUG MS		11R24.5	26°	8.25"	8 1/4"
AMERI*MSL	9.00R20	10R22.5	20°	7/7.25"	7 3/4"
AMERI*MSL	10.00R20	11R22.5	24°	7.5/8.25"	8 1/4"
AMERI*MSL	10.00R22	11R24.5	24°	7.5/8.25"	8 1/4"
AMERI*MSL	11.00R20	12R22.5	20°	8/9"	8 1/2 / 9"
AMERI*MSL	11.00R22	12R24.5	20°	8/9"	8 1/2 / 9"
AMERI*MSL	11.00R24		20°	8"	8 1/2"
AMERI*RIB LP		11R22.5	26°	8.25"	7 7/8"
AMERI*RIB LP		11R24.5	26°	8.25"	7 7/8"
AMERI*RIB ST		11R22.5	26°	8.25"	8 1/4"
AMERI*RIB ST		11R24.5	26°	8.25"	8 1/4"
S380A / AMERI*S380		11R22.5	22°	8.25"	8 3/4"
S380A / AMERI*S380		11R24.5	22°	8.25"	8 3/4"
AMERI*STEEL	8.25R20	9R22.5	16°	6.5"	6 1/4 / 6 1/2"

TIRE SERIES	TIRE SIZE	RADIUS	DESIGN RIM WIDTH	RECOMMENDED BUFFED WIDTH
(SERIE DE LLANTA)	(TAMAÑO DE LLANTA)	(RADIO)	(ANCHO DE ARO DESIGNADO)	(ANCHO DEL RASPADO RECOMENDADO)

GOODYEAR (cont.)				
G167	315/80R22.5	26"	9"	9"
G167	275/80R24.5	24"	8.25"	8 1/2"
G186	315/80R22.5	26"	9"	9 1/2"
G259	295/75R22.5	24"	8.25"	9"
G259	285/75R24.5	24"	8.25"	8 1/2"
G259	255/70R22.5	22"	8.25"	8 1/2"
G286	215/75R17.5	18"	6"	7"
G286	225/70R19.5	20"	6.75"	7 1/4"
G286	245/70R19.5	20"	7.5"	7 1/2"
G286	265/70R19.5	20"	7.5"	8 1/2"
G286	315/80R22.5	26"	9"	9 1/2"
G286	275/70R22.5	22"	8.25"	8 1/2"
G291	295/80R22.5	24"	8.25"	8 1/2"
G291	315/80R22.5	26"	9"	9 1/2"
G291	215/75R17.5	14"	6"	6 3/4 "
G291	225/70R19.5	20"	6.75"	7 1/4"
G291	245/70R19.5	20"	7.5"	7"
G291	265/70R19.5	22"	7.5"	8 1/2"
G291	275/70R19.5	22"	8.25"	8 1/2"
G291	295/80R22.5	24"	8.25"	8 1/2"
G302 FED	295/75R22.5	26"	8.25"	8 1/2 - 9"
G302 FED	285/75R24.5	26"	8.25"	8 1/2 - 9"
G314	295/75R22.5	26"	8.25"	8 7/8"
G314	285/75R24.5	26"	8.25"	8 7/8"
G328	295/75R22.5	26"	8.25"	8 7/8"
G328	285/75R24.5	26"	8.25"	8 7/8"
G357	295/75R22.5	26"	8.25"	8 7/8"

APÉNDICE I

COSTO DE OPERACIÓN DE UN AUTOCLAVE ELÉCTRICO VS COSTO DE OPERACIÓN DE UN AUTOCLAVE A VAPOR

Se trabajó con los datos de operación del autoclave del proveedor ACENT. Los parámetros de trabajo de la caldera son:

$$T_{m\acute{a}x} = 150^{\circ}\text{C}$$

$$P_{m\acute{a}x} = 120\text{psig}$$

$$\dot{m}_{vapor} = 1000 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}}$$

Para seleccionar la caldera se calcula el flujo másico de diseño:

$$\dot{m}_{dise\tilde{n}o} = \dot{m}_{vapor} * \text{Factor de evaporación}$$

$$\dot{m}_{dise\tilde{n}o} = 1000 \frac{\text{lb}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ C.C.}}{34,5 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}}} = 28,98 \text{ C.C.}$$

Con la presión de trabajo máxima y la cantidad de vapor de diseño, se seleccionó una caldera de 30 C.C. y una presión máxima de 150 psig. A continuación se detallan los costos de operación para una producción anual de 12.000 neumáticos.

Equipo	Costo (F.O.B.)	Precio C.I.F.
Caldera	21750	28275
Ablandador	2830	3679
Desairador	2130	2769
	Total	34723

Costo operación autoclave eléctrico vs autoclave vapor				
Costo Operación Autoclave Vapor				
Concepto	Unidad	Costo por unidad	Consumo anual	Costo Anual
Combustible	Galones	0,9	17813,33	\$ 16.032,00
Agua primaria	m3	0,6	872,73	\$ 532,63
Agua tratada	m3	0,15	872,73	\$ 130,90
Mantenimiento	4% Costo maquinaria y equipos			\$ 1.388,92
Operador	\$300 Sueldo mensual			\$ 3.600,00
			Total	\$ 21.684,45
Costo por neumático				\$ 1,81

Costo Operación Autoclave Eléctrico				
Concepto	Unidad	Costo por unidad	Consumo anual	Costo Anual
Potencia	KWh	0,135	144000	\$ 19.440,00
Total				\$ 19.440,00
Costo por neumático				\$ 1,62

Demostrando que existe un ahorro de **\$0,19** por neumático reencauchado.

APÉNDICE J
TIEMPOS DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE
REENCAUCHADO

TIEMPO DE OPERACIÓN				
Proceso	Tiempo (min)	Velocidad de producción (neumáticos/hora)	Producción mensual	Equipos Necesarios
Inspección Inicial	5	12	1920	1
Raspado	6	10	1600	1
Cardeo	4	15	2400	1
Reparación	8	8	1200	1
Cementación	3	20	3200	1
Llenado de cardeo	6	10	1600	1
Construcción	6	10	1600	1
Envolvimiento	3	20	3200	1
Enllantamiento	4	15	2400	1
Curado	11	5	880	1
Inspección Final	4	15	2400	1
Pintado	5	15	2400	1

APÉNDICE K

PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP) APLICADO PARA SELECCIONAR PROVEEDOR

Escala que se usó:

Escala
 1=Igualmente importante
 5=Más importante
 10=Mucho más importante
 1/5=Menos importante
 1/10=Mucho menos importante

Cálculos de peso de los criterios:

Criterios	Técnicos	Costos	Calidad	Total	Peso
Técnicos	1	2	3	6,00	52,9
Costos	0,50	1	2	3,50	30,9
Calidad	0,33	0,5	1	1,83	16,2
Total				11,33	100,00

Cálculo de pesos de los sub-criterios técnicos:

1.1 Facilidad incremento producción
 1.2 Capacidad de producción
 1.3 Nivel de automatización

CRITERIO TÉCNICO (0,529)						
Sub-criterios	1.1	1.2	1.3	Total	Peso relativo	Peso absoluto
1.1	1	2	3	6,00	0,53	28,0
1.2	0,5	1	2	3,50	0,31	16,3
1.3	0,33	0,5	1	1,83	0,16	8,6
Total				11,33	1,00	52,90

Cálculos de pesos de los sub-criterios de costos:

2.1 Bajo costos de equipos
2.4 Bajo costo de instalación
2.2 Bajo costo de producción

CRITERIO COSTO (0,309)						
Sub-criterios	2.1	2.2	2.3	Total	Peso relativo	Peso absoluto
2.1	1	3	4	8,00	0,57	17,76
2.2	0,33	1	3,00	4,33	0,31	9,62
2.3	0,25	0,33	1	1,58	0,11	3,52
Total				13,92	1,00	30,90

Cálculo de pesos de los sub-criterios de calidad:

3.1 Capacitación a nuestro personal
3.2 Tiempo de garantía
3.2 Servicio post-venta

CRITERIO CALIDAD (0,162)						
Sub-criterios	3.1	3.2	3.3	Total	Peso relativo	Peso absoluto
3.1	1	3	4	8,00	0,57	7,43
3.2	0,33	1,00	3,00	4,33	0,31	6,81
3.3	0,25	0,33	1,00	1,58	0,11	1,96
Total				13,92	1,00	16,20

APÉNDICE L

**PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN, COSTO DE
PRODUCCIÓN SEGÚN CADA PROVEEDOR**

PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN Y COSTO ANUAL DE PRODUCCIÓN POR PROVEEDOR			
Concepto	ACENT	COPÉ	GEOTANG
Presupuesto de Implementación			
Equipo de Producción	\$ 335400,00	\$ 377406,25	\$ 77424,41
Instalación Mecánica	\$ 30587,50	\$ 26187,50	\$ 24803,75
Instalación Eléctrica	\$ 6662,60	\$ 8131,90	\$ 6568,80
Total	\$ 372650,10	\$ 411725,65	\$ 108796,96
Costo de Producción			
Energía	\$ 24670,66	\$ 30111,26	\$ 24323,33
Mantenimiento	\$ 13416,00	\$ 15096,25	\$ 3096,98
Total	\$ 38086,66	\$ 45207,51	\$27420,3

APÉNDICE M
COSTOS DE PRODUCCIÓN

- Costo de mano de obra directa e indirecta

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA										
Proceso	Número	Sueldo	Sueldo Semanal	12 avo	14 avo	Fondo de reserva	Vacaciones	Aporte patronal	Total	
Inspección Inicial	1	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	319,17	
Raspado	1	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	319,17	
Post-Raspado	1	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	319,17	
Reparación	2	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	638,33	
Cementación	1	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	319,17	
Embanado	1	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	319,17	
Encamisado	1	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	319,17	
	1	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	319,17	
Curado	2	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	638,33	
Inspección Final	1	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	319,17	
Otros	2	292,00	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,51	638,33	
									Sueldos Mensual	4468,34
									Sueldos Anual	53620,09

COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA										
Rubro	Número	Sueldo	Sueldo Semanal	12 avo	14 avo	Fondo de reserva	Vacaciones	Aporte patronal	Total	
Jefe de planta	1	1400,00	323,08	26,92	5,62	26,92	13,46	36,02	1508,95	
									Sueldo Mensual	1508,95
									Sueldo Anual	18107,3538

- **Materia Prima**

MATERIA PRIMA					
Materia Prima	Unidad	Cantidad Mensual	Costo Unitario (\$/unidad)	Costo Mensual	Costo Anual
Banda Pre-Curada	kg	6000	5,14	33924	407088
Cojín	kg	720	9,40	7789,824	93477,888
Cemento	gl	180	21,52	4842	58104
Relleno	kg	840	9,40	8692,992	104315,90
Pintura	gl	90	26,54	2866,32	34395,84
Consumibles			4,375	2625	31500
Total					728881,63

- **Servicios Básicos**

SERVICIOS BÁSICOS					
Servicio	Unidad	Cantidad mensual	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
AGUA	M3	50	0,6	30	360
LUZ	KWH	17640	0,135	2381,4	28576,8
Total					28936,8

- **Mantenimiento**

MANTENIMIENTO	
Concepto	Costo Anual
Técnico de Mantenimiento (\$450)	5400
Mantenimiento externo	15766,4
Mantenimiento interno	7373,95
Total	28540,35

APÉNDICE N
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN

- **Sueldos**

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN									
Concepto	Número	Sueldo	Sueldo Semanal	12 avo	14 avo	Fondo de reserva	Vacaciones	Aporte patronal	Total
Gerente	1	1500,00	346,15	28,85	5,62	28,85	14,42	39,81	1617,54
Seguridad Industrial	1	800,00	184,62	15,38	5,62	15,38	7,69	21,23	865,31
Secretaria	1	350	80,77	6,73	5,62	6,73	3,37	9,29	381,73
Contador	1	500	115,38	9,62	5,62	9,62	4,81	13,27	542,92
Limpieza	1	292	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,75	319,40
Guardia	2	292	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,75	638,81
Sueldo Mensual									4365,71
Sueldo Anual									52388,51

- **Insumos de oficina**

INSUMOS DE OFICINA				
Insumos	Costo Unitario	Cantidad Mensual	Costo Mensual	Costo Anual
Papel Bond	10	5	50	600
Café	5	4	20	240
Facturas	14	4	56	672
Lápices	0,4	30	12	144
Pluma	0,6	30	18	216
Otros Gastos			60	720
Total				2592

- Depreciación de equipos e inmuebles

EQUIPO Y BIENES DE ADMINISTRACIÓN		
Cantidad	Concepto	Costo
6	Computadoras	4800
6	Escritorio Oficina	1200
6	Sillas Oficina	450
1	Mesa Sala Reunión	2000
8	Mesa Plástico Comedor	240
25	Silla plástico comedor	625
1	Cafetera	65
6	Teléfono	300
1	Microondas	120
6	Impresoras	1800
6	Aire acondicionado	3600
Total		15200

DEPRECIACIÓN								
Concepto	Valor	Porcentaje	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	VS
Equipos e inmuebles	8600	10%	860	860	860	860	860	4300
Computadoras e impresoras	6600	33%	2178	2178	2178	0	0	0
Total			3038	3038	3038	860	860	4800

- **Servicios Básicos**

SERVICIOS BÁSICOS					
Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Mensual	Costo Anual
Teléfono	Min	600	0,06	36	432
Luz	Kw/día	200	0,135	540	6480
Internet	-	-	-	60	720
Agua	M3	20	0,6	12	144
Total					7776

GASTOS DE VENTAS

- **Sueldos**

SUELDOS									
Rubro	Número	Sueldo	Sueldo Semanal	12 avo	14 avo	Fondo de reserva	Vacaciones	Aporte patronal	Total
Gerente de ventas	1	800	184,62	15,38	5,62	15,38	7,69	21,23	865,31
Agente vendedor	2	500	115,38	9,62	5,62	9,62	4,81	13,27	1085,85
Chofer	1	500	115,38	9,62	5,62	9,62	4,81	13,27	542,92
Repartidor	1	292	67,38	5,62	5,62	5,62	2,81	7,75	319,40
Sueldo Mensual									2813,48
Sueldo Anual									33761,76

- **Gastos de comercialización**

Gastos de comercialización		
Concepto	Mensual	Anual
Comisión	396	4752
Combustible	500	6000
Viáticos	250	3000
Publicidad	2000	24000
Mantenimiento	100	1200
Total		38952

- **Depreciación**

EQUIPO DE ADMINISTRACIÓN		
Cantidad	Concepto	Costo
1	Camión	36000
Total		36000

DEPRECIACIÓN								
Concepto	Valor	%	1	2	3	4	5	VS
Camión	36000	20%	7200	7200	7200	7200	7200	0

APÉNDICE O
INGRESOS Y COSTOS FUTUROS

- Ingresos Futuros

INGRESOS FUTUROS							
Medida	Porcentaje	Precio	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
297/75R22,5	46,15	\$ 290,03	\$ 963.792,00	\$ 1.086.289,96	\$ 1.169.850,73	\$ 1.193.247,74	\$ 1.253.411,50
12R22,5	29,49	\$ 266,45	\$ 565.693,85	\$ 637.593,53	\$ 686.639,19	\$ 700.371,97	\$ 735.684,85
1100-20	8,97	\$ 197,30	\$ 127.486,15	\$ 143.689,64	\$ 154.742,69	\$ 157.837,55	\$ 165.795,74
11R22,5	7,69	\$ 238,49	\$ 132.086,77	\$ 148.875,00	\$ 160.326,92	\$ 163.533,46	\$ 171.778,84
275/80R22,5	3,85	\$ 247,98	\$ 68.671,38	\$ 77.399,52	\$ 83.353,33	\$ 85.020,39	\$ 89.307,14
1000-20	3,85	\$ 185,64	\$ 51.408,00	\$ 57.941,96	\$ 62.399,03	\$ 63.647,01	\$ 66.856,10
Total			\$ 1.909.138,15	\$ 2.151.789,61	\$ 2.317.311,89	\$ 2.363.658,13	\$ 2.482.834,17

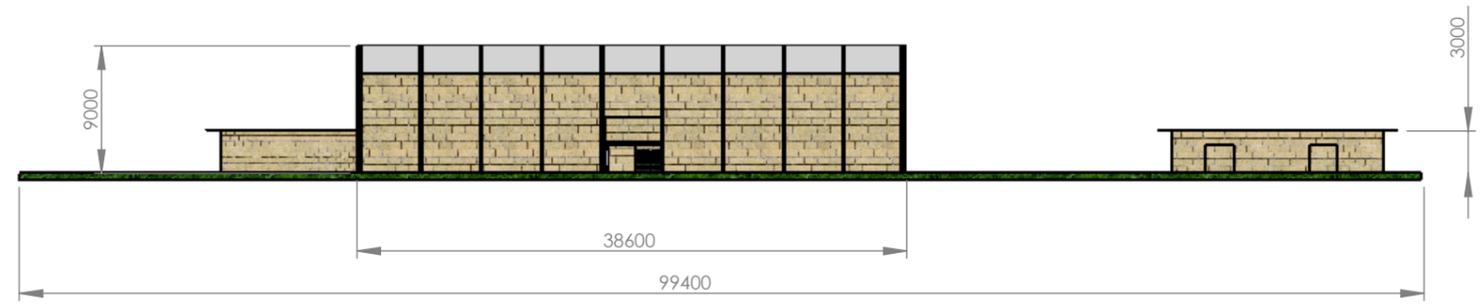
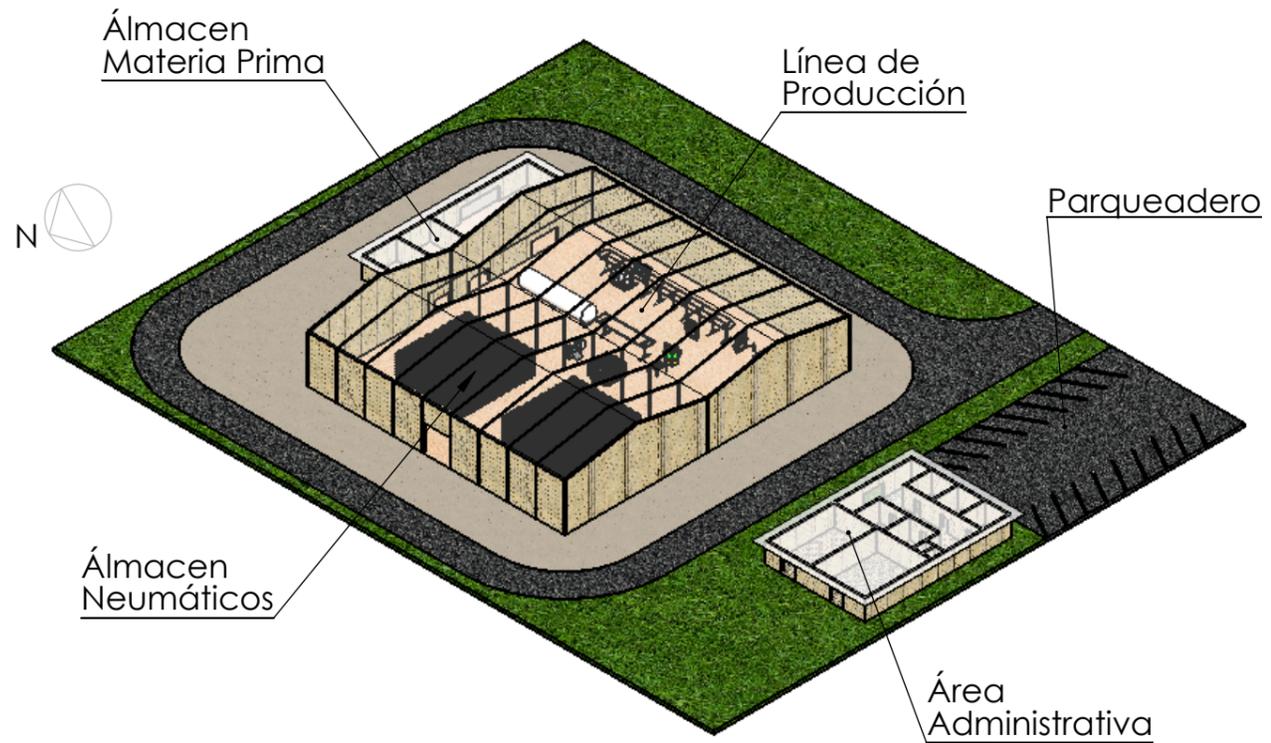
- Costos Futuros

COSTOS FUTUROS					
Costo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de producción					
Materia Prima	\$ 728.881,63	\$ 805.414,20	\$ 884.716,52	\$ 902.410,86	\$ 920.459,07
Servicios Básicos	\$ 28.936,80	\$ 30.383,64	\$ 31.902,82	\$ 31.902,82	\$ 33.497,96
Mano de obra directa	\$ 53.620,09	\$ 57.620,09	\$ 57.620,09	\$ 57.620,09	\$ 62.420,09
Mano de obra indirecta	\$ 18.107,35	\$ 18.107,35	\$ 18.107,35	\$ 18.107,35	\$ 18.107,35
Mantenimiento	\$ 28.540,36	\$ 28.540,36	\$ 28.540,36	\$ 28.540,36	\$ 28.540,36
Depreciación	\$ 44.616,00	\$ 44.616,00	\$ 44.616,00	\$ 44.616,00	\$ 44.616,00
Costo de administración					
Sueldos	\$ 52.388,51	\$ 52.388,51	\$ 52.388,51	\$ 52.388,51	\$ 52.388,51
Servicios Básicos	\$ 7.776,00	\$ 7.776,00	\$ 7.776,00	\$ 7.776,00	\$ 7.776,00
Insumos de Oficina	\$ 2.592,00	\$ 2.592,00	\$ 2.592,00	\$ 2.592,00	\$ 2.592,00
Depreciación	\$ 2.678,00	\$ 2.678,00	\$ 2.678,00	\$ 500,00	\$ 500,00
Costo de ventas					
Sueldos	\$ 33.761,76	\$ 33.761,76	\$ 33.761,76	\$ 33.761,76	\$ 33.761,76
Gastos de comercialización	\$ 38.952,00	\$ 38.952,00	\$ 38.952,00	\$ 38.952,00	\$ 38.952,00
Depreciación	\$ 7.200,00	\$ 7.200,00	\$ 7.200,00	\$ 7.200,00	\$ 7.200,00
Costo Financiero					
Financiamiento	\$ 74.224,62	\$ 69.785,88	\$ 64.858,88	\$ 59.389,91	\$ 53.319,36
Total	\$ 1.122.275,13	\$ 1.199.815,80	\$ 1.275.710,30	\$ 1.285.757,67	\$ 1.304.130,47

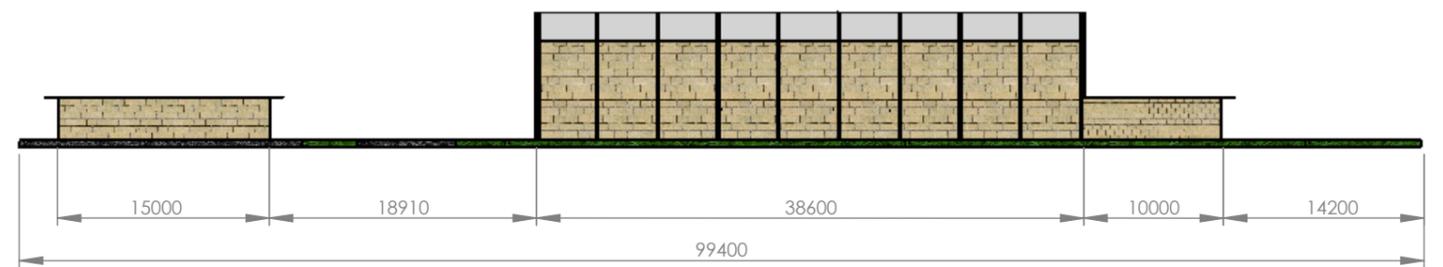
BIBLIOGRAFÍA

1. Continental, “Neumáticos de Camión: Nociones Técnicas”, pp. 6-24, 2006.
2. G. Castro, “Materiales y Compuestos para la Industria del Neumático”, pp. 1-6,2008.
3. RMA, “Truck and Light Truck Tires”.
4. Goodyear, “Truck Tires: Technical Data Book”, pp. 29-31, 2011.
5. Hankook, [www.hankooktire-eu.com]
6. TIA, Manual de Proceso de Reencauche/Reparación.
7. Michelin. [www.michelin.es]
8. Bandag, “Recauchados de Bandag & Bridgestone”, pp. 5,2011.
9. MIPRO, “Proyecto de Desarrollo Productivo de la Industria del Reencauche en el Ecuador: Reusa Llanta”, pp. 1-34, 2010.
10. INEN-2581. Neumáticos Reencauchados, Definiciones y Clasificación.
11. INEN-2582. Neumáticos Reencauchados: Proceso de Reencauche. Requisitos.
12. INEN-2616. Neumáticos Reencauchados. Métodos de Ensayo.
13. IRAM 113.323. Criterios Mínimos de Selección de Cubiertas Neumáticas para Reconstrucción y Reparación- Inspección e Identificación.
14. IRAM 113.324. Materiales para la Reconstrucción de Cubiertas Neumáticas.
15. CFR 517.117. Retreaded pneumatic tires.
16. TRIB, Industry Recommended Practices Tire Retreading & Repair.

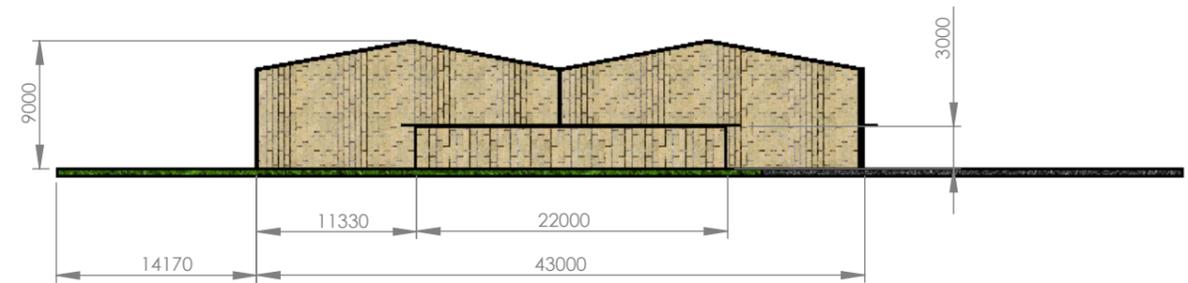
17. AEADE, Anuario 2010.
18. Superintendencia de compañías, [www.supercias.gob.ec]
19. Pirelli, [www.pirelli.com]
20. GIIB, [<http://www.giibworld.com>]
21. VIPAL, [www.vipal.com]
22. Omega Rubber Industries, [www.omegarubber.com]
23. Matteuzzi, [www.matteuzzi-srl.com]
24. ASCOT, [www.ascotsupply.com]
25. Taray, [www.taray.com]
26. Baca, Gabriel. Evaluación de Proyectos. 5ta Edición. McGraw-Hill, 2006.
27. COPE, [www.cope.ind.br]
28. Corporación Financiera Nacional, [www.cfn.fin.ec/]
29. Guerrero, Gustavo. Proyectos de Inversión. 1ra Edición. 2007
30. Banco Central del Ecuador, [www.bce.fin.ec]



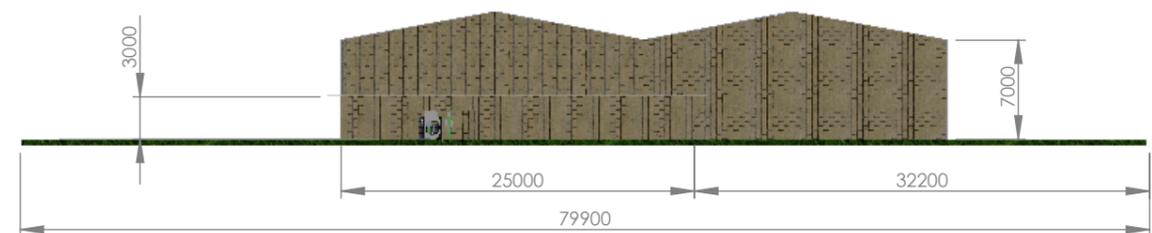
Vista Norte



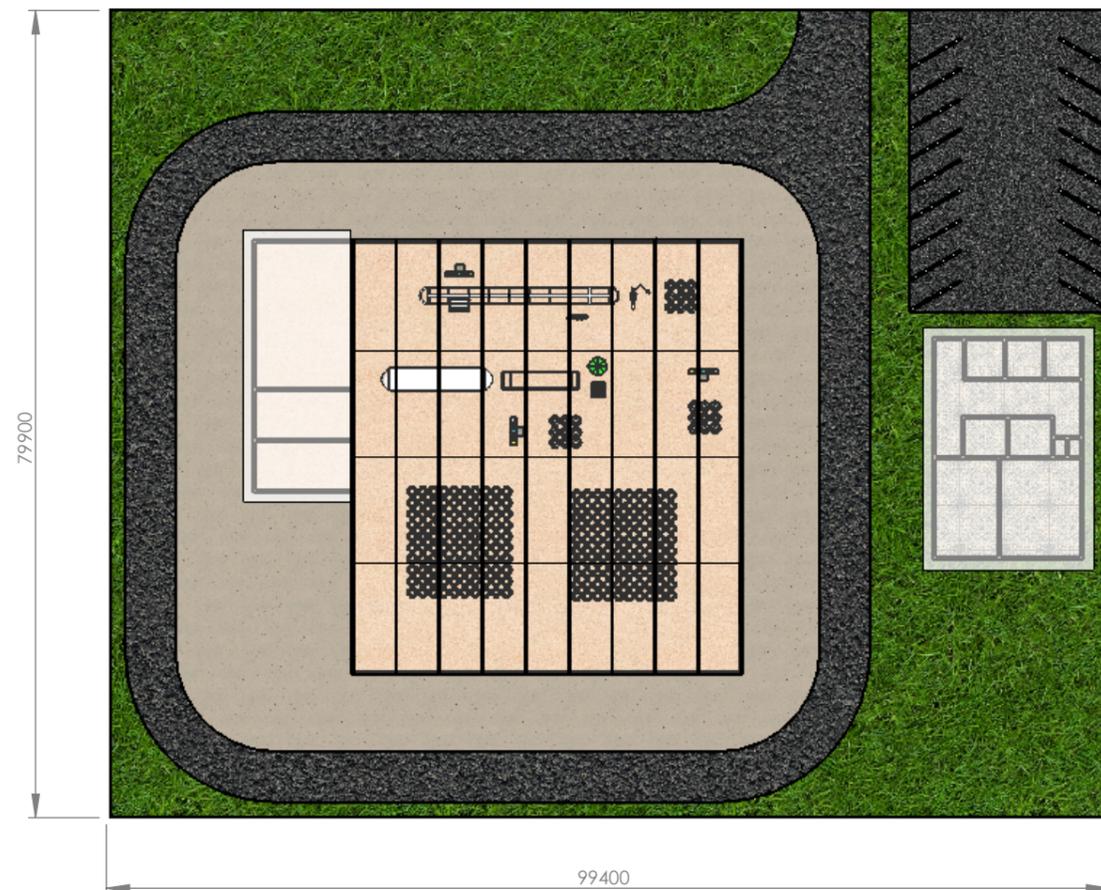
Vista Sur



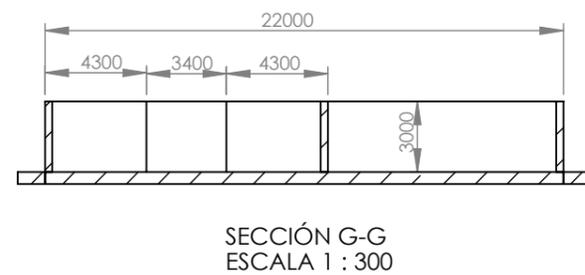
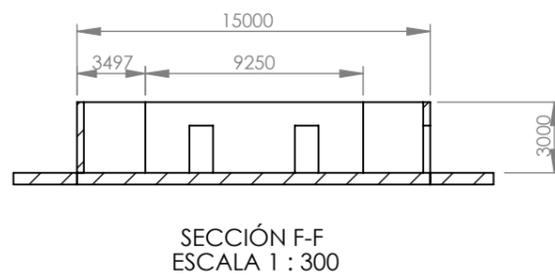
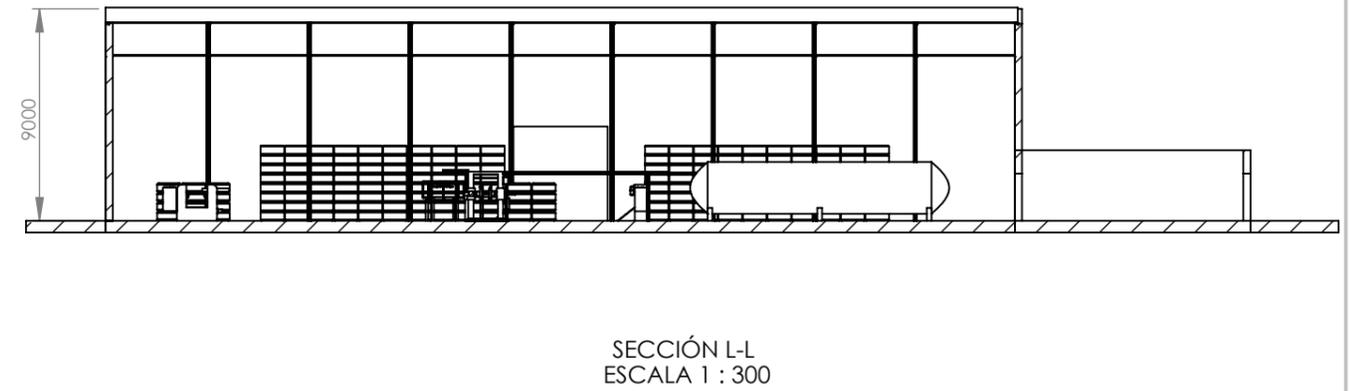
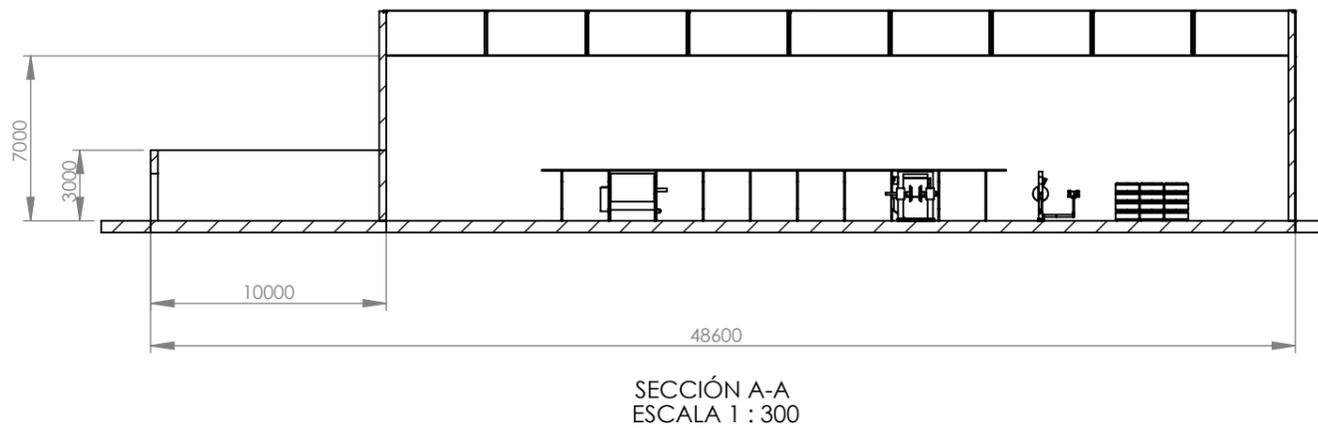
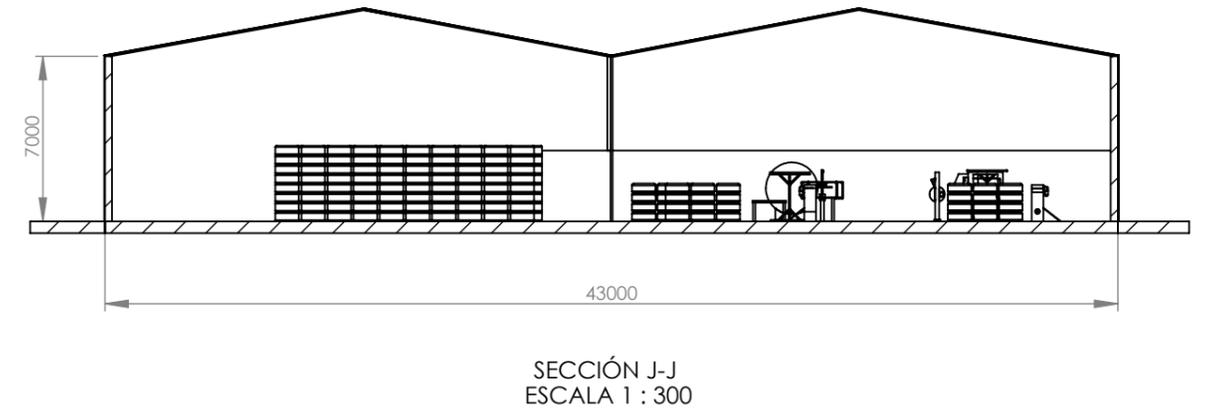
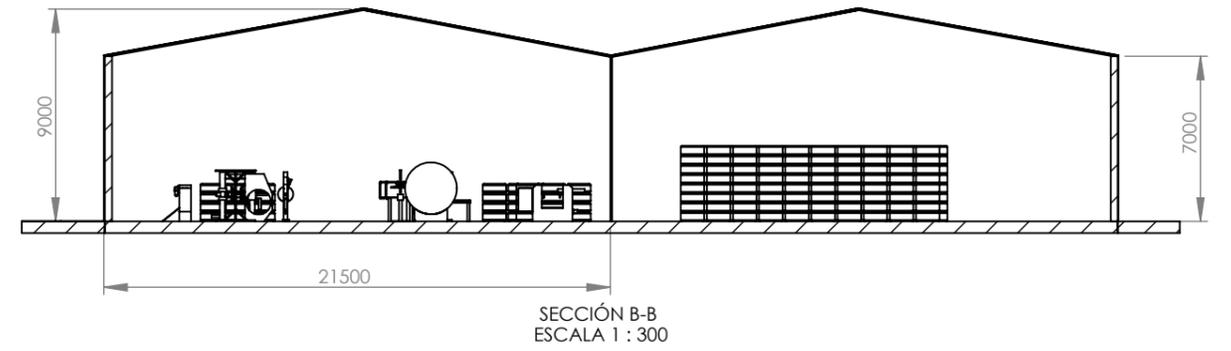
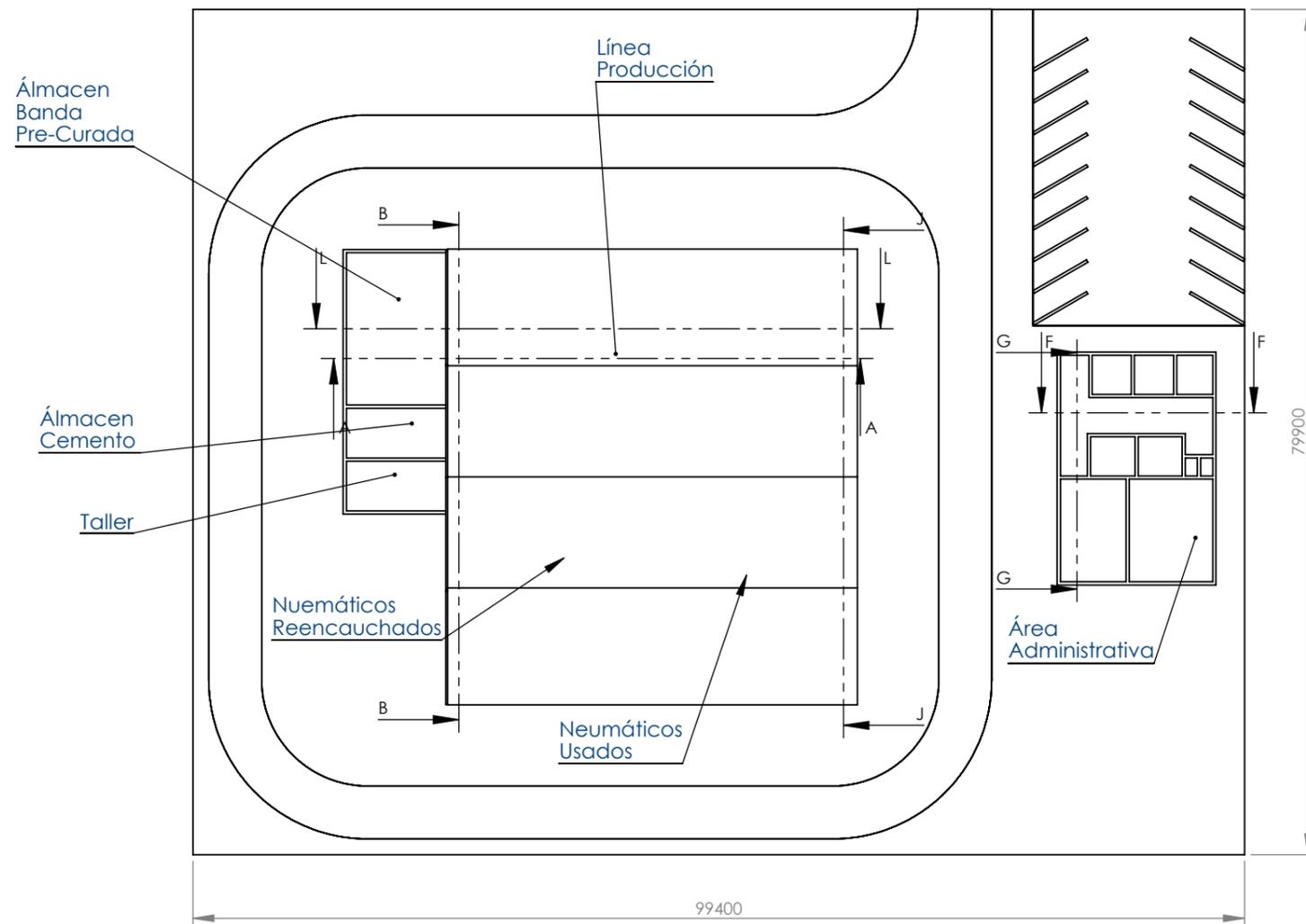
Vista Este



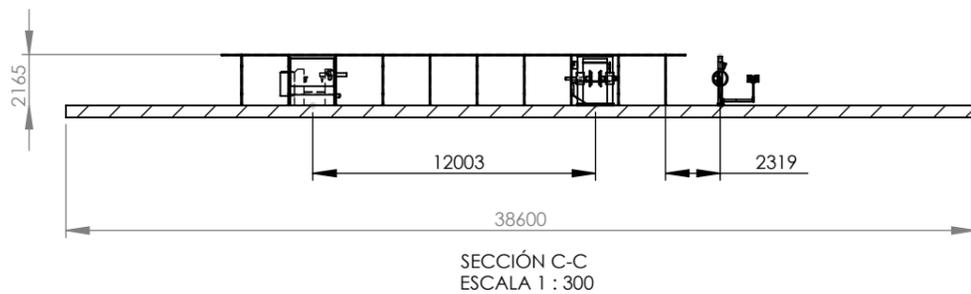
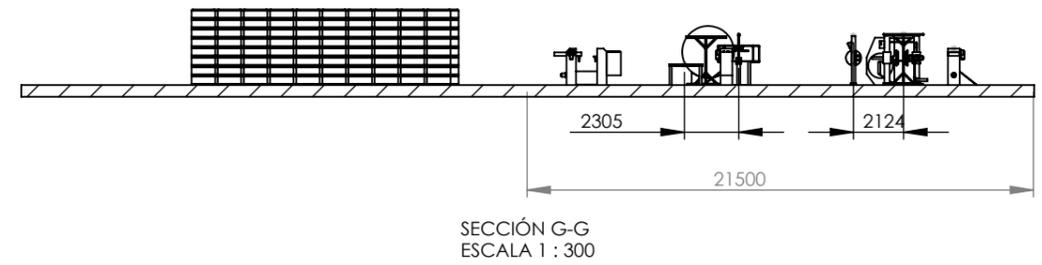
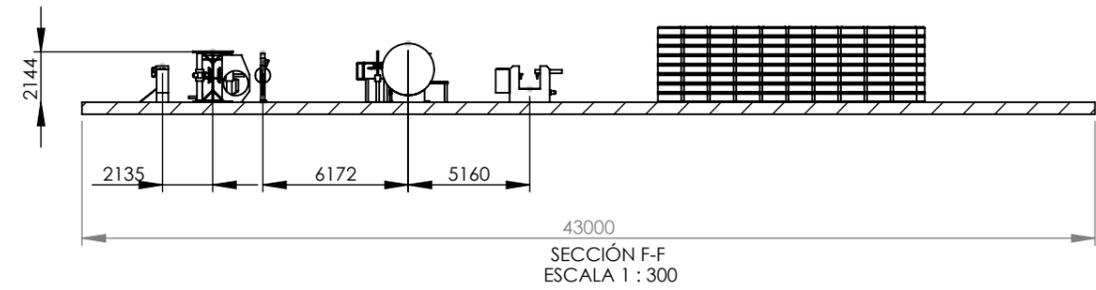
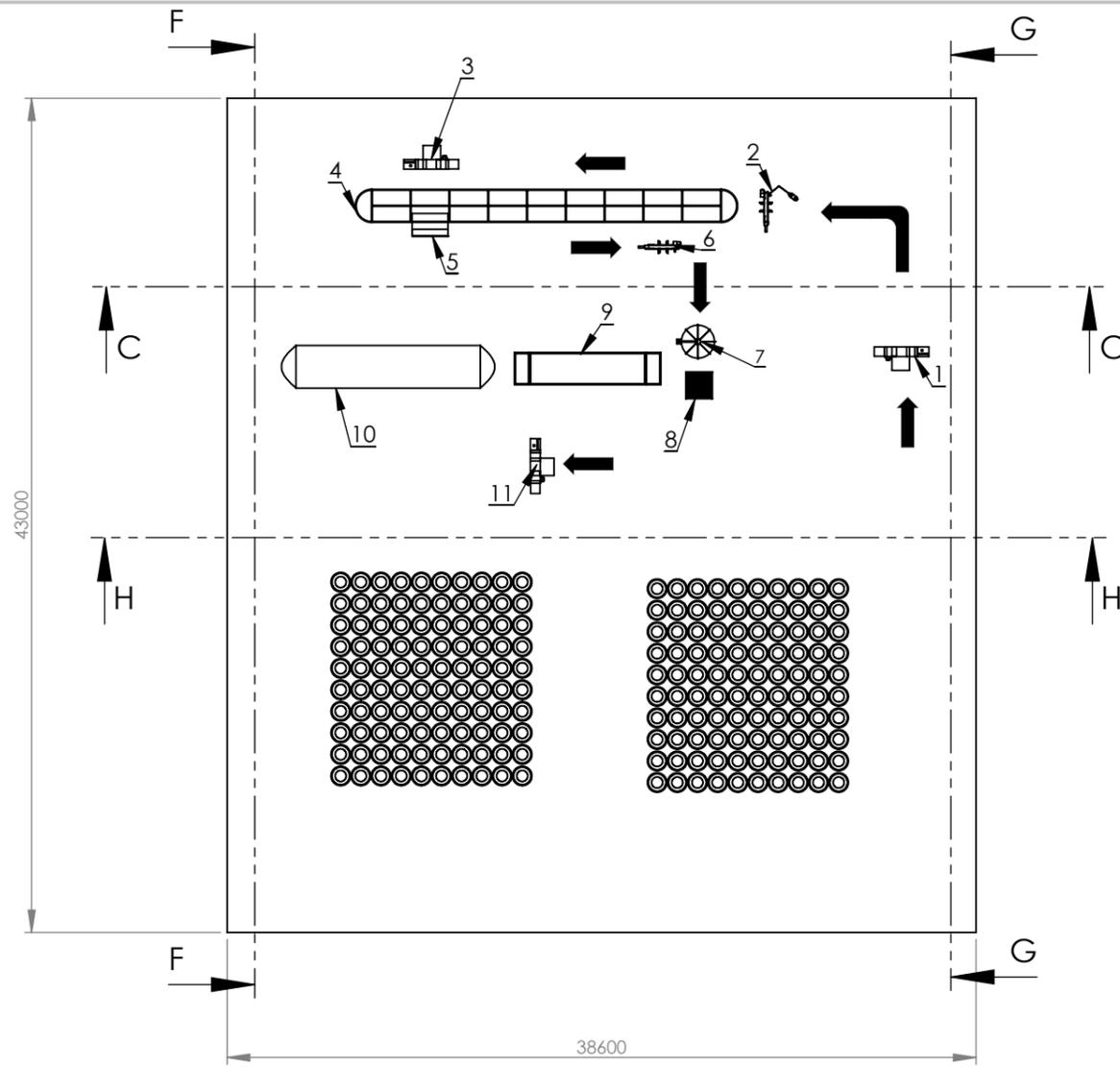
Vista Oeste



PROYECTO: PLANTA REENCAUCHADORA DE NEUMÁTICO				
CONTIENE: VISTA GENERAL DE LA PLANTA			FIMCP	
	APROBADO POR:	DIBUJADO POR:	ESCALA:	PLANO:
	Ing. Federico Camacho B.	Josué Gavilanes T.	1:500	1 DE 5
	UNIDAD:	FECHA:		
	mm	2013		



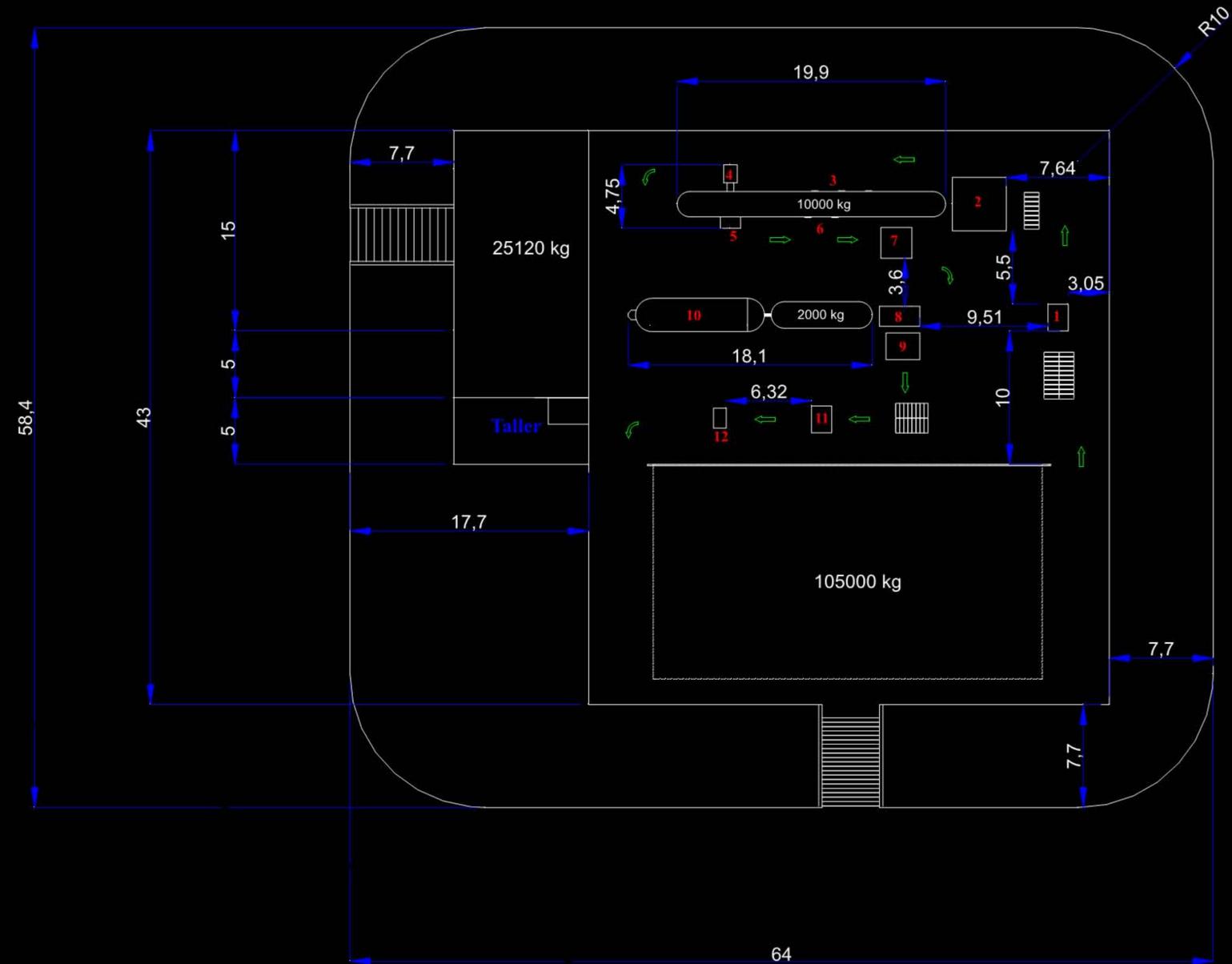
PROYECTO: PLANTA REENCAUCHADORA DE NEUMÁTICO				
CONTIENE: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA		FIMCP		
	APROBADO POR: Ing. Federico Camacho B.	DIBUJADO POR: Josué Gavilanes T.	ESCALA: 1:600	PLANO: 2 DE 5
	UNIDAD: mm	FECHA: 2013		

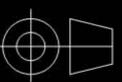


Equipo #	Descripción
1	Inspeccionadora de Neumático
2	Raspadora de Neumáticos
3	Revisadora de Neumático
4	Sistema Monorriel
5	Cabina para cementación
6	Constructora de Neumáticos
7	Envolvedora de Neumáticos
8	Enlantadora de Neumáticos
9	Monorriel Autoclave
10	Autoclave
11	Revisadora de Neumáticos

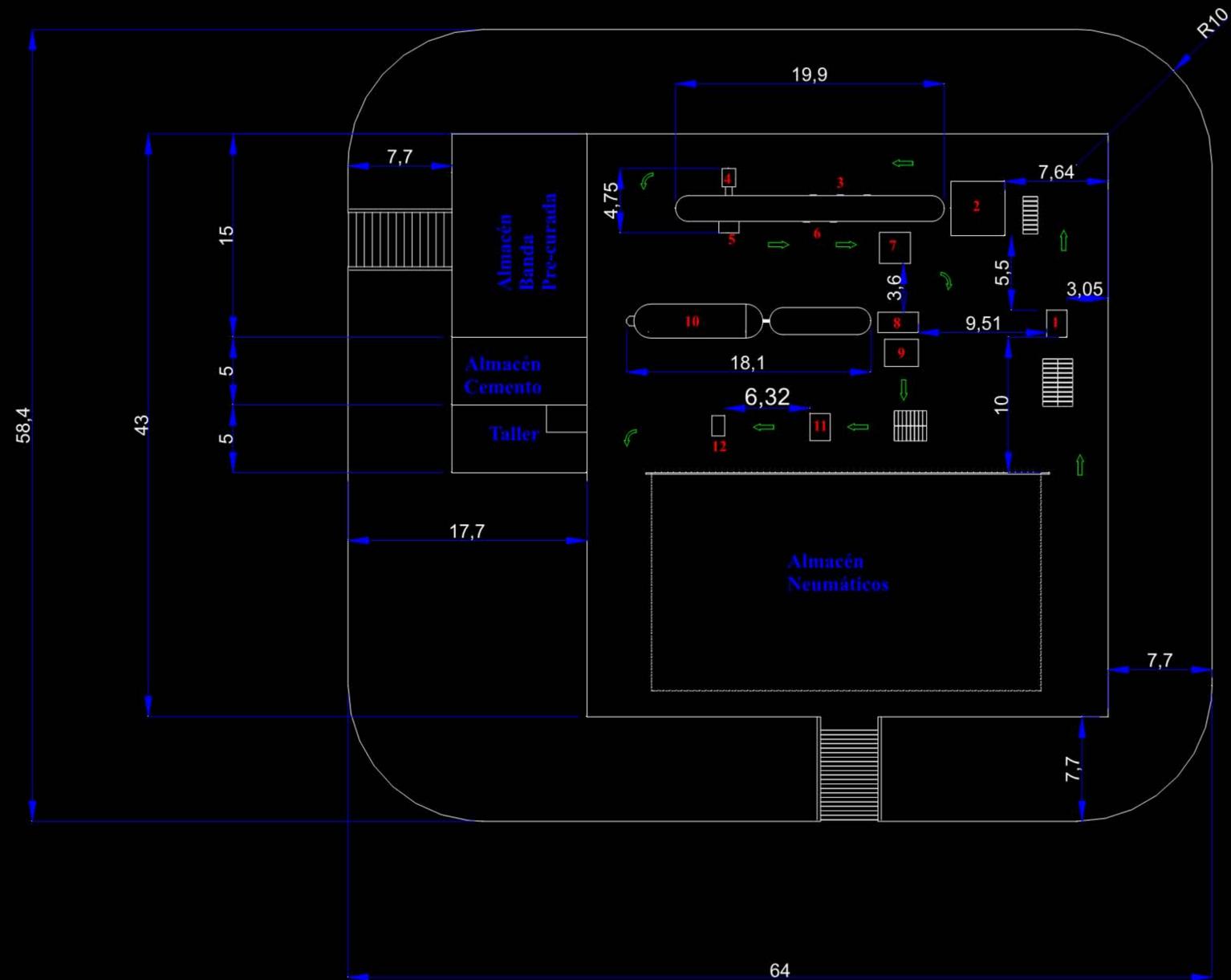
PROYECTO: PLANTA REENCAUCHADORA DE NEUMÁTICO				
CONTIENE: ÁREA DE PRODUCCIÓN			FIMCP	
	APROBADO POR:	DIBUJADO POR:	ESCALA:	PLANO:
	Ing. Federico Camacho B.	Josué Gavilanes T.	1:350	3 DE 5
	UNIDAD:	FECHA:		
	mm	2013		

Equipo #	Descripción	Carga
1	Inspeccionadora de Neumático	700kg
2	Raspadora de Neumático	2000kg
3	Estación Cardeo	
4	Reparadora de Neumático	100kg
5	Cementación	
6	Llenado de Cardeo	
7	Constructora de Neumático	1450kg
8	Enllantamiento	300kg
9	Envolvedora de Neumático	600kg
10	Autoclave	6500kg
11	Revisadora de Neumático	700kg
12	Pintado	60kg

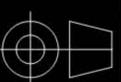


PROYECTO: PLANTA REENCAUCHADORA DE NEUMÁTICOS			
CONTIENE: DATOS DE CARGA PARA OBRA CIVIL		FIMCP-ESPOL	
	APROBADO POR:	DIBUJADO POR:	ESCALA:
	Ing. Federico Camacho B.	Josué Gavilanes T.	PLANO: 4 DE 5
			UNIDAD: m
			FECHA:

Equipo #	Descripción	Potencia
1	Inspeccionadora de Neumático	2KW
2	Raspadora de Neumático	22KW
3	Estación Cardeo	2KW
4	Reparadora de Neumático	
5	Cementación	1KW
6	Llenado de Cardeo	0.5KW
7	Constructora de Neumático	5KW
8	Enllantamiento	
9	Envolvedora de Neumático	
10	Autoclave	75KW
11	Revisadora de Neumático	2KW
12	Pintado	1KW



ILUMINACION	
AREA DE OFICINAS	330 m2
AREA DE ALMACEN DE NEUMATICOS	695 m2
AREA DE PRODUCCION	965 m2
AREA DE ALMACEN MATERIALES	200 m2

PROYECTO: PLANTA REENCAUCHADORA DE NEUMÁTICOS			
CONTIENE: DATOS ELÉCTRICOS PARA INSTALACIÓN			FIMCP-ESPOL
	APROBADO POR:	DIBUJADO POR:	ESCALA:
	Ing. Federico Camacho B.	Josué Gavilanes T.	PLANO: 5 DE 5
			UNIDAD: m
			FECHA: